Электронное пособие (полная версия)

РУКОВОДСТВО ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ПРОГРАММА

G L O B E

ГЛОБАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ И НАБЛЮДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Руководящий совет программы GLOBE:

Ал Гор, Джон. Х. Гиббонс, Кэтлин Э. Макгинти,

Д. Джеймс Бейкер, Дэниел С. Голдин, Кэрол М. Браунер,

Нил Ф. Лейн, Маршалл С.Смит, Тимоти Э. Верт

GLOBE™ 1997

Содержание

Руководство по выполнению программы: приветствие

В чем будут заключаться ваши занятия с учащимися по программе GLOBE? Приветствие-4

Научные требования и измерения в программе GLOBE Приветствие-6

Программа GLOBE: измерения в пространстве и времени Приветствие-7

В каких областях ведутся научные исследования по программе GLOBE? Приветствие-8

Введение

Выполнение программы GLOBE в вашей школе Введение-1

Как организовано руководство для учителей? Введение-3

Телекоммуникационные средства в программе GLOBE Введение-10

Дистанционная регистрация данных Введение-13

Выбор участков для исследований по программе GLOBE Введение-26

Проведение практических работ Введение-31

Осмысленное выполнение научного проекта учащимися, участвующими в программе GLOBE Введение-34

Помощь учащимся в проведении ими самостоятельных исследований Введение-36

Пропаганда программы GLOBE Введение-38

Учебные занятия

Планета, на которой мы живем: глобальная перспектива ..... Учебные занятия-2

Место, в котором мы живем: локальная перспектива ..... Учебные занятия-11

Приложение

Перечень описаний практических работ по программе GLOBE Приложение-2

Перечень описаний учебных занятий по программе GLOBE Приложение-4

Перечень научных навыков и навыков мышления, развиваемых в рамках программы GLOBE Приложение-6

Перечень основных концепций, используемых в рамках программы GLOBE (по главам) Приложение-7

Глоссарий Приложение-10

Адреса, по которым рассылаются фотографии, карты, графики и таблицы Приложение-11

Руководящий совет программы GLOBE

Вице-президент США Ал Гор

Джон Х. Гиббоне

Помощник президента по вопросам науки и техники и директор Управления по государственной политике США в области науки и техники

Кэтлин Э. Макгинти

Председатель Совета по вопросам качества окружающей среды

Д. Джеймс Бейкер

Зам. министра торговли по вопросам океанов и атмосферы, директор Национального управления США по океанам и атмосфере

Дэниел С. Голдин

Директор Национального управления США по аэронавтике и исследованиям космического пространства

Кэрол М. Браунер

Директор Управления США по охране окружающей среды

Нил Ф. Лейн

Директор Национального (США) научного фонда

Маршалл С. Смит

Исполняющий обязанности зам. министра образования США

Тимоти Э. Верт

Зам. государственного секретаря США по глобальным международным вопросам

Руководство программы GLOBE

Том Пайк, директор *программы GLOBE*

Маргарет Дж. Финарелли, *заместитель директора*

Ралф К. Коппола, *пом. директора по вопросам образования*

Диксон М. Батлер, *пом. директора по научным вопросам*

Том Пайк, и. о. *пом. директора по системам*

Энн Хардисон, *пом. директора по связи*

Лин Уигбелс, *пом. директора по международным программам*

Программа GLOBE: вашингтонская группа

Хэрриет Чези

Монтрез Кольбер

Пол Кор

Джин Фич

Вине Хорли

Сэнди Мэдисон

Элизабет Марголд

Джо Макгоуэн

Кристос Михалопулос

Дэниел Миллер

Мишел Миллс

Тони Мерфи

Фил Прайс

Кэти Прузэн

Гэри Рэндолф

Хэнк Роден

Карлин Роуз

Джон Шмидт

Бет Уокер

Дон Висеорек

Тереса Уилъярд

Марло Янг

NASA: Исследовательский центр им. Эймса

Справочное бюро программы GLOBE

Кэрен Трайкофф
Тед Харди
Пат Хелтон
Кевин Лабарр
Питер Лошер
Эйприл Мэрин
Дженет Смит
Кэрол Уорд
Крис Ярнелл

NASA: Космический полетный центр им. Годдарда

Группа визуализации данных

Фриц Хаслер
Хорас Митчелл
Дэйвид Бэчелор
Джефф де ля Божардьер
Рауль Гарза-Роблес
Тереса Хелд
Пит Джексон
Фил Кигстра
Майк Макганигейл
Кристофер О'Хэндли
Тони Розати
Джордж Р. Рамни 2-й
Салли У. Стемведель
Тео Уильяме

NOAA: Системная лаборатория прогнозов

Ринейт Браммер
Робин Коллиандер
Дэйвид Граймз
Брайан Хохгуртел
Крис Кинг
Шон Мэйдин
Морин Меррей
Дин Паскалл
Дэйв Салисбери
Грег Терпин
Майк Терпин
Нинг Уонг

NOAA: Национальный геофизический центр

Тед Хаберманн
Нэнси Бертон
Том Кэри
Ричард Фоззард
Кевин Френдер
Ийэн Спрод

Атмосферные исследования

Университет штата Оклахома

Сьюзен Поставко, *ведущий научный исследователь*

Марк Моррисси, *ведущий научный исследователь*

Рене Макферсон, *зам. ведущего исследователя по вопросам образования*

Джон Энсуорт

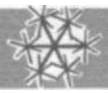
Раджив Говда

Скотт Грин

Джейн Краузе

Эндрю Вуд

Гидрологические исследования



Университет штата Аризона

Роджер Бэйлс, *ведущий научный исследователь*

Марта Конклин, *ведущий научный исследователь*

Синди Хензел, *пом. ведущего исследователя по вопросам образования*

Кэрол Билсма

Крис Гутман

Энн Крэймер

Изучение почвы

Космический полетный центр NASA им. Годдарда и Университет штата Аризона

Элисса Левин, *ведущий научный исследователь*

Марк Имхофф, *ведущий научный исследователь*

Стефани Стокмэн, *пом. ведущего исследователя по вопросам образования*

Джим Уошберн, *ведущий научный исследователь*

Синди Хензел, *зам. ведущего исследователя по вопросам образования*

Кристи Спектор

Изолда Трактенберг

Исследования земного покрова, биология

Университет штата Нью-Хэмпшир

Дэйвид Бартлетт, *ведущий научный исследователь*

Элеанор Эйбрамс, *пом. ведущего исследователя по вопросам образования*

Расселл Конгалтон, *ведущий научный исследователь*

Мими Бекер, *пом. ведущего исследователя по вопросам образования*

Дженет Кэмпбелл, *пом. ведущего научного исследователя*

Ребекка Бадд

Гэри Лаутен

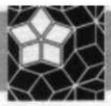
Ларри Райан

Исследования с помощью GPS

Технологический институт штата Джорджия . Университет штата Северная Каролина

Уит Смит, *ведущий научный исследователь*

Координация подготовки учебных материалов



TERC

ТЕКС (Центры исследований в области технического образования)

Дэн Барстоу, *ведущий исследователь*

Борис Беренфелд, *ведущий исследователь*

Харолд Макуильямс, *директор проекта*

Крис Рэндалл, *старший специалист по разработке учебных планов*

Бернард Лакасс

Эйми Нейлл

Сандра Шейфер

Джейн Шеррилл

Робер Суини

Харви З. Язиджян

Оценка результатов

SRI International («Сколарли ресурсез инкорпорейтед интернэшнл»)

Барбара Минз, *ведущий исследователь*

Тереса Миддлтон

Эдис Квеллмалц

Программа *GLOBE*™

THE *GLOBE* PROGRAM™

744 Jackson Place, Washington, DC 20503 USA

Руководящий совет программы GLOBE

Вице-президент США Ал Гор

Джон Х. Гиббоне

Помощник президента по вопросам науки и техники и директор Управления по государственной политике США в области науки и техники

Кэтлин Э. Мангинти

Председатель Совета по вопросам качества окружающей среды

Д. Джеймс Бейкср

Зам. министра торговли по вопросам океанов и атмосферы, директор Национального управления США по океанам и атмосфере

Дэниел С. Голдин

Директор Национального управления США по аэронавтике и исследованиям космического пространства

Кэрол М. Браунер

Директор Управления США по охране окружающей среды

Нил Ф. Лейн

Директор Национального (США) научного фонда

Маршалл С. Смит

Исполняющий обязанности зам. министра образования США

Тимоти Э. Верт

Зам. государственного секретаря США по глобальным международным вопросам

Дорогие учащиеся, участники программы GLOBE!

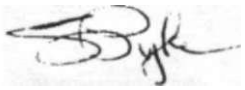
Вам, вместе с другими учащимися из разных стран мира, предстоит волнующее приключение — вы поможете увеличить объем знаний всего человечества о нашей планете. В качестве участников программы «Глобальное обучение и наблюдения с целью улучшения окружающей среды» (GLOBE) вы будете собирать экологические данные на своем пришкольном участке и в соседних районах, обмениваясь полученными результатами с учеными и другими учащимися-участниками программы GLOBE.

Ученые давно проводят исследования условий окружающей среды Земли с тем, чтобы понять, каким образом они образуют единую систему. Они, однако, не могут изучать Землю только в лабораториях. Им приходится постоянно собирать экологические данные по всему миру. Выведенные на орбиту спутники собирают большое количество данных о нашей планете, но для того, чтобы получить более подробную информацию, необходимы исследования, которые проводятся людьми на Земле. Поэтому, становясь участниками программы GLOBE, вы выполняете очень важную задачу.

В качестве учащихся-исследователей в рамках программы GLOBE вы окажете помощь ученым, производя точные измерения в районе вокруг школы и передавая полученные данные с помощью компьютерной сети Internet. К числу порученных вам исследований будет относиться контроль характеристик воздуха, воды, почвы и растительности. Каждый день вы сможете строить графики процессов, происходящих в окружающей среде в районе вашей школы, сравнивать полученные вами результаты с данными, поступающими из тысяч других школ, разбросанных по всему миру, и видеть, как создается общая картина мировой окружающей среды, основанная на данных, собранных вами и другими учащимися, участвующими в программе GLOBE. Вы будете пользоваться школьным компьютером, связываясь с учащимися других школ, ведущими такие же исследования по программе GLOBE.

Ученые, пользующиеся вашими данными, смогут ответить на вопросы, относящиеся к окружающей среде; полученные вами данные будут полезны в течение десяти, двадцати и даже ста лет! Перед вами открывается историческая возможность внести свой полезный вклад в жизнь окружающих вас людей и всего мира. Ученые с нетерпением ждут ваших данных: приступайте к делу!

С уважением,



Томас Н. Пайк мл.,

директор программы

Программа *GLOBE*™

THE *GLOBE* PROGRAM™

744 Jackson Place, Washington, DC 20503 USA

Руководящий совет программы GLOBE

Вице-президент США Ал Гор

Джон Х. Гиббоне

Помощник президента по вопросам науки и техники и директор Управления по государственной политике США в области науки и техники

Кэтлин Э. Макгинти

Председатель Совета по вопросам качества окружающей среды

Д. Джеймс Бейкер

Зам. министра торговли по вопросам океанов и атмосферы, директор Национального управления США по океанам и атмосфере

Дэниел С. Голдин

Директор Национальшго управления США по аэронавтике и исследованиям космического пространства

Кэрол М. Браунер

Директор Управления США по охране окружающей среды

Нил Ф. Лейн

Директор Национального (США) научного фонда

Маршалл С. Смит

Исполняющий обязанности зам. министра образования США

Тимоти Э. Верт

Зам. государственного секретаря США по глобальным международным вопросам

Уважаемый учитель, ведущий занятия по программе GLOBE!

Поздравляем Вас с началом совместной работы во всемирной сети учителей, учащихся и ученых, направленной на увеличение объема знаний об окружающей среде! Под Вашим руководством учащиеся смогут сотрудничать с учеными, работающими в рамках программы GLOBE, и вести, вместе с другими учениками из участвующих в программе школ всего мира, интересные и серьезные исследования, которые позволят получить новую информацию о нашей планете.

Программа GLOBE — новое, смелое предприятие для учителей и учеников. Программа позволит Вам вовлечь класс в процесс обучения, основанный на совместном решении вопросов и задач познавательного характера. Учащиеся получат возможность изучить различные уголки мира и познакомиться с интересными особенностями пришкольного участка. Кроме того, программа GLOBE поможет Вам использовать последние достижения техники в ходе ежедневных классных занятий.

Настоящее руководство для учителей, ведущих занятия по программе GLOBE, позволяет ученым и работникам системы образования, участвующим в программе, получить важную информацию о применяемых учащимися методах измерений и контроля качества данных. Нам необходима Ваша помощь в разъяснении учащимся того, какое важное значение имеет их работа для научного сообщества и почему ученые заинтересованы в проведении тщательных и точных измерений.

В руководство включены также описания различных практических занятий, которые Вы можете вввести в свои учебные планы. Эти занятия сосредоточены на измерениях, предусмотренных программой GLOBE, и помогают учащимся разобраться в том, зачем и как выполняется их работа.

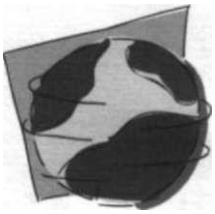
Мы надеемся на плодотворное сотрудничество с Вами и на то, что занятия по программе GLOBE будут полезными и интересными для Вас и ваших учеников. Если у Вас возникнут какие-либо вопросы или предложения, пожалуйста, обращайтесь в справочное бюро программы GLOBE по телефону 1-800-858-9947, или пошлите нам сообщение электронной почтой по адресу help@globe.gov.

С уважением,

Томас Н. Пайк мл.,

директор программы

Обзор программы GLOBE



Программа «Глобальное обучение и наблюдения с целью улучшения окружающей среды» (GLOBE) — международный практический научно-образовательный проект. Программа GLOBE объединяет усилия учащихся, учителей и ученых-исследователей, направленные на получение дополнительной информации об окружающей среде посредством сбора данных и наблюдений, которые осуществляются учащимися.

Программой GLOBE предусматриваются следующие цели:

- повышение уровня экологической сознательности населения всего мира;
- внесение вклада в научное понимание нашей планеты;и
- содействие достижению учащимися более высокого уровня в областях естественных наук и математики.

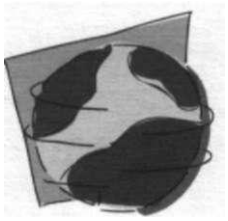
Учащиеся школ всего мира в возрасте примерно от пяти до одиннадцати лет, выполняют постоянную программу экологических измерений, имеющих научное значение. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, передают полученные ими данные в центр обработки данных с помощью компьютерной сети Internet, получая яркие наглядные изображения, построенные на основе их данных и информации, переданной другими школами мира, вовлеченными в программу GLOBE. Пользуясь различными источниками, они собирают информацию и сотрудничают с учеными и другими учащимися и сообществами, выполняющими программу GLOBE по всему миру, используя эти данные в образовательных и научно-исследовательских целях.

Измерения, которые производятся учащимися в рамках программы GLOBE, служат достижению **двух важн**ых целей. Во-первых, участвующие в программе ученые используют полученные данные в ходе **иссл**едований, направленных на углубление нашего **пон**имания глобальной окружающей среды. Во-вт**орых**, учащиеся не только приобретают навыки точных научных наблюдений за условиями окружающей среды в ходе выполнения научной программы, но и учатся использовать результаты своих собственных измерений вместе с данными, полученными учащимися других школ, вовлеченных в программу GLOBE, в качестве одного из основных элементов процесса изучения науки об окружающей среде. Работая под руководством ученых и в сотрудничестве с ними, школьники получают оценку той роли, которую собранные ими данные играют в научных исследованиях на мировом уровне.

Программа GLOBE предоставляет участникам возможность пользоваться большим количеством образовательных материалов, обогащающих их опыт. К этим материалам относятся планы проведения самых различных классных и практических полевых занятий, помогающих учащимся рассматривать выполняемые ими измерения в более широком контексте и связывать наблюдения, сделанные ими в местном масштабе, с глобальными вопросами, относящимися к окружающей среде.

Открывая перед участниками возможности использования последних достижений техники, программа GLOBE способствует образованию форума учащихся, сообщающихся со своими сверстниками из разных стран мира, тем самым укрепляя связи между школьниками и не только углубляя понимание ими экологических проблем, но и помогая преодолевать культурные различия и воспитывать чувство принадлежности к единому мировому сообществу.

Программа GLOBE: наука и образование



Программа GLOBE является одновременно между¬народной программой экологических исследований и научно-образовательной экологической програм¬мой, предусматривающей тесную взаимосвязь между этими двумя направлениями деятельности. Такая структура программы возникла в результате проведения ряда семинаров и конференций с участием представителей научных и образова¬тельных кругов разных стран мира. Обе группы согласились с тем, что взаимосвязь научных исследований и обучения в рамках программы GLOBE будет полезна как в области науки, так и в области образования.

В руководстве для учителей соблюдается опреде¬ленное равновесие между научными и образователь¬ными задачами. В программе GLOBE научное направление представлено описаниями порядка выполнения исследовательских заданий, а образова¬тельное направление — описаниями учебных занятий. Для внедрения такой программы потребо¬валось участие как ученых, так и работников системы образования. Были проведены конкурсы, на которых коллеги выбрали участников групп ведущих научных исследователей и помощников исследователей по вопросам образования, ответст¬венных за разработку научных и сопроводительных учебных материалов по программе GLOBE, а также групп ведущих специалистов по вопросам образова¬ния и их научных помощников, ответственных за разработку учебных материалов и методов оценки результатов обучения.

Эти группы разработали описания порядка проведе¬ния измерений, соответствующие возможностям учащихся начальной и средней школ, обеспечива¬ющие возможность выполнения точных и надежных измерений, результаты которых будут использо¬ваться международным сообществом ученых-экологов. Ученые, участвующие в программе GLOBE, будут применять полученные учащимися результаты измерений при подготовке научных публикаций, оцениваемых их коллегами, и способст¬вовать использованию этих данных другими учены¬ми. Программа GLOBE требует от учащихся выполнения практических заданий, развивающих их интеллект и способствующих приобретению ими обширного экологического опыта на местных участках исследований. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, не только приобретают научные знания, но и способствуют развитию науки.

Программа GLOBE предусматривает создание всемирной исследовательской группы, состоящей из учащихся и учителей, сотрудничающих с учеными-экологами с целью изучения взаимозависимых процессов единой экологической системы нашей планеты. В то же время эта группа способствует повышению уровня научного образования школь¬ников всего мира.

Цель учебных занятий по программе GLOBE состоит в развитии научных знаний посредством применения таких методов и средств, как визуали¬зация данных и изображения, полученные с по¬мощью спутников. Большинство школ, участвующих в программе GLOBE, могут связываться с другими такими школами с помощью системы электронной почты GLOBEMail, а некоторые из них воспользовались этой системой для того, чтобы сформировать международные группы, совместно выполняющие проекты экологических научных исследований. Члены научного сообщества помогают учителям и учащимся в их работе.

Развитие программы GLOBE

По мере развития программы GLOBE ее элементы совершенствуются в интересах максимального упрощения методов проведения измерений и исполь¬зования оборудования, а также адаптации применяе¬мых научных методов к уровням подготовки учащихся. Поэтому в настоящее руководство для учителей включены, помимо описаний порядка проведения исследований, которые содержались в предыдущих изданиях, некоторые изменения и дополнительные описания порядка проведения новых исследований по научной программе GLOBE. Эти изменения отражают стремление руководящего совета программы GLOBE, ученых и работников системы образования учесть потребности учителей и учащихся начальных и средних школ, а также обеспечить наилучшие возможные условия изуче¬ния экологических научных дисциплин.

Всем школам, проводящим занятия по программе GLOBE, настоятельно рекомендуется выполнять все научные измерения, предусмотренные програм¬мой. Кроме того, мы настоятельно рекомендуем школам воспользоваться преимуществами учебных занятий, которые, в сочетании с практическими исследованиями, рассчитаны на повышение уровня научных знаний учащихся.

Программа GLOBE: процессы научных исследований и критического анализа

Руководство для учителей способствует изучению научных дисциплин посредством критического анализа. Процесс критического анализа, применяемый в рамках программы GLOBE, представляет собой подход к обучению, параллельный научному методу, используемому учеными. Этот процесс предусматривает проведение практических научных исследований и учебных занятий в соответствии с приведенными в руководстве описаниями. В описаниях практических исследований основное внимание уделяется порядку сбора данных и подготовке отчетов о результатах исследований. В описаниях учебных занятий область применения навыков, приобретенных в ходе сбора данных и подготовки отчетов, расширяется, с включением процесса критического анализа, предусматривающего, в частности, выдвижение гипотез, анализ данных и формулирование выводов.

Научный метод, применяемый исследователями, соответствует процессу критического анализа, применяемому учащимися на уровне последнего класса средней школы. Основная разница заключается в окончательном результате анализа. В школах, основным результатом является приобретение уже существующих научных знаний. В исследовательских кругах, основной результат заключается в приобретении новых научных знаний. Данные, собранные учащимися, и подготовленные ими отчеты, используются исследователями, расширяющими область научных знаний. Сообщество ученых анализирует данные, формулирует выводы и подготавливает отчеты, которые направляются обратно, учителям и учащимся.

В рамках программы GLOBE процессы научных исследований и критического анализа взаимосвязаны благодаря обмену информацией между учащимися и учеными. Такой обмен информацией происходит, когда данные, собранные учащимися, поступают в распоряжение научных кругов и когда результаты визуализации данных и научных исследований, переданные учеными, становятся доступными в школах. Ученые, участвующие в программе GLOBE, отвечают на вопросы учителей и учащихся лично, в письмах и в реальном масштабе времени, с помощью всемирной компьютерной сети связи World Wide Web.

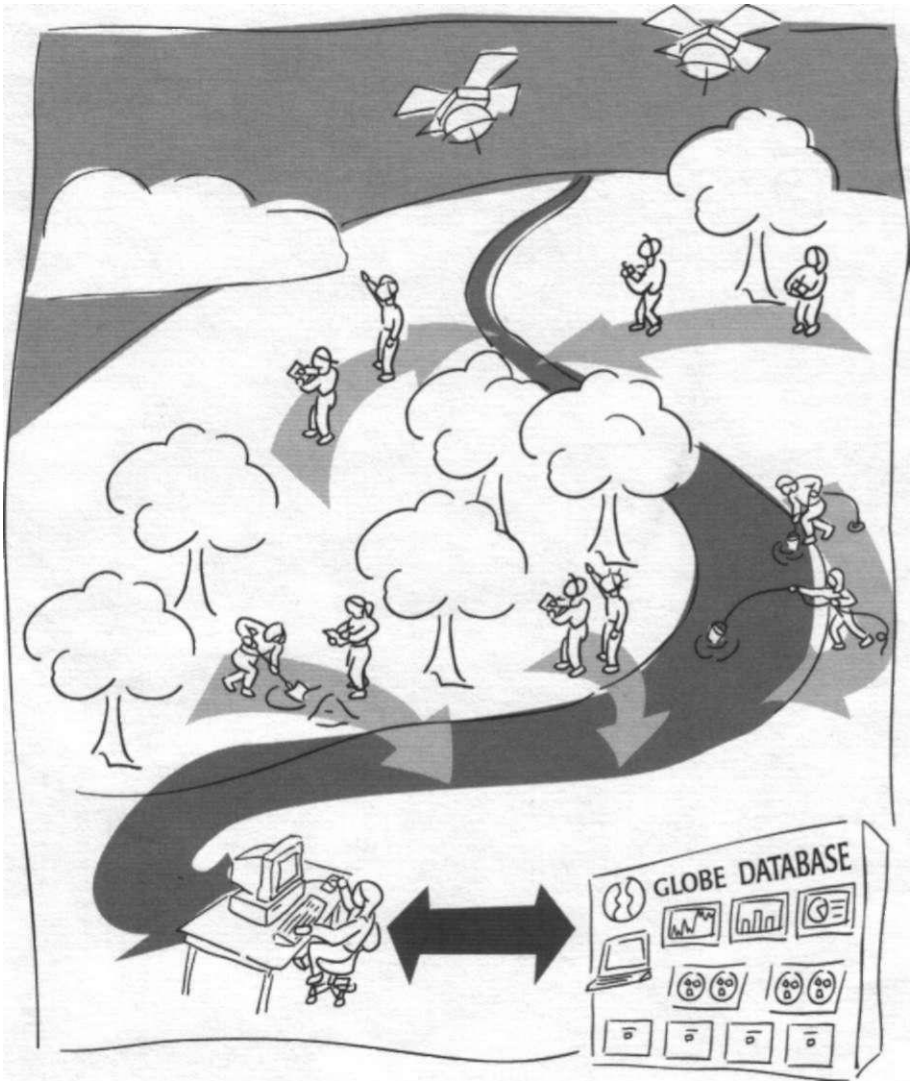
Научные концепции и навыки — важнейшие элементы руководства GLOBE для учителей

С тем, чтобы повысить уровень научного образования учащихся, группы ученых и работников системы образования разработали учебные планы, помогающие учащимся приобретать и применять научные концепции и навыки мышления. Ученые дали простые определения важнейших научных концепций. Затем ученые и работники системы образования, участвующие в программе GLOBE, разработали программу учебных занятий, способствующих усвоению учащимися важнейших научных принципов в ходе выполнения практических научных исследований. В процессе обучения укрепляется понимание учащимися и учителями изучаемых явлений, анализируются данные, собранные в местном и глобальном масштабах, практически применяется научный метод и осуществляются исследования, спланированные самими учащимися. Кроме того, внимание учащихся сосредоточивается на вопросах обеспечения и контроля качества данных. Так как высококачественные научные результаты можно получить только на основе высококачественных данных, в описания порядка проведения исследований включены процедуры калибровки и контроля качества данных, имеющие важнейшее значение для успешного выполнения программы GLOBE. Важность контроля качества данных подчеркивается также во время соответствующих классных занятий.

Труднейшей задачей при подготовке руководства для учителей было приведение этого документа в соответствие с различными уровнями подготовки учащихся разных классов. Каждое из описаний порядка проведения исследований и учебных занятий отражает важнейшие научные концепции и навыки, используемые двояко. Во-первых, эти концепции и навыки определяют направление развития учащихся. Во-вторых, они помогают учителям включить в свои учебные планы занятия по программе GLOBE.

Программа GLOBE постоянно развивается и открывает новые возможности для ученых и учащихся, позволяя использовать преимущества, связанные с расширением опыта и усовершенствованием навыков, приобретаемых учащимися. Это позволяет знакомить их с более сложными научными концепциями, углублять понимание ими методов ведения экологических исследований и повышать общий уровень их научных достижений. По мере углубления научных знаний учащихся перед ними ставится задача перехода от изучения одной дисциплины в местном масштабе к комплексному научному восприятию явлений в глобальном масштабе.

Руководство по выполнению программы для учителей



Научно-образовательная программа GLOBE™

Руководство по выполнению программы - 1997 г.

Содержание

Руководство по выполнению программы: приветствие

В чем будут заключаться ваши занятия с учащимися по программе GLOBE? Приветствие-4

Научные требования и измерения в программе GLOBE Приветствие-6

Программа GLOBE: измерения в пространстве и времени Приветствие-7

В каких областях ведутся научные исследования по программе GLOBE? приветствие-8

Введение

Выполнение программы GLOBE в вашей школе Введение-1

Как организовано руководство для учителей? Введение-3

Телекоммуникационные средства в программе GLOBE ..... Введение-Ю

Дистанционная регистрация данных Введение-13

Выбор участков для исследований по программе GLOBE Введение-26

Проведение практических работ Введение-31

Осмысленное выполнение научного проекта учащимися, участвующими в программе GLOBE Введение-34

Помощь учащимся в проведении ими самостоятельных исследований Введение-36

Пропаганда программы GLOBE Введение-38

Учебные занятия

Планета, на которой мы живем: глобальная перспектива ..... Учебные занятия-2

Место, в котором мы живем: локальная перспектива ..... Учебные занятия-11

Приложение

Перечень описаний практических работ по программе GLOBE Приложение-2

Перечень описаний учебных занятий по программе GLOBE Приложение-4

Перечень научных навыков и навыков мышления, развиваемых в рамках программы GLOBE Приложение-6

Перечень основных концепций, используемых в рамках программы GLOBE (по главам) Приложение-7

Глоссарий Приложение-10

Адреса, по которым рассылаются фотографии, карты, графики и таблицы ..... Приложение-П

В чем будут заключаться ваши занятия с учащимися по программе GLOBE?

Учащиеся проводят ряд исследований, разработанных учеными с целью сбора данных о нашей планете и ее функционировании в качестве единой глобальной системы. Кроме того, учащиеся наблюдают условия окружающей среды на множестве пришкольных участков как с помощью приборов, так и пользуясь своими органами чувств. Они регистрируют собранные ими данные, после чего генерируется постоянная компьютерная запись данных, собранных учащимися школы, которая загружается в сервер данных учащихся-участников программы GLOBE (в нашу базу данных) с помощью компьютерных сетей связи Internet или World Wide Web, либо по электронной почте, если у школы нет доступа к этим сетям.

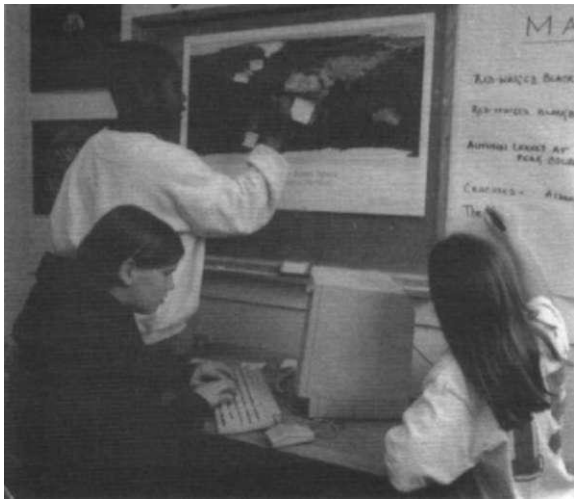
В дополнение к выполнению этих измерений в сотрудничестве с учеными-участниками программы GLOBE, вы можете проводить некоторые из учебных занятий, описания которых приводятся в этом руководстве, или другие занятия в той форме, которая наиболее соответствует требованиям, предъявляемым к вашему учебному плану.

Пусть вас не беспокоит то, что у вас нет достаточного опыта преподавания естественно-научных дисциплин. В учебных материалах содержатся описания самых различных видов деятельности, начиная с занятий, которые проводятся с учащимися младших классов, почти не имеющих никакого научного опыта, и кончая более сложными занятиями с учащимися, достигшими высокого уровня подготовки. В каждом из описаний учебных занятий приведена основная информация, необходимая для их проведения.

Каждое из описании практических исследовании и учебных занятии содержит указания, относящиеся к рекомендуемому уровню подготовки учащихся, которые подразделяются на три категории:

Начальный уровень - от 5 до 9 лет
Средний уровень - от 10 до 13 лет
Высокий уровень - от 14 до 18 лет

Тем не менее, не следует слишком строго придерживаться такого подразделения учащихся на возрастные категории. Многие виды деятель-ности



могут быть приведены в соответствие с различными уровнями подготовки учащихся, в зависимости от их потребностей и возможностей.

В конечном счете, классная комната, в которой проводятся занятия по программе GLOBE, и участки для проведения исследований, на которых ведутся измерения, скорее всего станут местами весьма активного научнообразовательного развития учащихся. Учащиеся будут вести наблюдения, производить измерения, регистрировать полученные ими данные, приобретут навыки аккуратной работы и контроля точности данных, будут обмениваться своими данными с другими учащимися и учеными, выполнять лабораторную работу, формулировать вопросы, проверять правильность своих гипотез и разрабатывать теории, стремясь осмысленно интерпретировать собранные данные. Пользуясь различными научными приборами и выполняя их калибровку, учащиеся будут пытаться обнаружить причины ошибок в измерениях, которые они производили с помощью этих приборов. Учащиеся будут работать с реальными данными, собранными ими самостоятельно и полученными ими из других школ мира, участвующих в программе GLOBE.

Программа GLOBE включает шесть основных образовательных элементов.

1. **Выбор местных участков для проведения исследований и отбора образцов.** На основе рекомендаций, приведенных в руководстве, выбираются местные участки исследований для проведения регулярных измерений, а также участки для отбора образцов, посещаемые учащимися, как правило, только один раз. Например, участок гидрологических исследований должен находиться около близлежащей реки, озера, морского берега или пруда. Все участки для проведения исследований и отбора образцов должны находиться на территории района исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км, в центре которого находится ваша школа.
2. **Тщательное, регулярное выполнение измерений в соответствии с расписанием.** Учащиеся начинают с выполнения одного измерения, после чего в течение нескольких месяцев они проводят, одна за другим, новые измерения, приобретая необходимые для этого навыки. Учитель должен разъяснять учащимся смысл измерений и методы их правильного выполнения. В большинстве описаний порядка проведения измерений указывается расписа¬ние регулярной регистрации данных и ведения наблюдений, которые требуется производить в определенное время. Метеорологические измерения, которые производятся ежедневно, легче всего осуществлять на пришкольном участке. Для проведения других измерений, например, гидрологических, требуется посещение соответствующего выбранного участка исследований. Сотрудничество с учащимися, их родителями и работниками школы, позволяющее проводить измерения в выходные дни и во время школьных каникул, также имеет большое значение для получения точных данных о местной окружающей среде, полезных как для ученых, так и для ваших учеников.
3. **Представление данных.** Все полученные данные следует загружать в сервер данных учащихся-участников программы GLOBE. Чаще всего данные передаются с помощью компьютера по сети Internet.
4. **Проведение учебных занятий.** По каждой теме исследований проводится ряд учебных занятий, помогающих учащимся приобрести новые знания о научных дисциплинах и навыки обращения с приборами и выполнения измерений, а также применения собранных данных учащимися и учеными. Мы надеемся, что вы будете проводить эти учебные занятия в соответствии с содержащимися в руко-водстве описаниями, или внося изменения, соответствующие местным условиям и требованиям. Опытом проведения этих или других, разработанных вами самостоятельно учебных занятий можно обмениваться с другими учителями, участвующими в программе GLOBE; это поможет успешному выполнению всей программы.
5. **Использование систем GLOBE в сети Internet в целях получения новой инфор¬мации и установления связей.** В рамках программы GLOBE было разработано эффективное (и простое в обращении) программное обеспечение, позволяющее вам связываться с другими школами и с учеными, участвующими в программе. Кроме того, это программное обеспечение позволяет учащимся просматривать в диалоговом режиме местные карты и карты мира, отображающие данные, собранные участниками программы GLOBE.
6. **Содействие самостоятельным исследо¬ваниям, запланированным учащимися.** Мы надеемся, что в конечном счете учащиеся будут проводить самостоятельные исследования на местных участках или с использованием программного обеспечения GLOBE и данных, собранных другими учащимися по всему миру. Может оказаться, что ваши ученики сделают свои собственные научные открытия!

Научные требования и измерения в программе GLOBE

Для того, чтобы результаты измерений, произве¬ денных в рамках программы GLOBE, могли быть использованы в научных исследованиях, эти измерения должны отличаться четырьмя характе¬ ристиками: точностью, последователь-ностью, регулярностью и достаточным тер-риториальным охватом. Если все участники программы GLOBE, в сотрудничестве, смогут представлять данные, отвечающие всем этим четырем требованиям, мы сумеем внести свой вклад в дальнейшее понимание мировой окружающей среды.

Точность — основа любого научного наблюдения. Для нас первым важным шагом является тщатель¬ ная подготовка к проведению измерений. Важное значение имеют также выбор используемого нами оборудования и содержание этого оборудования в пригодном для измерений состоянии. Наконец, мы должны стремиться безошибочно регистрировать данные и подготовлять отчеты, загружаемые в архивную базу данных.

Требование, относящееся к последовательности данных, означает, что данные, полученные из любой школы, участвующей в программе GLOBE, должны быть пригодными к использованию в сочетании с данными, предоставленными всеми другими школами, образуя в совокупности после¬ довательную картину, которая отражает общие характеристики окружающей среды, выходящие за пределы индивидуальных пришкольных участков. Важность этого требования демонстрируется в процессе визуализации данных. Кроме того, данные должны быть последовательными во времени. Учащиеся каждой из школ накапливают информацию о климатических условиях в районе школы. Для того, чтобы можно было просле¬ живать и прогнозировать изменения условий окружающей среды, данные, собранные в прошлом, должны быть непосредственно сравнимыми с данными, регистрируемыми сегодня. Тщательное соблюдение инструкций, приведенных в описаниях порядка проведения исследований, и тщательная регистрация изменений, внесенных в применяемые методы измерения, будут наилучшим образом способствовать соблюдению требований к последо¬ вательности данных.

Регулярность проведения измерении требуется в связи с необходимостью сведения к минимуму перерывов в процессе регистрации климатических условии. Измерения, которые производятся время от времени, полезны, но регулярные измерения позволяют получить больше информации и лучше разобраться в том, что происходит на участке, где производятся измерения. Кроме того, регулярные наблюдения часто легче поддаются истолкованию и их результаты более надежны, особенно в тех случаях, когда регистрируются необычные явле¬ ния. Чем более длительным был период выпол¬ нения регулярных измерений и чем более последо¬ вательными были условия проведения измерений, тем большую ценность результаты этих измерений имеют для нас. Подумайте об учащихся-участниках программы GLOBE, которые через пять лет смогут прослеживать и прогнозировать изменения условий окружающей среды в районе вашей школы!

Территориальный охват целых регионов, стран, континентов и, по возможности, всей площади нашей планеты, также способствует повышению ценности наших наборов данных. Важность этого требования иллюстрируется различиями между визуальными отображениями данных, собранных многими школами, и данных, собранных только несколькими школами. Условия окружающей среды изменяются в зависимости от многих пространственных параметров, например, от того, на какой площади производится сбор данных — в местном масштабе, на территории одного из опытных участков программы GLOBE площадью 15 x 15 км, на территории всего региона с высокой плотностью населения, на территории всей области, всей страны или в масштабе всей планеты. Измерение характеристик окружающей среды в различных пространственных масштабах имеет существенное значение, и программа GLOBE, охватывая, по мере своего развития, все новые школы в различных странах мира, позволит постоянно повышать ценность нашего коллектив¬ ного вклада в экологические исследования.

Индивидуально и коллективно, все участники программы GLOBE должны стремиться к ведению точных и последовательных измерений условий окружающей среды по всей территории планеты.

Программа GLOBE: измерения в пространстве и времени

Мы живем на изменяющейся планете. Каждый момент, изо дня в день, из года в год, окружающая нас среда меняется. Некоторые изменения происходят циклично, например, суточные изменения температуры, изменения высоты прилива, вызванные обращением Луны вокруг Земли, смена времен года и т. п. Некоторые изменения, такие, как скопление и рассеяние облаков и возникновение ливней, кажутся случайными. Другие изменения — рост деревьев и других растений, старение людей — происходят постепенно и в одном направлении. Иногда существенные изменения происходят очень быстро — например, во время извержений вулканов или лесных пожаров. Каждому типу изменений соответствует определенный масштаб времени.

Все мы, и в особенности ученые, хотим понять происходящие вокруг нас изменения — почему они происходят, как они взаимодействуют, и что будет происходить дальше? Для того, чтобы понять изменения и в некоторых случаях прогнозировать их, необходимо измерять характеристики окружающей среды, но мы не можем измерять все характеристики среды все время и повсеместно. Поэтому мы пытаемся вести измерения так, чтобы получить достаточное количество данных, позволяющее сформировать общую картину происходящего.

Атмосферные измерения, предусмотренные программой GLOBE, производятся один раз в сутки; гидрологические измерения, связанные с реками, озерами, заливами, морским побережьем или прудами, производятся еженедельно, а характеристики почвы на том или ином участке измеряются только единовременно. Другие измерения производятся через различные промежутки времени. Некоторые наблюдения ведутся в случайные моменты времени — например, задается вопрос: «Какого типа облака мы наблюдаем в настоящий момент?» Другие измерения позволяют определять процессы, происходящие в течение определенного периода времени, — сколько дождевых осадков выпало за прошедшие сутки? От масштаба времени, в котором производятся измерения, зависит то, каким образом мы анализируем различные изменения окружающей среды.

Окружающая среда изменяется не только во времени, но и в пространстве. Люди живут в горах, в долинах, на равнинах, по берегам морей, в городах, в пригородах, в маленьких городках и в деревне. В одних местах людей, до самого горизонта, окружают степи, поля или леса. В других местах рядом с городом возвышаются горы или местность покрыта лесами, перемежающимися полями и озерами. При более подробном рассмотрении, в одном месте растет дерево, в другом растет трава, в третьем месте проложена дорога, в четвертом построен дом, а в пятом течет ручеи. Иногда мы видим, что недалеко от нас идет дождь, которыи, однако, не доходит до нас. Очевидно, что условия окружающеи среды меняются пространственно, в зависимости от масштабов и расстоянии.

Опять же, мы не можем измерять характеристики окружающей среды повсюду. Поэтому мы ведем наблюдения так, чтобы измерять изменения в различных пространственных масштабах. Каждая из школ, участвующих в программе GLOBE, находится в центре опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км. Эти участки могут накладываться один на другой или использоваться одновременно несколькими школами. Участвуя в программе GLOBE, учащиеся учатся определять характеристики земного покрова, прослеживая их изменения в пространстве на расстоянии до не менее чем 30 метров. Учащиеся проводят регулярные измерения в определенных местах на территории общего опытного участка программы GLOBE, называемых *участками исследований.* Другие измерения производятся единовременно в определенных местах, называемых *участками отбора образцов.* По мере возрастания количества школ, участвующих в программе GLOBE, все больший объем глобальной окружающей среды оказывается изученным благодаря точным измерениям и наблюдениям изменений, происходящих в местном пространственном масштабе.

В связи с изменением окружающей среды во времени и в пространстве, наша способность понимать ее ограничивается количеством осуществляемых нами измерений. Каждая из участвующих в программе GLOBE школ имеет возможность внести существенный вклад в общий банк результатов измерений, которые ведутся по всему миру. Производя точные и последовательные измерения в рамках программы GLOBE, мы помогаем себе и другим лучше понимать как местные, так и глобальные экологическое процессы.

Введение

Выполнение программы GLOBE в вашей школе

Приобретение и подготовка приборов

Для проведения каждого из исследований требуется применение точных, надежных, откалиброванных приборов, соответствующих всем техническим требованиям, разработанным учеными-участ¬никами программы GLOBE с тем, чтобы обеспечить последовательность и точность результатов измерений, используемых международным сооб¬ществом научных специалистов, изучающих окружающую среду. Технические требования к приборам содержатся в разделе «Комплект приборов и материалов».

Вы можете воспрользоваться одним из четырех методов приобретения и подготовки приборов.

1. Приобретите все или некоторые приборы.
   - Приобретите отдельные приборы у нес¬кольких различных поставщиков.
   - Приобретите приборы у одного постав¬щика, в комплекте.
2. Используйте свои собственные приборы. Если у вас уже есть приборы, соответствую¬щие техническим требованиям программы GLOBE, вы можете пользоваться ими. Следует, однако, удостовериться в том, что эти приборы удовлетворяют предъявля¬емым требованиям к точности измерений и калибровки.
3. Изготовьте некоторые из приборов. Следуя указаниям, приведенным в насто¬ящем «Руководстве для учителей», и поль¬зуясь сведениями, предоставленными на практических занятиях по подготовке учителей, вы сможете построить некоторые из приборов самостоятельно.
4. Возьмите приборы в прокат или временно воспользуйтесь приборами, принадлежащи¬ми другим школам. Можно заимствовать на время в другой местной школе приборы, не используемые там постоянно, или совместно использовать одни и те же приборы в нескольких школах, участвующих в про¬грамме GLOBE. Приемник GPS (использу¬емый в системе глобального позициониро¬вания) можно арендовать в рамках про¬граммы GLOBE или приобрести с помощью местного координатора программы GLOBE.

Подготовка и внедрение программы

Каждый учитель, взявший на себя ответственность за выполнение измерений по программе GLOBE, должен принять участие в одном из практических семинаров программы. Учителя, прошедшие практическую подготовку по программе GLOBE, обязаны проследить за тем, чтобы другие учителя их школы также прошли требуемую подготовку. Если вы участвовали в практическом семинаре программы GLOBE и уверенно выполняете инструкции по выполнению измерений, мы ре¬комендуем вам выполнять эти измерения даже в том случае, если они не относятся непосредственно к вашей специальности. Если вы не уверены в правильности выполнения измерений, вам может помочь справочное бюро программы GLOBE, или вы можете принять участие в еще одном прак¬тическом семинаре программы.

Формирование образовательного сообщества

Школьное образовательное сообщество

Эффективный и интересный метод внедрения программы GLOBE в вашей школе заключается в вовлечении многих учителей в процесс выполнения программы. Если вы можете разделить свою работу с коллегами, ее будет проще выполнить и она станет более увлекательной. Еще важнее то, что коллеги смогут обмениваться с вами своими идеями и помогут вам коллективно обсуждать проблемы и планировать занятия. Исследования и опыт неоднократно показали, что новаторские программы, такие, как GLOBE, чаще оказыва-ютсяуспешными, если их выполняет группа поддерживающих друг друга учителей, а не один индивидуальный учитель.

Один из способов формирования сообщества работников системы образования в вашей школе заключается в разработке плана внедрения программы в школе, подробно определяющего распределение труда между учителями школы по различным тематическим категориям, предусмот¬ренным программой GLOBE — атмосферным и гидрологическим исследованиям, почвоведению, изучению земного покрова и биологии. В таком плане могут быть указаны наиболее подходящие этапы учебного плана, позволяющие проводить занятия по каждому из направлений, предусмот¬ренных программой. В план может быть включен также раздел, посвященный подготовке и вовле¬чению в программу дополнительных учителей.

Школы, в которых занятия по программе GLOBE ведет один подготовленный учитель, могут привлечь к работе других прошедших такую подготовку учителей из других школ. Первый прошедший подготовку учитель может обучать других учителей, или другие учителя могут принять участие в одном из практических семина¬ров программы. В плане может содержаться также описание компьютерного и другого оборудования, которое будет приобретено и использовано в ходе выполнения учебного плана.

Желательно составить расписание всех основных видов деятельности. Например, можно разработать, с участием учащихся, план выполнения программы GLOBE в ходе' классного занятия. Учащиеся могут высказывать свои идеи, относя-щиеся к различным вопросам, таким, как размещение метеорологической станции, определение классных занятий или тем, которые должны быть включены в план, и т. п.

С тем, чтобы способствовать формированию сообщества работников системы образования, проводящих занятия по программе GLOBE в вашей школе, вы можете организовать штаб программы GLOBE в каком-либо из час помещений школы, например, в информационном центре. В таком вывешивать объявления, относящиеся к программе, демонстрировать работы учащихся и даже установить компьютер, позволяющий быстро соединяться с другими участниками программы GLOBE через сеть Internet.

Кроме того, вы можете вывешивать на видном месте рядом с приемной или входом школы объявления и другие материалы, из которых будет видно, что ваша школа участвует в программе GLOBE. Учащиеся могут демонстрировать посто¬янно обновляемые экспозиции собранных ими данных. Фотографии учащихся, проводящих измерения и отбирающих образцы, а также карты с указанием расположения участков исследований, помогут познакомить общественность с объемом вашей работы.

Разработанный в рамках одной школы план можно расширить с вовлечением районного управления системы образования, тем самым способствуя внедрению программы GLOBE в других школах и объединяя деятельность учащихся, имеющих начальный, средний и высокий уровень подготовки.

Районное образовательное сообщество

Формирование сообщества отдельных лиц и организаций, заинтересованных в выполнении программы GLOBE, возможно не только в рамках системы школьного образования, но и на всей территории вашего района. Некоторые из таких вовлеченных лиц и организаций могут оказывать вам помощь в проведении различных занятий и исследований. Например, клуб «Ротари», коммер¬ческие и промышленные организации могут согласиться помочь в приобретении приборов, проведении исследований или организации выста¬вок.

Добровольцы, в том числе родители учащихся, могут помогать выполнению различных задач, связанных с программой GLOBE, и проведению занятий. Следует укреплять постоянное сотруд¬ничество с важнейшими представителями общест¬венности. Информируйте их о своих успехах и планах. Извещайте их о мероприятиях и приглаша-йте их. Если вам помогут финансовыми сред-ствами или предоставят какие-либо услуги, не забывайте поблагодарить этих лиц в письме и упомянуть об их вкладе во время общественных выступлений. Добровольцы могут оказывать помощь в следующих областях:

- Предоставление транспортных средств для перевозки учащихся на участки исследова¬ний и отбора образцов и обратно
- Помощь в сборе данных по выходным дням или во время школьных каникул
- Помощь учащимся в использовании ресурсов программы GLOBE в сети World Wide Web с применением компьютеров, имеющихся дома
- Сопровождение класса во время проведения полевых занятий на участках
- Помощь учащимся младших классов в выполнении ежедневных измерений на метеорологической станции
- Помощь в редактировании и публикации бюллетеня программы GLOBE, рассыла¬емого по адресам участников программы и содержащего сведения о выполняемой учащимися работе
- Помощь в организации выставки резуль¬татов, достигнутых участниками програм¬мы, в школе или в другом общественном здании района
- Помощь в подготовке сообщений о про¬грамме GLOBE, публикуемых в местных газетах

Школы, в которых занятия по программе GLOBE ведет один подготовленный учитель, могут привлечь к работе других прошедших такую подготовку учителей из других школ. Первый прошедший подготовку учитель может обучать других учителей, или другие учителя могут принять участие в одном из практических семина¬ров программы. В плане может содержаться также описание компьютерного и другого оборудования, которое будет приобретено и использовано в ходе выполнения учебного плана.

Желательно составить расписание всех основных видов деятельности. Например, можно разработать, с участием учащихся, план выполнения программы GLOBE в ходе' классного занятия. Учащиеся могут высказывать свои идеи, относя-щиеся к различным вопросам, таким, как размещение метеорологической станции, определение классных занятий или тем, которые должны быть включены в план, и т. п.

С тем, чтобы способствовать формированию сообщества работников системы образования, проводящих занятия по программе GLOBE в вашей школе, вы можете организовать штаб программы GLOBE в каком-либо из часто посещаемых помещений школы, например, в библиотеке или в информационном центре. В таком штабе вы можете вывешивать объявления, относящиеся к программе, демонстрировать работы учащихся и даже установить компьютер, позволяющий быстро соединяться с другими участниками программы GLOBE через сеть Internet.

Кроме того, вы можете вывешивать на видном месте рядом с приемной или входом школы объявления и другие материалы, из которых будет видно, что ваша школа участвует в программе GLOBE. Учащиеся могут демонстрировать посто¬янно обновляемые экспозиции собранных ими данных. Фотографии учащихся, проводящих измерения и отбирающих образцы, а также карты с указанием расположения участков исследований, помогут познакомить общественность с объемом вашей работы.

Разработанный в рамках одной школы план можно расширить с вовлечением районного управления системы образования, тем самым способствуя внедрению программы GLOBE в других школах и объединяя деятельность учащихся, имеющих начальный, средний и высокий уровень подготовки.

Районное образовательное сообщество

Формирование сообщества отдельных лиц и организаций, заинтересованных в выполнении программы GLOBE, возможно не только в рамках системы школьного образования, но и на всей территории вашего района. Некоторые из таких вовлеченных лиц и организаций могут оказывать вам помощь в проведении различных занятий и исследований. Например, клуб «Ротари», коммер¬ческие и промышленные организации могут согласиться помочь в приобретении приборов, проведении исследований или организации выста¬вок.

Добровольцы, в том числе родители учащихся, могут помогать выполнению различных задач, связанных с программой GLOBE, и проведению занятий. Следует укреплять постоянное сотруд¬ничество с важнейшими представителями общест¬венности. Информируйте их о своих успехах и планах. Извещайте их о мероприятиях и пригла¬шайте их. Если вам помогут финансовыми сред¬ствами или предоставят какие-либо услуги, не забывайте поблагодарить этих лиц в письме и упомянуть об их вкладе во время общественных выступлений. Добровольцы могут оказывать помощь в следующих областях:

- Предоставление транспортных средств для перевозки учащихся на участки исследова¬ний и отбора образцов и обратно
- Помощь в сборе данных по выходным дням или во время школьных каникул
- Помощь учащимся в использовании ресурсов программы GLOBE в сети World Wide Web с применением компьютеров, имеющихся дома
- Сопровождение класса во время проведения полевых занятий на участках
- Помощь учащимся младших классов в выполнении ежедневных измерений на метеорологической станции
- Помощь в редактировании и публикации бюллетеня программы GLOBE, рассыла¬емого по адресам участников программы и содержащего сведения о выполняемой учащимися работе
- Помощь в организации выставки резуль¬татов, достигнутых участниками програм¬мы, в школе или в другом общественном здании района
- Помощь в подготовке сообщений о про¬грамме GLOBE, публикуемых в местных газетах

Географически распределенное сообщество, ведущее образовательные исследования

Возможна также организация географически распределенных исследовательских групп, составляющих более широкое образовательное сообщество. Школы из разных районов страны или мира могут сотрудничать в проведении исследований, сравнивая различные наборы данных или изучая различные явления. В некоторых случаях возможно сотрудничество в проведении учебных занятий. С тем, чтобы способствовать формированию географически распределенного образовательного сообщества, важно в первую очередь определить задачу или функцию, которая будет совместно выполняться членами этого сообщества, и географический масштаб этой деятельности. К числу полезных средств связи относятся электронная почта GLOBEMail и другие средства регулярной передачи данных и сообщений. Исследовательское сообщество может быть расширено посредством вовлечения участвующих в программе GLOBE ученых и других исследователей, которые могут инструктировать других участников программы и помогать школам в проведении исследований. По окончании исследования важно подумать о том, каким образом сообщить его результаты другим. Можно проводить презентации результатов в школе, на собраниях школьного совета и на общественных собраниях или опубликовать результаты проделанной работы в виде статьи в одном из журналов.

Как организовано руководство для учителей?

В этом руководстве для учителей приведены описания шести видов исследований:

- **атмосферные исследования;**
- **гидрологические исследования;**
- **изучение почв (почвоведение);**
- **изучение земного покрова и биология;**
- **исследования с помощью системы глобального позиционирования (GPS);**
- **изучение сезонов (времен года),**

Все описания исследований имеют одинаковую структуру, указанную ниже. В каждом описании исследования приводятся исходная информация о теме исследований («Предпосылки»), инструкции по выполнению измерений и описания ряда учебных занятий.

На следующих страницах приведены подробные описания следующих стандартных разделов описаний исследований:

- **первое знакомство с исследованием;**
- **введение;**
- **описания практических работ;**
- **описания учебных занятий;**
- **приложения.**

Следует отметить, что глава «Изучение сезонов» не предусматривает выполнения каких-либо дополнительных измерений и поэтому не содержит раздела описаний практических работ.

Атмосферные исследования: краткий обзор

Практические работы

Ежедневные измерения, которые производятся в течение одного часа до или после местного солнечного полудня:

- тип облаков
- плотность облачного покрова
- количество осадков (дождя или снега)
- кислотность (pH) осадков
- текущая температура воздуха
- максимальная температура воздуха за прошедшие сутки
- минимальная температура воздуха за прошедшие сутки

Предлагаемая последовательность проведения работ и занятий

Прочтение раздела *«Атмосферные исследования: приветствие»*.
Копирование письма ученого и интервью с ученым и раздача копий письма и интервью учащимся.
Прочтение описаний *практических работ*: точное определение того, что и как следует измерять.
Прочтение краткого описания учебных занятий в начале раздела *«Учебные занятия»*.
Выполнение подготовительных работ перед началом выполнения практических работ:
Наблюдение, описание и идентификация облаков
Оценка плотности облачного покрова: имитация.
Установка укрытия для приборов и дождемера в подходящем месте на пришкольном участке,
Если это возможно, планируйте размещение приборов с участием учащихся. Критерии размещения приборов приведены в разделе «Практические работы».
Загрузка исходной информации о выбранном участке атмосферных исследований в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
Копирование рабочего листа атмосферных данных, содержащегося в *«Приложении»*.
Обучение школьников навыкам выполнения ежедневных измерений в соответствии с инструкциями, приведенными в описаниях практических работ.
Ежедневная загрузка собранных данных в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
Прохождение остальных учебных занятий по мере выполнения ежедневных измерений.

Особое примечание

Не забудьте приготовить приборы, необходимые для выполнения практических работ по теме «Атмосферные исследования». Информацию о возможных способах получения или приобретения этих приборов см. в разделе *«Комплект инструментов и материалов»*.

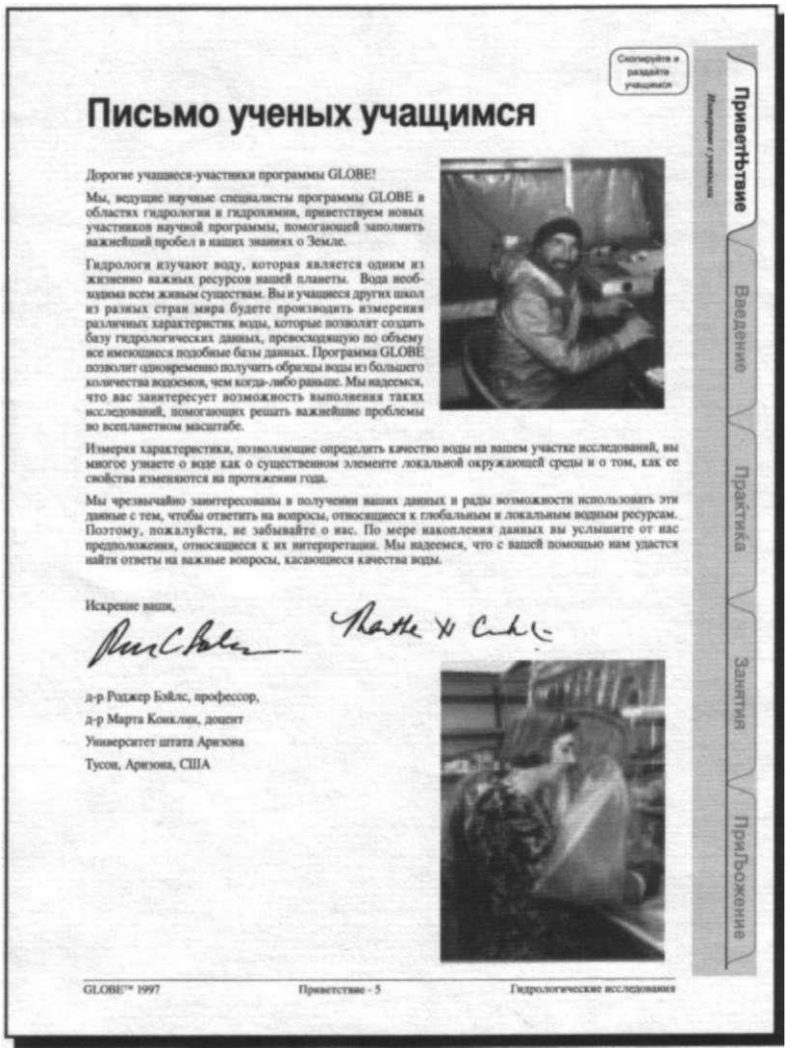
GLOBE™ 1997 Приветствие - 2 Атмосферные исследования

Краткий обзор исследования

Описание каждого исследования начинается с краткого обзора, содержащего сводку измерений, которые должны быть выполнены учащимися. Кроме того, в кратком обзоре рекомендуется последовательность, в которой могут перемежаться учебные занятия и практические работы. Разные школы по-разному подходят к выполнению программы GLOBE; различны также потребности и возможности индивидуальных учащихся. В некоторых школах практические работы выполняются в строгом соответствии с приведенными описаниями. В других учащимся могут потребоваться дополнительные разъяснения исходных научных приниципов, на основе которых выполняется практическая работа.

В целом, каждое из исследований выполняется в следующем порядке.

1. Учащиеся знакомятся с материалами, в которых рассказывается об ученых и их работе.
2. Учащимся разъясняются методы выполнения практической работы, проводятся подготовительные учебные занятия и практические занятия по приобретению навыков выполнения измерений.
3. Учащиеся начинают выполнять измерения.
4. Учащиеся приобретают дальнейшие знания в соответствующей области, изучая полученные ими данные и данные, собранные другими школами мира, после чего проводятся дополнительные учебные занятия.



Скопируйте и раздайте учащимся

Приветствие | Введение | Практика | Занятия | Приложение

Письмо ученых учащимся

Дорогие учащиеся-участники программы GLOBE!

Мы, ведущие научные специалисты программы GLOBE в областях гидрологии и гидрохимии, приветствуем новых участников научной программы, помогающей заполнить важнейший пробел в наших знаниях о Земле.

Гидрологи изучают воду, которая является одним из жизненно важных ресурсов нашей планеты. Вода необходима всем живым существам. Вы и учащиеся других школ из разных стран мира будете производить измерения различных характеристик воды, которые позволят создать базу гидрологических данных, превосходящую по объему все имеющиеся подобные базы данных. Программа GLOBE позволит одновременно получить образцы воды из большего количества водоемов, чем когда-либо раньше. Мы надеемся, что вас заинтересует возможность выполнения таких исследований, помогающих решать важнейшие проблемы во всепланетном масштабе.

Измеряя характеристики, позволяющие определить качество воды на вашем участке исследований, вы многое узнаете о воде как о существенном элементе локальной окружающей среды и о том, как ее свойства изменяются на протяжении года.

Мы чрезвычайно заинтересованы в получении ваших данных и рады возможности использовать эти данные с тем, чтобы ответить на вопросы, относящиеся к глобальным и локальным водным ресурсам. Поэтому, пожалуйста, не забывайте о нас. По мере накопления данных вы услышите от нас предположения, относящиеся к их интерпретации. Мы надеемся, что с вашей помощью нам удастся найти ответы на важные вопросы, касающиеся качества воды.

Искренне ваши,

д-р Роджер Бойлс, профессор,
д-р Марта Конклин, доцент
Университет штата Аризона
Тусон, Аризона, США

GLOBE™ 1997 Приветствие - 5 Гидрологические исследования

Первое знакомство с исследованием

Разделы «Первое знакомство» позволяют вам и вашим ученикам познакомиться с учеными, ответственными за выполнение данного исследования. В эти разделы включены письма и интервью ученых, назначенных ведущими научными специалистами по соответствующей теме программы. Учитель должен скопировать письма и интервью ученых и раздать их учащимся, или каким-либо иным образом познакомить учащихся с содержанием этих материалов.

Введение

Изучение сезонов

Приветствие | Введение | Учебные занятия | Приложение

Крупным планом

По мере обращения Земли вокруг Солнца на Земле происходят сезонные изменения, оказывающие влияние на характеристики атмосферы и поверхностных вод, влажность и температуру почвы и растительный покров, наблюдаемые учащимися-участниками программы GLOBE. Эти сезонные изменения отражают взаимосвязанность различных наблюдаемых аспектов окружающей среды. Многие важные сезонные явления и региональные различия можно изучать на основе экологических и климатических факторов, измеряемых в рамках программы GLOBE. Сезонное изменение является результатом увеличения или уменьшения количества поглощаемой солнечной энергии, а результаты измерений, выполняемых участниками программы GLOBE, позволяют прослеживать такие изменения энергетических уровней.

Изучение сезонов осуществляется с использованием научных концепций в сочетании с данными, полученными при выполнении различных практических работ. Учащиеся изучают ежегодные глобальные сезонные изменения, объединяя и связывая пройденный ранее материал. В этой главе основное внимание уделяется следующим двум процессам.

1. Обучение научному осмыслению данных. Школьники изучают сезонные циклы и взаимосвязь между всеми аспектами экологической системы Земли.

2. Развитие навыков проведения исследований. Школьники учатся планировать и выполнять свои собственные исследования в рамках программы GLOBE.

Концепция смены времен года достаточно проста для учащихся любого возраста, но ее можно изучать на различных уровнях. В отношении учащихся с начальным уровнем подготовки цель изучения сезонов заключается в наблюдении множества изменений, происходящих в течение года, и в понимании того, каким образом результаты наблюдений и измерений отражают более крупномасштабные и сложные изменения. Учащиеся с промежуточным и высоким уровнем подготовки ставят перед собой дополнительную цель: понять, какими факторами объясняются различия между сезонными изменениями в отдельных регионах мира.

Чем объясняется смена времен года?

Подобно приливам, регулярно омывающим берега моря, времена года следуют одно за другим на поверхности планеты, принося с собой ее периодические превращения. С приходом зимних снегов, муссонных дождей или летней жары окружающая среда постоянно изменяется, и эти значительные изменения происходят на протяжении относительно коротких периодов времени. Эти огромные и сложные изменения становятся более понятными благодаря их повторяемости и предсказуемости. В древности многие народы замечали изменение положения Солнца на небе на протяжении года и умели составлять календари и предсказывать смену времен года на основе наблюдений.

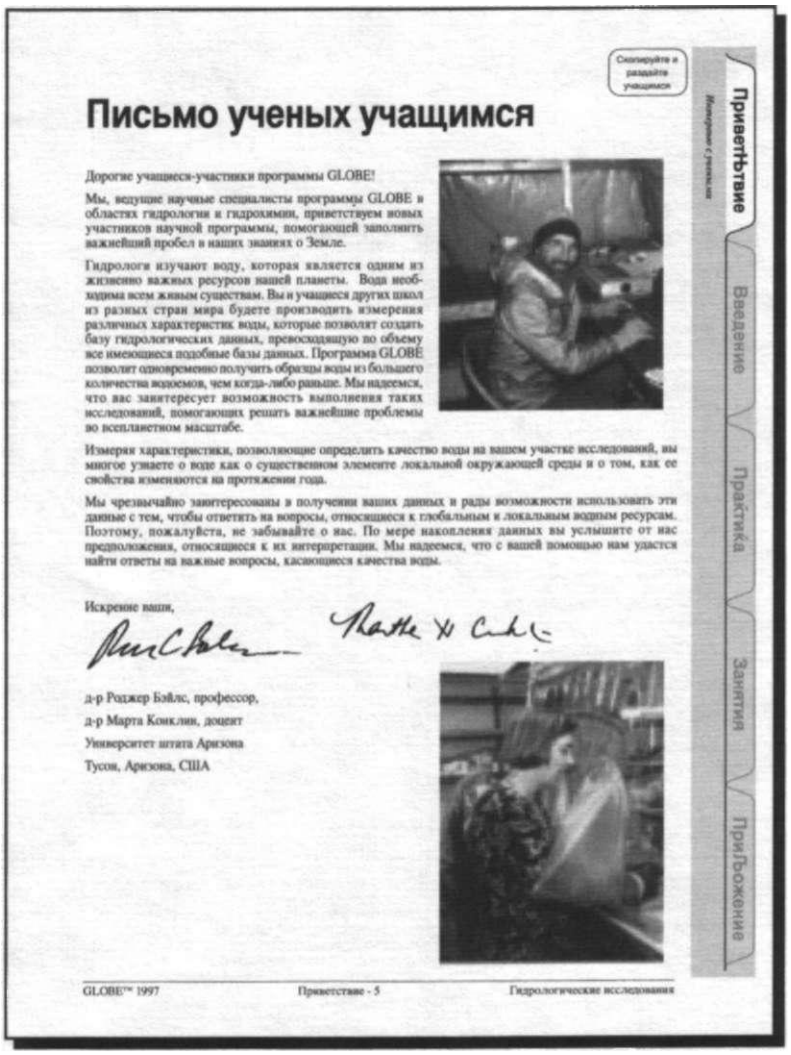
GLOBE™ 1997 Введение - 1 Изучение сезонов

Введение

В разделе «Введение» закладывается основа для дальнейшего исследования. В этом разделе содержатся важные исходные данные и другая информация, которая поможет вам и вашим ученикам оценить научное значение исследования. Раздел «Введение» содержит:

- общее описание исследования в перспективе («крупным планом»);
- рекомендации по подготовке к полевым работам;
- описание целей обучения; и
- советы, относящиеся к оценке усвоения учащимися пройденного материала.

Введение содержит исходную информацию об исследовании для учителя, помогающую ему руководить учащимися в ходе выполнения ими работы по программе GLOBE.



Скопируйте и раздайте учащимся

Приветствие | Введение | Практика | Занятия | Приложение

Письмо ученых учащимся

Дорогие учащиеся-участники программы GLOBE!

Мы, ведущие научные специалисты программы GLOBE в областях гидрологии и гидрохимии, приветствуем новых участников научной программы, помогающей заполнить важнейший пробел в наших знаниях о Земле.

Гидрологи изучают воду, которая является одним из жизненно важных ресурсов нашей планеты. Вода необходима всем живым существам. Вы и учащиеся других школ из разных стран мира будете производить измерения различных характеристик воды, которые позволят создать базу гидрологических данных, превосходящую по объему все имеющиеся подобные базы данных. Программа GLOBE позволит одновременно получить образцы воды из большего количества водоемов, чем когда-либо раньше. Мы надеемся, что вас заинтересует возможность выполнения таких исследований, помогающих решать важнейшие проблемы во всепланетном масштабе.

Измеряя характеристики, позволяющие определить качество воды на вашем участке исследований, вы многое узнаете о воде как о существенном элементе локальной окружающей среды и о том, как ее свойства изменяются на протяжении года.

Мы чрезвычайно заинтересованы в получении ваших данных и рады возможности использовать эти данные с тем, чтобы ответить на вопросы, относящиеся к глобальным и локальным водным ресурсам. Поэтому, пожалуйста, не забывайте о нас. По мере накопления данных вы услышите от нас предположения, относящиеся к их интерпретации. Мы надеемся, что с вашей помощью нам удастся найти ответы на важные вопросы, касающиеся качества воды.

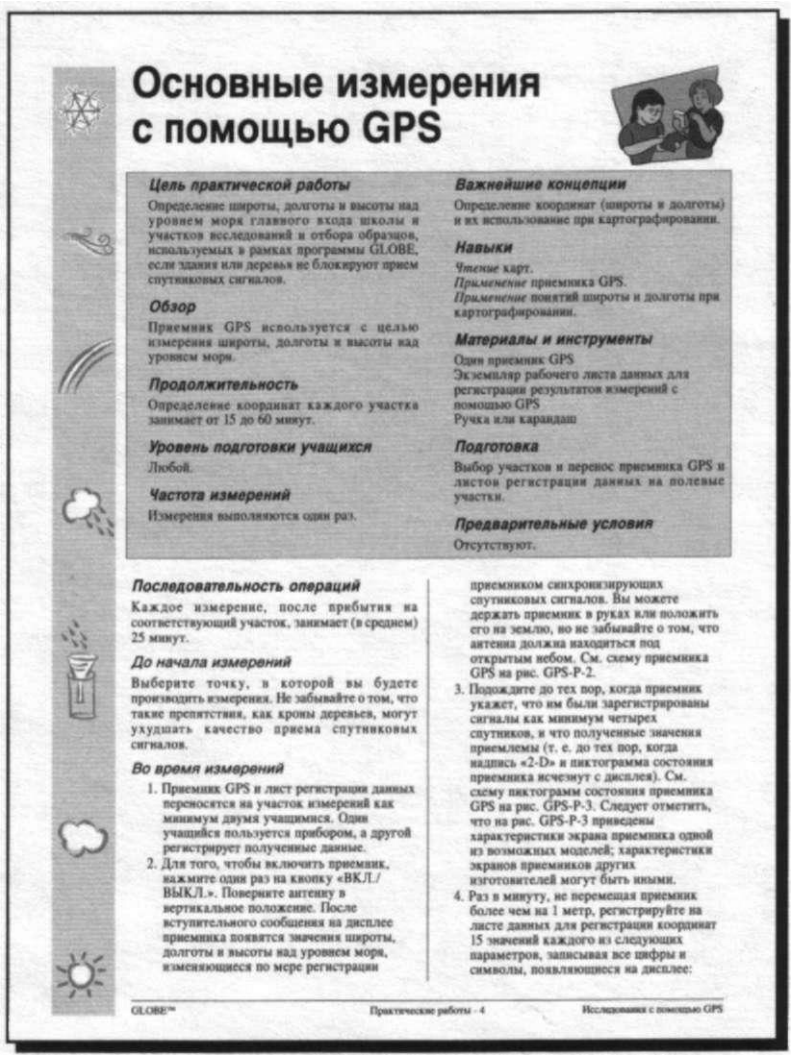
Искренне ваши,

д-р Роджер Бэйлс, профессор,
д-р Марта Конклин, доцент
Университет штата Аризона
Тусон, Аризона, США

GLOBE™ 1997 Приветствие - 5 Гидрологические исследования

Первое знакомство с исследованием

Разделы «Первое знакомство» позволяют вам и вашим ученикам познакомиться с учеными, ответственными за выполнение данного исследования. В эти разделы включены письма и интервью ученых, назначенных ведущими научными специалистами по соответствующей теме программы. Учитель должен скопировать письма и интервью ученых и раздать их учащимся, или каким-либо иным образом познакомить учащихся с содержанием этих материалов.



Основные измерения с помощью GPS

Цель практической работы

Определение широты, долготы и высоты над уровнем моря главного входа школы и участков исследований и отбора образцов, используемых в рамках программы GLOBE, если здания или деревья не блокируют прием спутниковых сигналов.

Обзор

Приемник GPS используется с целью измерения широты, долготы и высоты над уровнем моря.

Продолжительность

Определение координат каждого участка занимает от 15 до 60 минут.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота измерений

Измерения выполняются один раз.

Важнейшие концепции

Определение координат (широты и долготы) и их использование при картографировании.

Навыки

Чтение карт.
Применение приемника GPS.
Применение понятий широты и долготы при картографировании.

Материалы и инструменты

Один приемник GPS
Экземпляр рабочего листа данных для регистрации результатов измерений с помощью GPS
Ручка или карандаш

Подготовка

Выбор участков и перенос приемника GPS и листов регистрации данных на полевые участки.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Последовательность операций

Каждое измерение, после прибытия на соответствующий участок, занимает (в среднем) 25 минут.

До начала измерений

Выберите точку, в которой вы будете производить измерения. Не забывайте о том, что такие препятствия, как кроны деревьев, могут ухудшать качество приема спутниковых сигналов.

Во время измерений

1. Приемник GPS и лист регистрации данных переносятся на участок измерений как минимум двумя учащимися. Один учащийся пользуется прибором, а другой регистрирует полученные данные.
2. Для того, чтобы включить приемник, нажмите один раз на кнопку «ВКЛ./ВЫКЛ.». Поверните антенку в вертикальное положение. После вступительного сообщения на дисплее приемника появятся значения широты, долготы и высоты над уровнем моря, изменяющиеся по мере регистрации приемником синхронизирующих спутниковых сигналов. Вы можете держать приемник в руках или положить его на землю, но не забывайте о том, что антенна должна находиться под открытым небом. См. схему приемника GPS на рис. GPS-P-2.
3. Подождите до тех пор, когда приемник укажет, что им были зарегистрированы сигналы как минимум четырех спутников, и что полученные значения приемлемы (т. е. до тех пор, когда надпись «2-D» и пиктограмма состояния приемника исчезнут с дисплея). См. схему пиктограмм состояния приемника GPS на рис. GPS-P-3. Следует отметить, что на рис. GPS-P-3 приведены характеристики экрана приемника одной из возможных моделей; характеристики экранов приемников других изготовителей могут быть иными.
4. Раз в минуту, не перемещая приемник более чем на 1 метр, регистрируйте на листе данных для регистрации координат 15 значений каждого из следующих параметров, записывая все цифры и символы, появляющиеся на дисплее:

GLOBE™ Практические работы - 4 Исследования с помощью GPS

Практические работы

В этом разделе подробно описывается порядок выполнения требуемых измерений в ходе исследования. Описание практических работ содержит:

- указания по выбору участка, на котором проводятся исследования;
- перечень приборов, необходимых для выполнения исследования;
- инструкции по выполнению измерений; и
- указания по загрузке информации в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

В разделах «Практические работы» содержатся точные инструкции по выполнению измерений. Перед выполнением измерений необходимо внимательно прочитать эти инструкции. Далее в этой главе приводятся некоторые рекомендации по проведению практических работ. Подробные технические требования к приборам, необходимым для выполнения практических работ, содержатся в разделе «Комплект приборов и материалов».

Классификация листьев

Предназначение занятия

Учащиеся обучаются классифицировать (сортировать) объекты на различные группы (классы). Они знакомятся с иерархической системой классификации. Знание этих фундаментальных концепций способствует лучшему пониманию учащимися схемы классификационных единиц MUC, которая используется в практических работах по исследованию наземного покрова и оценке точности измерений по программе GLOBE.

Обзор

Учащиеся собирают различные листья в окрестностях школы. Работая в группе, они разрабатывают собственную систему классификации для сортировки листьев, и убеждаются в возможности существования различных способов классификации одной и той же группы объектов. В ходе этого занятия учащиеся знакомятся со сложной природой «простых» заданий, для которых не существует единственного правильного ответа.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Классификация помогает в организации и понимании природных объектов.

Система классификации представляет собой набор названий и правил, используемых для сортировки объектов.

Иерархическая система имеет много уровней с возрастающей степенью подробности.

Навыки

Создание классификационной схемы.

Использование этой схемы для организации объектов.

Для учащихся с начальным уровнем подготовки: *сортировки* и *группировки* объектов.

Для учащихся со средним уровнем подготовки: *использование* набора названий и правил для классификации объектов.

Для учащихся с высоким уровнем подготовки: *использование* набора подробных названий и правил для классификации объектов.

Приборы и материалы

Различные листья.

Школьная доска или большой лист бумаги для того, чтобы нарисовать схему классификации.

Подготовка

Соберите набор различных листьев.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Ученые классифицируют различные объекты окружающей среды, например, облака, типы почв или типы леса. Наличие такой классификации помогает организовывать и понимать природные объекты. *Система классификации* представляет собой организованную схему для группировки объектов в сходные категории. Любая система классификации имеет два элемента: *наименования и правила*. Наименования относятся к названию различных классов в системе классификации, а правила позволяют определить, к какому классу следует отнести данный объект. Хорошо разработанные системы названий и правил позволяют ученым давать описания и проводить организацию объектов сходным образом. Так, например, модифицированная система классификации ЮНЕСКО, которая используется в практических работах по программе GLOBE, позволяет участникам программы сходным образом описывать наземный покров в любой точке планеты с использованием тех же названий и правил, которыми пользуются остальные участники программы GLOBE.

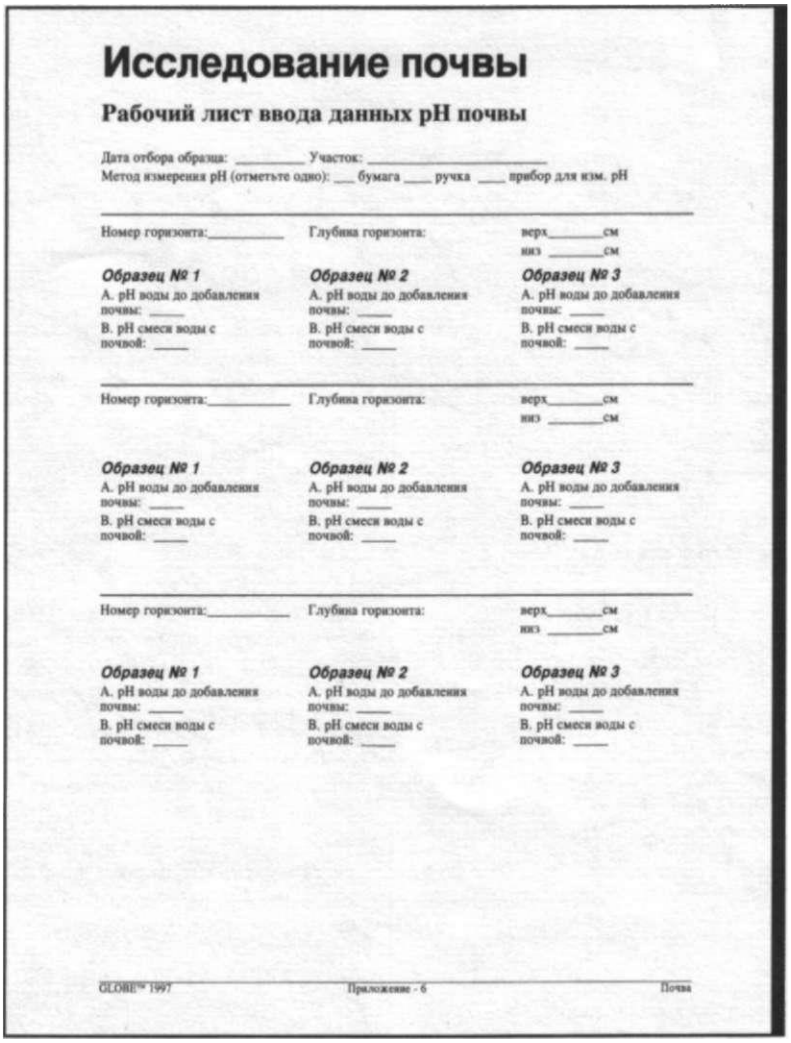
Любая хорошая система классификации имеет несколько ключевых характеристик. Во-первых, классы должны быть *взаимоисключающими* - это значит, что любой объект может быть отнесен только к одному наиболее подходящему классу. Если в системе классификации листьев данный лист может быть помещен в одну из двух категорий, это означает, что классы не являются взаимоисключающими. Во-вторых, система классификации должна быть *полностью исчерпывающей*. Это значит, что в ней должны

GLOBE™ 1997 Учебные занятия - 2 Наземный покров

Учебные занятия

В разделе «Учебные занятия» каждой теме исследований содержится описание нескольких занятий, которые можно проводить с тем, чтобы помочь учащимся лучше разобраться в методах применения приборов и выполнения практической работы, интерпретировать собранные ими данные и пользоваться данными, полученными в ходе выполнения программы GLOBE, развивая свое понимание основных концепций исследования.

В начале каждого раздела «Учебные занятия» в рамке и в стандартном формате приведена сводка наиболее существенной информации, с помощью которой можно быстро определить, соответствует ли то или иное занятие уровню подготовки ваших учеников, в зависимости от их возраста, интересов и способностей. В этой первоначальной сводке описания учебных занятий под рубрикой «Продолжительность занятий» обычно указывается количество 50-минутных классных занятий, рекомендуемое для преподавания предусмотренного материала. Под рубрикой «Уровень подготовки» указываются уровни подготовки, требуемые для усвоения материала и соответствующие возрастным категориям учащихся: начальный уровень (от 5 до 9 лет), средний уровень (от 10 до 13 лет) и высокий уровень (от 14 до 18 лет).



Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных pH почвы

Дата отбора образца: _____ Участок: _____
Метод измерения pH (отметьте одно): ___ бумага ___ ручка ___ прибор для изм. pH

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см низ _____см

Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____
B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см низ _____см

Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____
B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см низ _____см

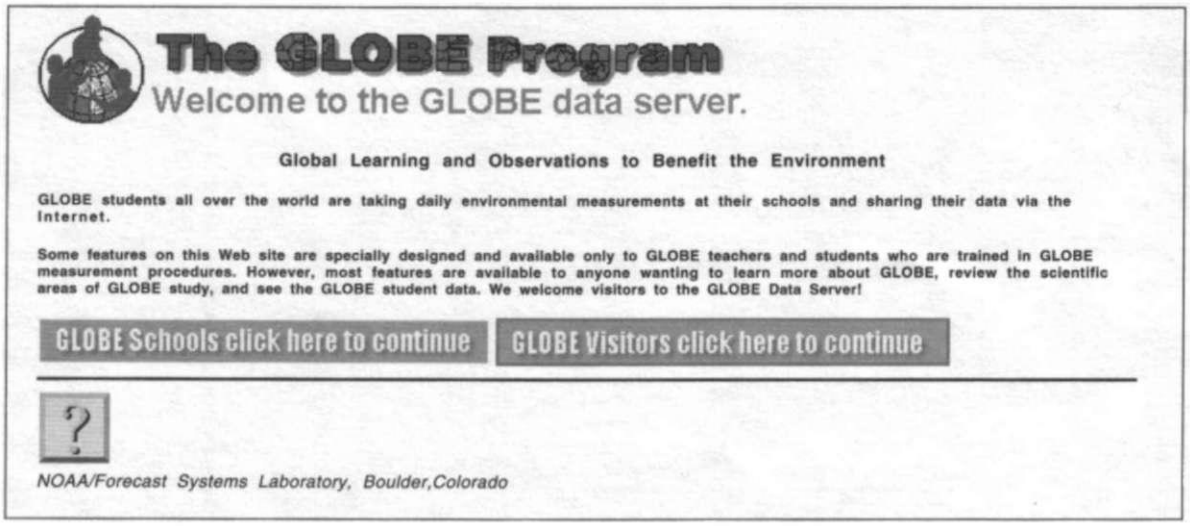
Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____	A. pH воды до добавления почвы: ____
B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____	B. pH смеси воды с почвой: ____

GLOBE™ 1997 Приложение - 6 Почва

Приложение

В приложении к каждой главе, посвященной исследованиям, содержатся листы регистрации данных, которые можно копировать с тем, чтобы они использовались учащимися в процессе сбора данных. Использование этих листов регистрации данных способствует точному выполнению инструкций по выполнению измерений и помогает учащимся не забыть зарегистрировать все требуемые результаты наблюдений. В некоторых из приложений содержатся также большие таблицы или справочные материалы, которые учащиеся могут брать с собой, выполняя измерения. Кроме того, предусмотрены копии листов ввода данных в информационную базу сервера данных учащихся-участников программы GLOBE. Формат этих листов соответствует формату страниц в сети World Wide Web, которыми пользуются учащиеся, вводящие данные, собранные ими в рамках программы GLOBE. Если ваша школа не располагает средствами доступа к сети Web и вы пользуетесь электронной почтой или другими средствами передачи содержащих данные отчетов, эти листы будут способствовать лучшему пониманию вами и вашими учениками категорий данных, которые требуется предоставлять в соответствии с требованиями программы GLOBE. Предусмотрен глоссарий специальных терминов, используемых в связи с выполняемым исследованием. Кроме того, в приложение включены и другие сопроводительные материалы, помогающие проводить исследования. Дополнительные сведения, относящиеся к одному или нескольким исследованиям, можно найти в разделе «Комплект приборов и материалов».

Адресная страница сервера данных GLOBE в сети World Wide Web



Телекоммуникационные средства в программе GLOBE

Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, пользуются компьютерными средствами связи, передавая собранные ими данные и изучая другие данные, относящиеся к выполняемым ими исследованиям. В рамках программы GLOBE применяются компьютерные сети связи Internet и World Wide Web.

Ниже приводится краткое описание того, как используются эти сети связи.

Операция 1. Подсоедините ваш компьютер к сети Internet. Internet — сеть, соединяющая компьютеры по всему миру. Установленный в вашей школе компьютер может быть соединен с сетью Internet с помощью телефонных линий связи или уже установленной специальной линии связи. При выполнении этой первой операции может потребоваться помощь местного специалиста по компьютерному оборудованию и обеспечению.

Операция 2. **Установите *броузер* — программу просмотра, позволяющую вам пользоваться сетью World Wide Web.** Пользуясь сетью Internet в сочетании с сетью World Wide Web, вы можете получать информацию от тысяч различных коммерческих предприятий, университетов, правительственных организаций и индивидуальных лиц. Все эти предприятия и организации предлагают один или несколько исходных узлов компьютерной сетевой связи, называемых *адресными страницами* или *домашними страницами*, на которых содержится информация об организации и о ее продукции или услугах (большинство адресных страниц размечены понятными визуальными обозначениями и просты в обращении). Для того, чтобы получить доступ к этим адресным страницам в сети World Wide Web, необходимо установить на компьютере особое программное обеспечение, называемое броузером или программой просмотра. Существуют самые различные броузеры (некоторые из них распространяются бесплатно), но любой из них позволит вам выполнить требуемую задачу — получить доступ к сети World Wide Web. В процессе выбора и установки броузера и первоначального соединения с сетью World Wide Web вам может потребоваться помощь местного специалиста по компьютерному оборудованию и обеспечению.

Операция 3. Теперь вы можете воспользоваться страницей программы GLOBE **в сети World Wide Web.** Участники программы GLOBE пользуются общедоступной адресной страницей программы в сети Web (http://www.globe.gov). Эта адресная страница — исходный узел связи, с помощью которого пользователи вызывают формы для загрузки данных, информацию о результатах научных исследований и некоторые очень интересные визуальные представления данных, помогающие учащимся усваивать новый материал и вести исследования.

Школа, участвующая в программе GLOBE, как правило, открывает новую, собственную адресную страницу. Это очень важный элемент сотрудничества в рамках программы GLOBE.

Ниже приведены несколько образцов страниц программы GLOBE в сети Web. Одна из них, лист ввода данных, используется вами при загрузке данных. На других страницах приведены образцы визуальных представлений данных или карты, разработанные на основе температурных или других справочных данных, собранных учащимися.

Программа GLOBE: образец экрана ввода данных

Протокол для образцов, взятых у поверхности почвы по "схеме звезды"

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Насыщена ли почва водой? O Да O Нет

Метод сушки [выбрать]
Среднее время высыхания (час.): [ ] (мин.) [ ]

Введите данные для трех образцов, взятых на глубине между 0 и 5 см:

Контейнер No. 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес пустого контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Содержание воды в почве (г/г x 100) : 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Введите данные для трех образцов, взятых на глубине 10 см:

Контейнер No. 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес пустого контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

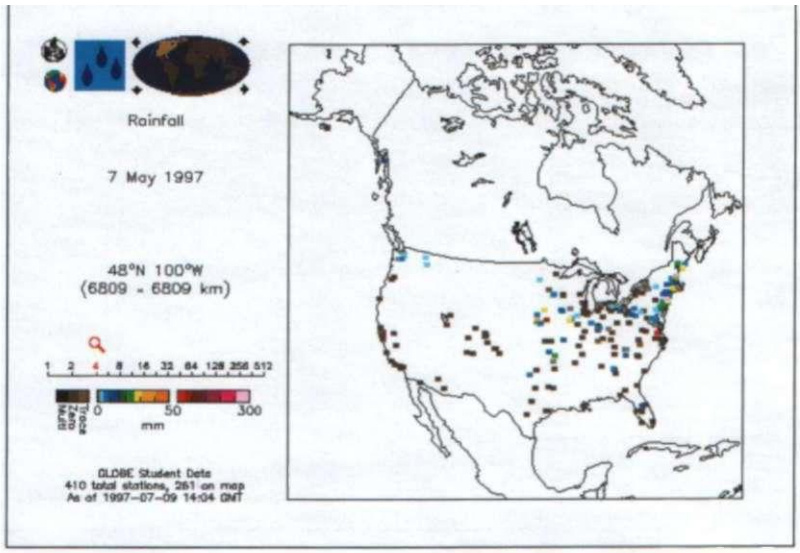
Содержание воды в почве (г/г x 100) : 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Поимечания:
[ ]

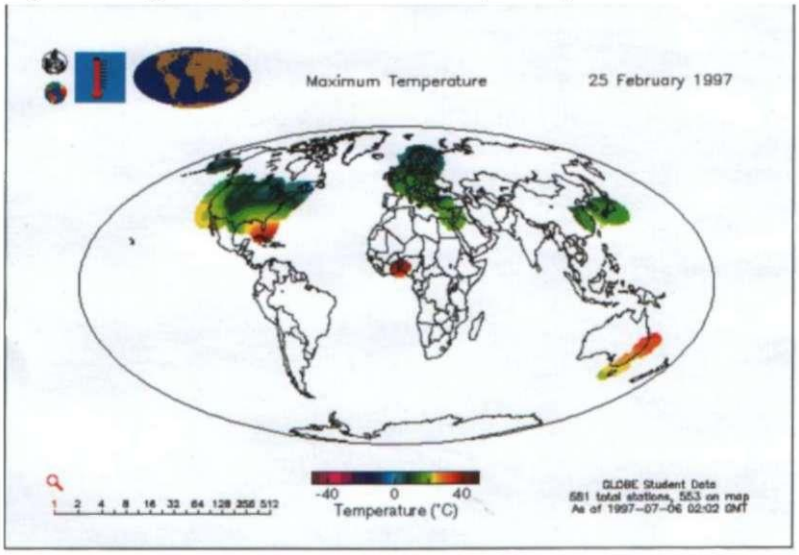
[Послать] [Стереть]

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

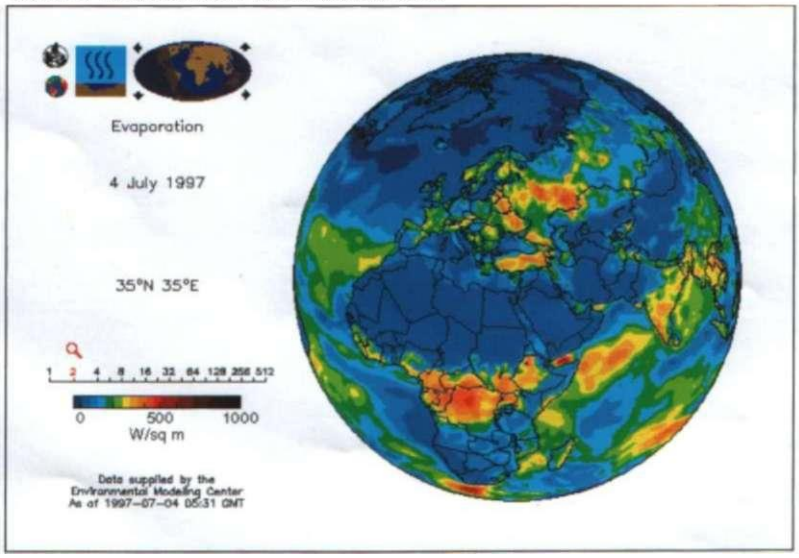
Образец визуального представления данных, собранных учащимися



Образец контурной визуализации данных, собранных учащимися



Образец визуализации справочных данных



Дистанционная регистрация данных

Введение

Все мы воспринимаем окружающую среду с помощью органов чувств. Некоторые органы чувств — осязания и вкуса — требуют непосредственного прикосновения к тому, что мы ощущаем. Другие органы — зрения и слуха — позволяют нам воспринимать объекты на расстоянии. Во втором случае, мы ощущаем объекты или явления, удаленные от наших глаз и ушей, т. е. регистрируем данные дистанционно. Пользуясь микроскопом, телескопом, кинокамерой с пленкой, микрофоном, усилителем, громкоговорителем, видеокамерой или телевизионной камерой, мы расширяем наши возможности регистрации данных. Эти технические средства позволяют нам видеть дальше, видеть более подробные детали и ощущать более слабые сигналы, чем те, которые мы воспринимаем без помощи приборов.

Наши возможности дистанционной регистрации данных сочетаются с подвижным «комплектом оборудования», включающим источник энергии и средства обработки и хранения данных — мы поворачиваем голову, чтобы смотреть в разных направлениях, перемещаемся, чтобы лучше увидеть или услышать тот или иной объект, принимаем решения на основе зарегистрированной информации и запоминаем изображения и звуки. Для того, чтобы лучше увидеть окружающую нас среду, мы можем подняться по лестнице, забраться на дерево, взойти на холм — и наше поле зрения увеличится. В прошлом веке единственным средством, позволявшим увидеть Землю с высоты птичьего полета, был воздушный шар. После изобретения фотографической камеры в середине прошлого века люди начали снимать аэрофотографии с воздушных шаров. Одна из первых аэрофотографий, снятых с воздушного шара, была сделана в Бостоне, в штате Массачусетс, в 1860 г., с высоты 400 м над городом. Особенно интересная фотография была сделана во время землетрясения и пожара в Сан-Франциско в 1906 г. с помощью флотилии из 17 воздушных змеев, привязанных к лодке, стоявшей на якоре в заливе Сан-Франциско.

До 1960 г. наиболее расространенные системы дистанционной регистрации данных были основаны на приниципе обычной фотографической съемки, хотя инфракрасная пленка и радиолокация были уже изобретены и использовались во время Второй мировой войны. Космические системы дистанционной регистрации данных стали использоваться в 1960 г., после запуска первого спутника с телевизионной инфракрасной обсерваторией (TIROS I). Сначала спутники серии TIROS использовались для получения изображений облачного покрова; за ними последовали используемые в настоящее время метеорологические спутники Национального управления США по исследованиям океанов и атмосферы (NOAA), выведенные на полярные орбиты. Первым космическим спутником, дистанционно регистрирующим данные о земной поверхности, стал спутник для изучения технологии использования ресурсов Земли (ERTS I), запущенный Национальным управлением США по аэронавтике и исследованиям космического пространства (NASA) в июле 1972 г. Позже этому спутнику было присвоено наименование Landsat I, и он стал первым из серии спутников Landsat, предназначенных для получения изображений и картографирования поверхности Земли. В настоящее время разными странами и международными организациями запущены и используются несколько дюжин спутников, регистрирующих характеристики окружающей среды.

Первоначально этими техническими средствами, в связи с их высокой стоимостью, могли пользоваться только крупные правительственные и частные организации. В недавнее время возможности настольных вычислительных систем и значительное увеличение количества спутников, запущенных многими странами, позволили предоставить людям всего мира доступ к спутниковой технологии. Теперь небольшие высшие образовательные учреждения и коммерческие предприятия, начальные и средние школы, землемеры, экологические группы и даже индивидуальные лица пользуются спутниковыми средствами дистанционной регистрации данных.

Различные изображения, полученные с помощью систем дистанционной регистрации данных, приведены во многих частях нашего руководства. Некоторые из них выглядят, как фотографии, и иногда действительно являются фотографиями. «Голубой шар» — пожалуй, самая знаменитая фотография Земли, снятая из космоса, — была сделана астронавтами на борту «Аполлона-17», когда они совершали полет на Луну в декабре 1972 г. (см. рис. IMP-I-1). Другие изображения выглядят скорее, как абстрактные картины. В наше время большинство изображений, полученных методами дистанционной регистрации данных, являются не фотографиями, а цифровыми изображениями. Они регистрируются твердотельными детекторами и преобразуются в потоки цифровой информации, которые передаются, записываются и выводятся на экраны компьютерами. Приборы дистанционной регистрации

данных, установленные на спутнике Landsat, позволяют получить цифровые изображения этого типа. Во всех случаях, когда это возможно, школе, участвующей в программе GLOBE, предостав¬ляется изображение опытного участка программы GLOBE, в центре которого находится эта школа, полученное картографическим тематическим оборудованием (TM), установленным на спутнике Landsat.

Рис. IMP-1-1. «Голубой шар» — фотография, сделанная на борту «Аполлона-17» в декабре 1972 г.

Источник: NASA

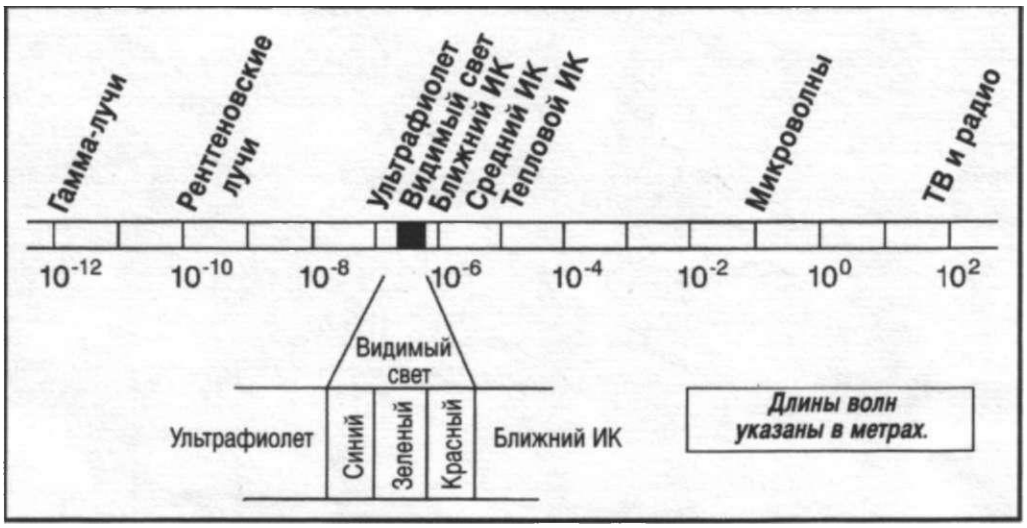
Какие характеристики опытного участка программы GLOBE измеряет тематическое картографическое (TM) оборудование спутника?

Датчики TM регистрируют отраженный от Земли в космос солнечный свет в видимой и инфракрасной частях спектра. В комплект картографического тематического оборудования входят также датчики, регистрирующие инфракрасное излучение и свет, испускаемые самой Землей, но эти возможности оборудования спутника не используются в рамках программы GLOBE.

Видимый свет представляет собой *электромагнитное излучение* или *световые волны,* которые могут восприниматься человеческим глазом на основе принципа дистанционной регистрации данных. Говорят, что зрение дает нам примерно 90% информации об окружающем мире. Видимая часть спектра, однако, является лишь небольшой частью очень широкого диапазона излучения (см. рис. IMP-1-2). В этом непрерывном диапазоне излучения различные волны характеризуются их длиной. Длина волн, как правило, измеряется в микронах (мкм) (1 мкм = 1 x 10"«м (0,000001 м)) или нанометрах (нм) (1 нм = 1 x 10°м (0,000000001 м)). Самые короткие волны, длина которых составляет примерно 10«м, называются гамма-лучами, а самыми длинными волнами являются радиоволны и волны, принимаемые телевизионным оборудованием; их длина составляет порядка 10*«мкм (100 м). Видимая часть спектра располагается примерно в середине общего спектра излучения; в ней наименьшей длиной волны отличается фиолетовый свет, а наибольшей — красный. Длина волн видимого света составляет от 400 нм (фиолетовый) до 700 нм (красный).

С обеих сторон видимой части *(полосы)* спектра излучения располагаются волны другой длины, дистанционная регистрация которых имеет существенное значение. Волны, более длинные, чем видимый свет, составляют три части инфракрасного диапазона — ближнюю, среднюю и тепловую. Изображение опытного участка программы GLOBE, получаемое с помощью тематического картографического оборудования, регистрируется в трех полосах видимого света (синего, зеленого и красного), в одной полосе ближнего инфракрасного излучения и в одной из двух полос средней части инфракрасного диапазона. Эти данные о видимом и инфракрасном излучении используются с целью оценки распространения и санитарного состояния сельскохозяйственных культур, лесов и других видов растительного покрова.

Рис. IMP-I-2. Длины электромагнитных волн

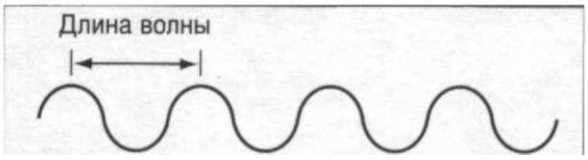


Источник: GLOBE

Длина волн видимого света:
Синий видимый свет: 4,5 x 10"⁷ м
Зеленый видимый свет: 5,5 x 10⁷ м
Красный видимый свет: 6,5 x 10"⁷ м

Каждая из длин волн, обозначенных на схеме спектра электромагнитного излучения, находятся в центре диапазона (или полосы) длин волн соответствующего типа. Наблюдаются постепенные переходы между волнами различных типов. Представьте себе радугу с полосами света красного, оранжевого, желтого, зеленого, синего и фиолетового цветов. Цвета видимого света, соответствующие волнам различной длины, постепенно переходят один в другой. В целях, предусмотренных нашим руководством, мы используем длины волн, обозначенные на схеме (т. е. находящиеся в центрах соответствующих полос).

Рис. ШР-1-3. Длина волны



Длиной волны называется расстояние между гребнями (или впадинами) двух последовательных волн.

Думая о длине волн излучения, можно представлять себе океанские волны. Длина волн измеряется от гребня одной волны до гребня следующей. Представьте себе волны, которые вы видели на поверхности озера или моря. Каково расстояние между гребнями этих волн?

В каждой из полос излучения тематическое картографическое (ТМ) оборудование измеряет интенсивность света, регистрируемого детектором на определенном участке земной поверхности, и выражает эту интенсивность числом от 0 до 255. В двоичной системе исчисления число 255 записывается восемью цифровыми знаками, а каждый из этих знаков называется битом. Поэтому говорят, что оборудование ТМ передает данные в восьми¬битовом формате. Детекторы и оптическое оборудование ТМ сконструированы таким образом, что с орбиты высотой 705 км, на которую выведен спутник Landsat, индивидуальный детектор оборудования может измерить интенсивность света, отраженного от участка земной поверхности площадью 30 х 30 м. Поэтому говорят, что пространственное разрешение оборудования ТМ составляет 30 м. Светимость объектов на земной поверхности, размеры которых не достигают 30 м, усредняется; эти объекты невозможно различить непосредственно на изображении, полученном с помощью оборудования ТМ.

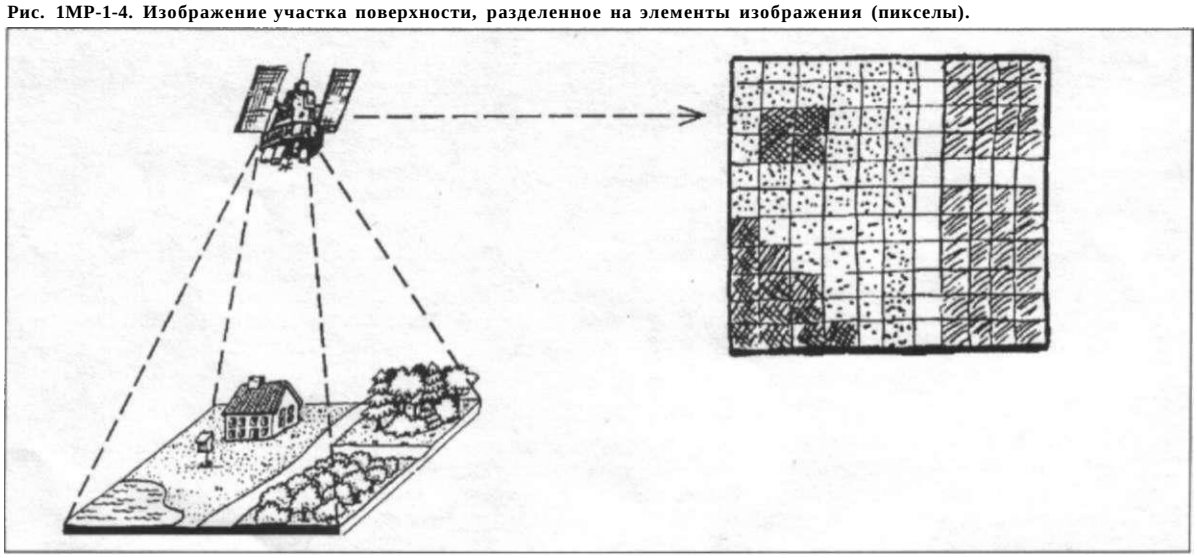
Спутниковые изображения

Изображение большого участка земной поверхности можно получить, собрав измеренные данные об интенсивности света, отраженного множеством участков площадью 30 х 30 м каждый. Если вы посмотрите на телевизионный экран, на газетную иллюстрацию или на рисунок в книге через увеличительное стекло, вы увидите небольшие отдельные цветные точки. Наши глаза, как правило, видят это множество точек как непрерывное изображение. Каждая из этих точек называется элементом изображения, или пикселом. Для того, чтобы получить цифровое изображение на основе данных оборудования ТМ, компьютер использует каждое из зарегистрированных значений интенсив¬ности света, определяя на его основе яркость одного элемента изображения (пиксела) на экране. После окончательного построения изображения каждый пиксел изображения на компьютерном экране соответствует определенному участку поверхности Земли. Этим объясняется *блочная структура,* наблюдаемая при сильном увеличении цифрового изображения (см. рис. ГМР-1-5).

На рис. 1МР-1-6—1МР-1-9 показаны несколько полученных с помощью спутников изображений примерно одного и того же участка земной поверхности — международного торгового порта в г. Портсмут, штат Нью-Хэмпшир — с различным пространственным разрешением, чтобы проде¬монстрировать зависимость качества изображения от размеров элемента изображения (пиксела).

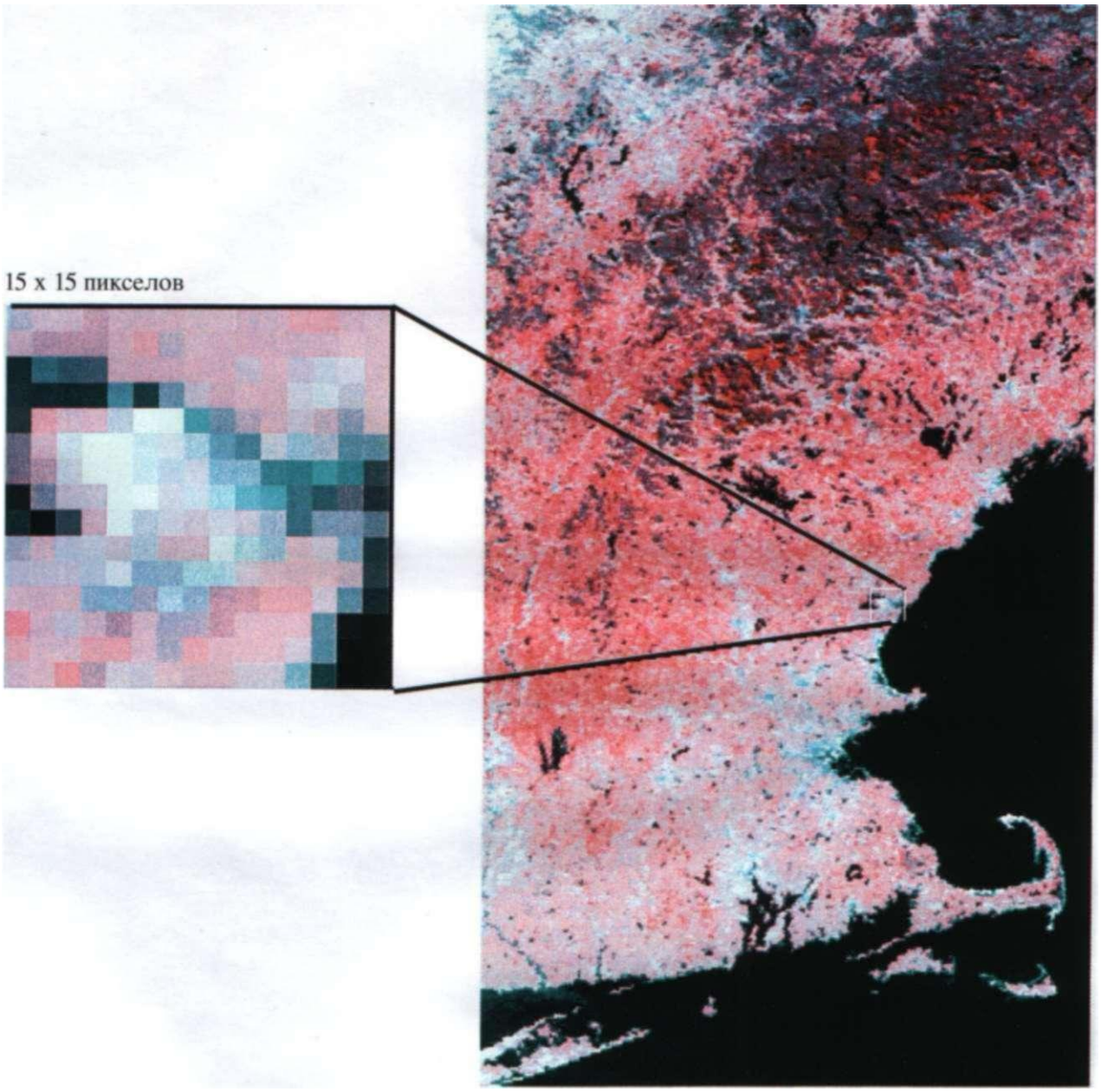
По мере уменьшения размера пиксела количество информации, необходимой для построения

Рис. 1МР-1-4. Изображение участка поверхности, разделенное на элементы изображения (пикселы).



Спутниковое оборудование «видит» земную поверхность как группу элементов равной величины, составляющих изображение. Каждый такой

Рис. IMP-I-5. Изображение, полученное датчиком AVHRR.



Источник: NASA

Инфракрасное изображение участка территории Новой Англии в ложных цветах, полученное усовершенствованным радиометрическим датчиком с очень высоким разрешением (AVHRR), установленным на спутнике NOAA, выведенном на полярную «роиту.каждый пиксел этого изображения примерно соответствует квадратному участку земной поверхности со стороной 1Д км. В вырезке показано увеличенное изображение участка площадью 15 x 15 пикселов, примерно соответствующего площади опытного участка программы GLOBE (демонстрируется примерно тот же участок г. Портсмут, штата Нью-Хэмпшир, что и на рис. EVLP-I-6—IMP-I-9). Самые яркие элементы этой увеличенной части изображения соответствуют взлетно-посадочной полосе и бетонной площадке для стоянки и обслуживания самолетов.

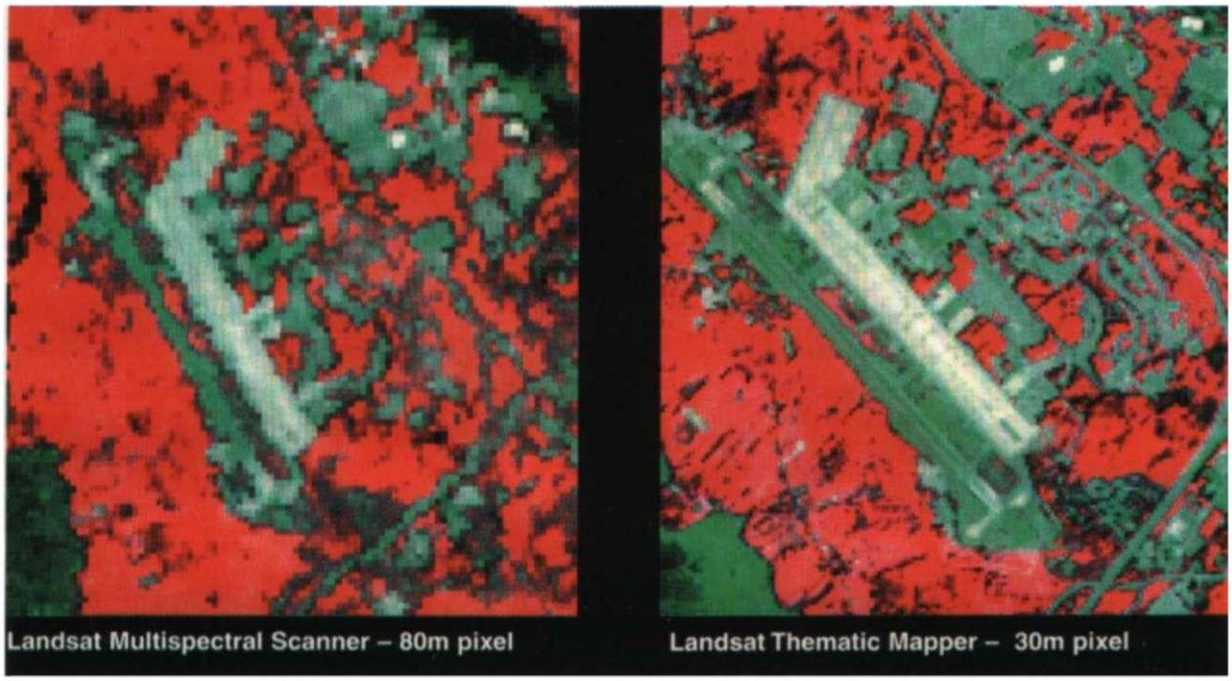


Рис. IMP-I-6

Изображение того же участка, что и на рис. IMP-I-4, полученное тематическим картографическим оборудованием спутника с помощью спектрозонального сканирующего устройства с разрешением 80 м. Такие устройства устанавливались на первых пяти спутниках Ландсат. На изображении можно различить площадку для стоянки, но другие детали трудноразличимы.

Рис. 1MP-1-7

Изображение того же участка, что и на рис. IMP-I-4 и IMP-I-5, полученное тематическим картографическим оборудованием спутника Ландсат с разрешением 30 м. На этом изображении можно различить основные дороги. Разрешение достаточно для обнаружения таких деталей, как отдельный дом. Изображения этого типа, с высоким пространственным разрешением и высоким спектральным разрешением, используются в ходе многих экологических исследований.

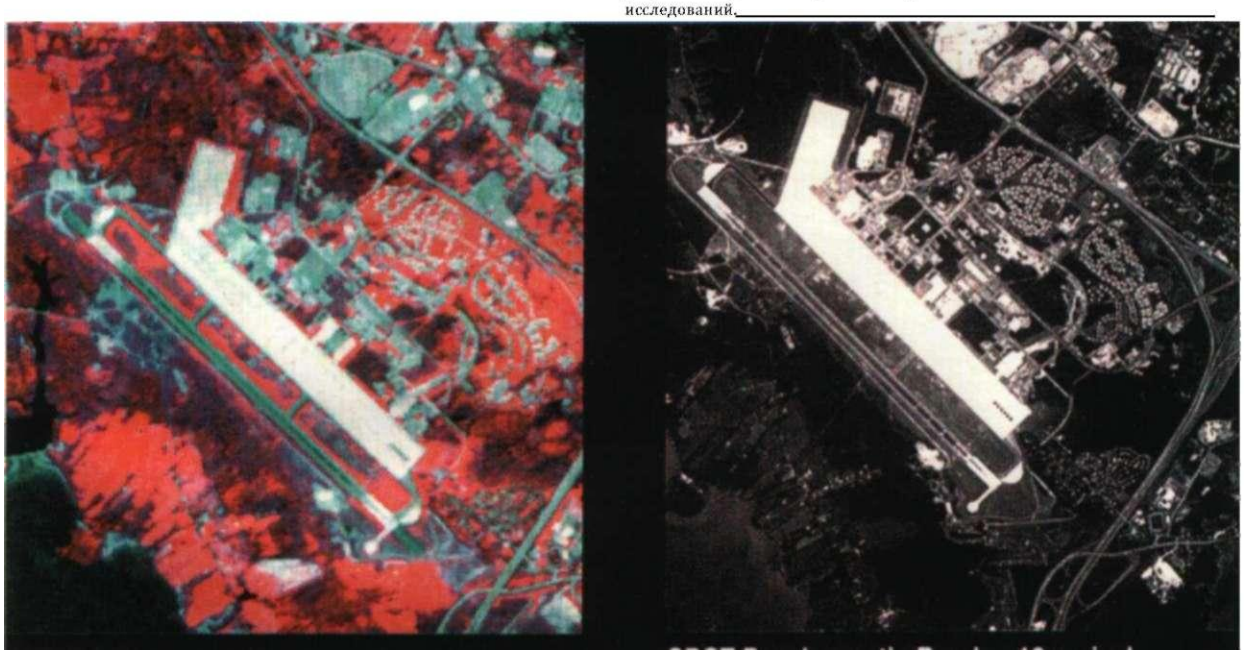


Рис. IMP-I-8

Изображение участка территории штата Нью-Хэмпшир, полученное спектрозональным сканирующим устройством с разрешением 20 м, установленным на французском спутнике SPOT. На этом изображении можно различить второстепенные дороги.

Рис. IMP-I-9

Изображение того же участка территории штата Нью-Хэмпшир, полученное панхроматическим устройством регистрации изображений с разрешением 10 м, установленным на французском спутнике SPOT.

Источник: используется с разрешения д-ра Барри Рока и д-ра Гэри Лаутена, Университет штата Нью-Хэмпшир, программа контроля состояния лесов Earth Day Forest Watch.

Рис. 1MP-1-10. Поверхность земли и воды в г. Канберра, Австралия; изображение получено только в ближнем инфракрасном диапазоне. Поверхность воды выглядит черной. Источник: Центр обработки данных спутников EROS.

изображения участка одной и той же площади, резко возрастает. Органичения, связанные с доступным объемом компьютерной памяти, могут привести к нецелесообразности использования изображений высокого разрешения при изучении участков очень большой площади. Поэтому перед принятием решения об использовании тех или иных спутниковых или других дистанционных датчиков следует учесть цель предпринимаемого исследования. В рамках программы GLOBE размер элемента изображения, получаемого спутником Landsat, составляющий 30 x 30 м, вполне целесообразен. При использовании элементов такого размера изображение всего опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км будет состоять из 512 пикселов по вертикали и 512 пикселов по горизонтали. Для того, чтобы загрузить такое изображение, полученное в каждой из пяти полос спектра, регистрируемых спутниковым оборудованием, потребуется 256 килобайт памяти, т. е. такое изображение свободно поместится на одной компьютерной дискете.

Наши глаза воспринимают как цветные, так и черно-белые изображения. Если изображение строится с использованием данных оборудования TM, полученных только в одной полосе спектра, его можно представить с помощью 256 различных оттенков серого, которые в нашем восприятии соответствуют различным степеням яркости (см. рис. IMP-I-9 и IMP-I-10). Всю гамму цветов, которую воспринимает человеческий глаз, можно воспроизвести посредством сочетания трех различных цветов — красного, зеленого и синего на компьютерном экране, или желтого, красного и синего при смешивании красок (см. рис. IMP-I-11).

На компьютерном экране или в напечатанном изображении каждый элемент (пиксел) представляет собой сочетание красного, зеленого и синего цветов. Это позволяет просматривать изображения одновременно в трех различных полосах длин волн, регистрируемых оборудованием TM. Если интенсивность света в красной полосе, регистрируемой оборудованием TM, соответствует количеству красного цвета в элементе изображения, интенсивность зеленого света — количеству зеленого цвета, и интенсивность синего света — количеству синего цвета, результирующее изображение будет приближено к изображению, которое воспринимали бы наши глаза, если бы мы смотрели на Землю из космоса. Такое изображение называется видимым изображением. Но количество красного цвета в каждом элементе изображения может определяться, например, интенсивностью света в ближнем инфракрасном диапазоне, зарегистрированной оборудованием TM, количество зеленого цвета — интенсивностью красного света, а количество синего цвета — интенсивностью зеленого света. Результатом является изображение в *ложных цветах,* примерно соответствующее изображению, образующемуся на пленке, чувствительной к излучению в инфракрасном диапазоне. На рис. 1MP-1-12 показано такое изображение поверхности земли и воды в Праге, в Чешской Республике. Возможны и другие сочетания длин волн, отображенных различными цветами, но в каждом случае наше восприятие ограничивается сочетанием трех цветов, т. е. каждое изображение может быть построено с использованием данных оборудования TM об интенсивности излучения не более чем в трех полосах спектра.

Спектральные структуры

Давайте разберемся в том, что означают различные цвета. Когда белый свет (состоящий из всех цветов) падает на тот или иной предмет, некоторые цвета поглощаются, а некоторые отражаются. Например, предмет красного цвета отражает свет в красной части спектра, но поглощает другие цвета (см. рис. 1MP-1-13). Если отражается весь свет, падающий на предмет, он выглядит белым, а если весь свет поглощается, предмет выглядит черным.

Ключ к пониманию спектрозональных данных заключается в анализе отражающих свойств различных поверхностей или объектов, регистрируемых датчиком. Способность того или иного объекта отражать или поглощать солнечное излучение в различных частях спектра (волны различной длины) позволяет определять его *спектральную структуру* (см. рис. 1MP-1-11). Так же, как человека можно опознать по фотографии, дистанционно зарегистрированный на поверхности

Земли объект можно распознать по свойственным ему индивидуальным спектральным и простр. ранственным структурам. Мы можем предска. зывать спектральные структуры объектов . диапазоне видимого света. Например, мы можем предсказать, что океан будет отражать большое количество света в синей части видимого диапазона; океан выглядит синим на изображениях потому, что он поглощает большинство световых волн, отражая преимущественно только синий свет. Мы можем предсказать также, что растительность будет отражать большое количество света в зеленой части видимого спектра, потому что листья окрашены в зеленый цвет, и т. д.

Картографическое тематическое оборудование спутника, однако, может регистрировать изображения не только в видимом диапазоне. Ученые научились интерпретировать структуры отраженного излучения, относящиеся ся к участкам спектра за пределами видимого диапазо. , и во многих случаях способность спектрозо. оборудования регистрировать «невидимые» изображения имеет наибольшую научную ценность. Излучение в ближнем инфракрасном диапазоне почти полностью поглощается водой, тогда как поверхность земли, и в особенности растительный покров, отличаются высокой отражающей способностью в ближнем инфракрасном диапазоне. Поэтому регистрация данных в ближнем инфракрасном диапазоне полезна для распознавания поверхности земли и поверхности воды на изображениях. Кроме того, регистрация данных в ближнем инфракрасном диапазоне позволяет обнаруживать и идентифицировать различные виды растительности и определять санитарное состояние тех или иных растений. Данные, полученные в среднем инфракрасном диапазоне, позволяют с высокой степенью точности **определять** содержание влаги, и поэтому также полезны при изучении растительного покрова.

Орбиты спутников; спутниковое оборудование; продолжительность оборудова. и частота наблюдений

Другим важным аспектом дистанционной регистрации данных спутниками является частота наблюдений, т. е. частота прохождения спутника над тем или иным участком земной поверхности. Частота наблюдений зависит от орбиты, на которую был выведен спутник, и от площади регистрируемого им участка поверхности Земли. Чем выше орбита спутника, тем дольше он обращается вокруг Земли. Как правило, чем меньше размер элементов изображения (пикселов), регистрируемых дистанционно, тем меньше поле зрения, т. е. площадь регистрируемого участка поверхности. Орбита спутника ЬапсЬа! и площадь изображения, регистрируемого картографическим тематическим оборудованием этого спутника, таковы, что изображение каждого отдельного участка земной поверхности регистрируется этим спутником не реже, чем один раз за 16 суток (исключение составляют небольшие участки поверхности около полюсов, изображения которых не регистрируются).

Орбита спутника Ьапа°а! была выбрана также таким образом, чтобы он находился над каждым отдельным участком земной поверхности в одно и то же время суток. Например, этот спутник находится над экватором каждый день примерно в 9 ч. 45 мин. утра. Такие орбиты называются гелиосинхронными, или гелиостационарными. Угол, под которым солнечный свет падает на земную поверхность, т. е. тени и другие характеристики объектов на изображениях, полученных картографическим тематическим

Рис. 1MP-1-11. Отражательная способность некоторых объектов

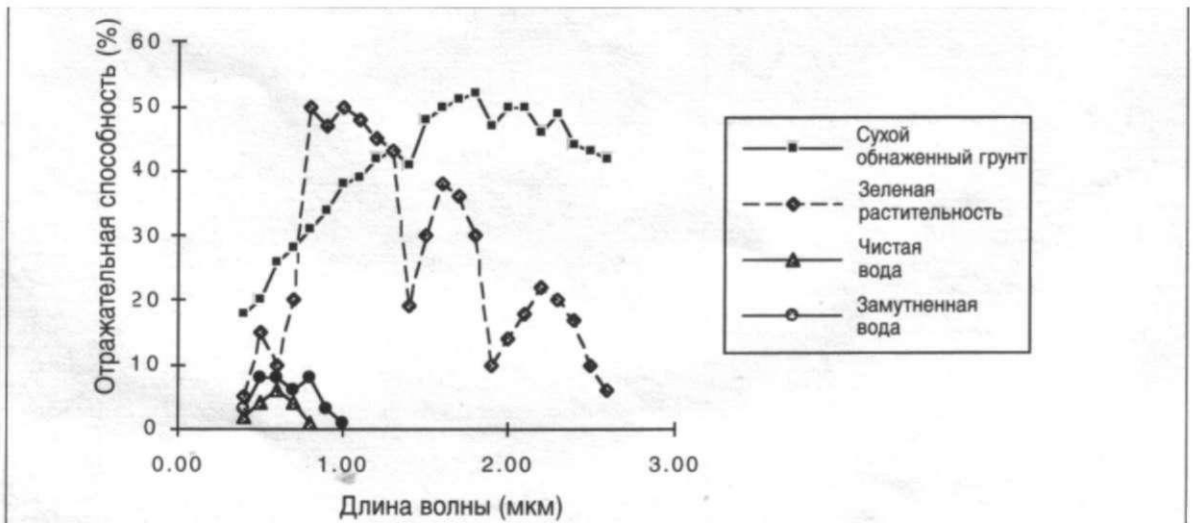
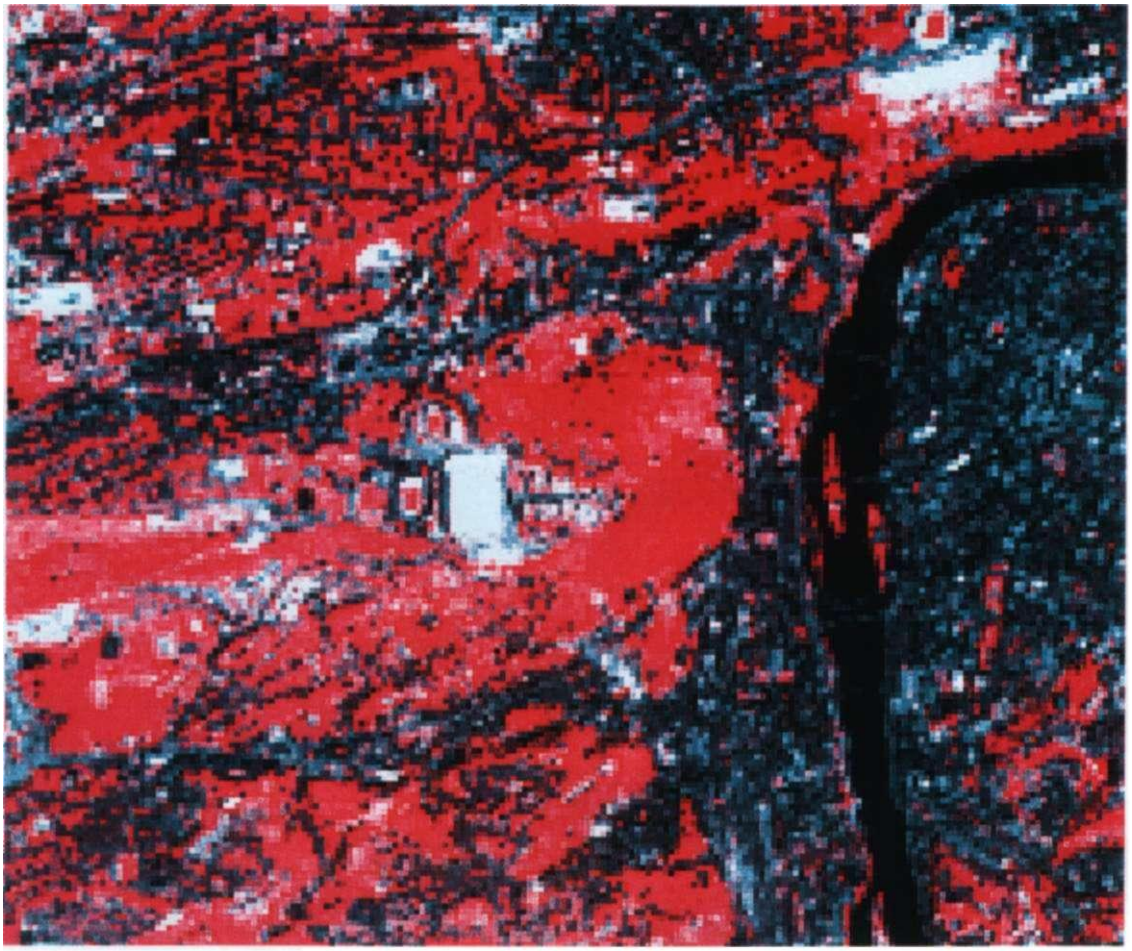
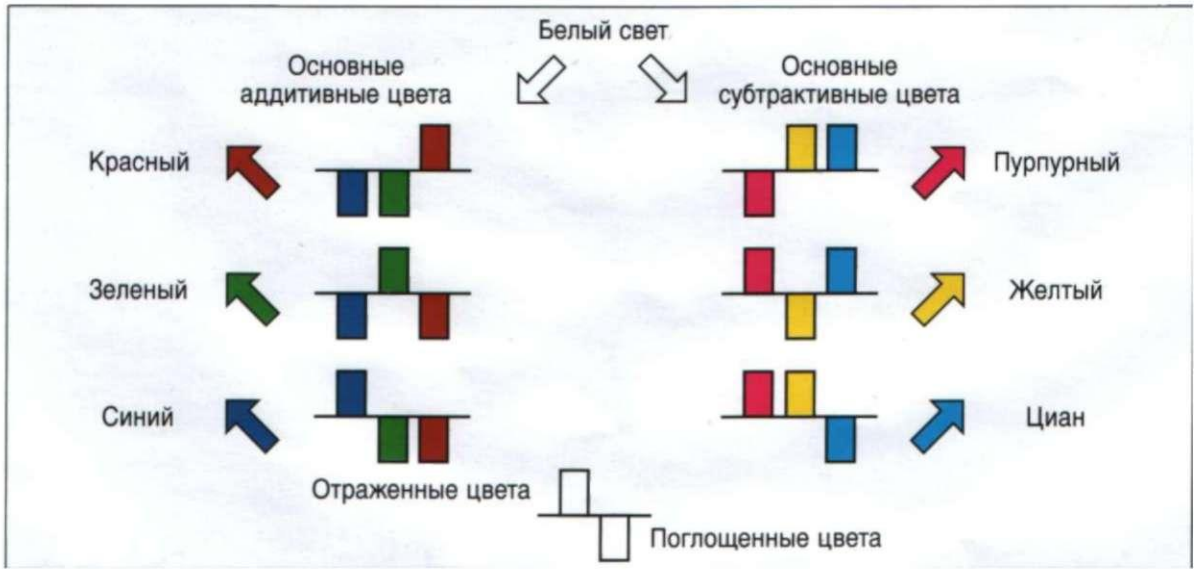


Рис. IMP-I-12. Прага: составное изображение в ложных цветах



Составное изображение части г. Праги (Чешская республика) в ложных цветах. Вода выглядит черной, застроенные жилые районы выглядят белыми или серыми, а участки, покрытые растительностью, выглядят красными. Источник: Центр обработка данных спутников EROS

Рис. IMP-I-13. Основные аддитивные и дополнительные субтрактивные видимые цвета.



Основные и дополнительные аддитивные цвета образуются, когда объекты поглощают и отражают различные сочетания цветов, составляющих белый свет. Источник: GLOBE

оборудованием такого спутника, почти не изменяются, или изменяются постепенно и предсказуемо.

По мере смены времен года отражающие свойства поверхности Земли изменяются, главным образом, в связи с изменениями растительного покрова и распределения снежного покрова и морского льда. Изменения растительного покрова происходят медленно, в результате сезонных изменений лиственных деревьев, а также в результате изменения количества потребляемой растениями воды, вызванного сезонными изменениями количества осадков.

Значение дистанционной регистрации данных для нашей планеты

Несмотря на то, что дисциплина научной дистанционной регистрации данных постоянно развивалась со времен запуска первых спутников Земли, трудности, связанные с интерпретацией дистанционно регистрируемых данных, остаются весьма значительными. Спутниковые изображения сложнее обычных фотографий. Изображение, построенное на основе спектрозональных данных, содержит информацию об излучении, отражаемом или испускаемом в различных частях спектра. Так как человеческое восприятие ограничивается видимым диапазоном солнечного света, мы не обладаем интуитивным пониманием того, каковы характеристики земной поверхности в других полосах спектра электромагнитного излучения. Мы вынуждены полагаться на результаты экспериментов, часто требующих выполнения измерений на поверхности земли или с помощью приборов, установленных на борту летательных аппаратов, чтобы понять, как различные объекты на поверхности планеты отражают и испускают излучение в различных частях спектра.

Спутниковые изображения позволили значительно расширить возможности контроля и анализа важнейших характеристик окружающей среды всего мира. Экологи могут изучать естественные и вызванные человеческой деятельностью изменения характеристик землепользования и глобального распределения важнейших *биомов.* Специалисты, изучающие химию атмосферы, могут связывать эти изменения с увеличением содержания газов, вызывающих парниковый эффект, а океанографы могут изучать физические, химические и биологические процессы на границе раздела атмосферы и океана (т. е. на поверхности моря). Учащиеся также могут получать ценную информацию о характеристиках окружающей их среды и обмениваться этой информацией с учащимися школ всего мира.

Уинстону Черчиллю приписывают следующее высказывание: чем больше расстояние, отделяющее нас от наблюдаемого явления, тем дальше мы можем заглянуть в будущее этого явления. Изображения, полученные с помощью дистанционного регистрирующего оборудования, позволяют учащимся во всем мире отдалиться от нашей планеты, увидеть ее всю целиком из космоса — как автономную систему жизнеобеспечения, потребляющую энергию Солнца. Как быстро может эта система приспосабливаться к изменениям различного масштаба, как она приспосабливалась к ним в прошлом и как она будет приспосабливаться к ним в будущем? Каковы последствия этих изменений для человеческих сообществ? Изучая Землю с помощью спутниковых изображений и углубляя понимание этих изображений, мы все больше осознаем нашу связь с местной и глобальной экосистемами.

Выбор участков для исследований по программе GLOBE

Предварительные соображения

Выбор местных участков исследований и отбора образцов может стать началом инвентаризации пришкольной территории и обсуждения критериев выбора участков для выполнения измерений. Где расположен наилучший участок для измерения температуры воды, и почему? Какие факторы следует учесть, выбирая место для обнажения почвенного профиля? На каком участке можно отобрать характерные образцы почвы для измерения влажности почвы, и что может повлиять на порядок отбора образцов? Каким образом изображения, полученные с помощью спутника Landsat, могут помочь в решении этих вопросов? Таковы только некоторые из множества вопросов, постановка которых может способствовать более эффективному обучению.

Выбор участков для выполнения измерений на территории общего опытного участка программы GLOBE будет связан с затруднениями, так как ни одно место не окажется идеальным. Таким образом, перед вами открывается возможность решения проблем в сотрудничестве с учащимися для определения конфигурации участков, наилучшим образом соответствующей интересам вашего класса, требованиям вашей школы и вашему расписанию. Мы рекомендуем выбрать несколько возможных мест расположения участков каждого типа и привлечь учащихся к активному обсуждению выбора.

Опытный участок программы GLOBE

Опытный участок программы GLOBE — территория площадью 15 x 15 км, в центре которой расположена ваша школа. Все участки исследований меньшей площади расположены на этом опытном участке программы GLOBE. Руководство программы GLOBE в сотрудничестве с координаторами выполнения программы в вашей стране предоставит вам изображение этой территории, полученное с помощью картографического тематического оборудования (TM) спутника Landsat. С точки зрения учителя, цель выбора этих участков состоит в обучении детей распознаванию физических характеристик местности, соответствующих спутниковым изображениям, а также в предоставлении учащимся подходящей, удобной территории для выполнения измерений.

На территории опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км вы выберете несколько определенных участков для проведения исследований (участков исследований), соответствующих индивидуальным описаниям порядка проведения практических работ — исследований атмосферы, гидрологических исследований, изучения влажности почв и изучения земного покрова и биологических исследований — в соответствии с приведенными ниже подробными указаниями. После того, как будет сделан окончательный выбор участков исследований, учащиеся будут возвращаться на них снова и снова с тем, чтобы производить измерения. Описания практических работ, связанных с изучением земного покрова и определением характеристик почв, предусматривают одноразовое выполнение измерений в определенных местах, которые называются участками для отбора образцов.

Использование приемника GPS для определения расположения школы и участков

Программа GLOBE располагает приемниками системы глобального позиционирования (GPS), техническим обслуживанием и арендой которых ведает Астронавигационный консорциум университетов (UNAVCO). Для того, чтобы арендовать приемник GPS, школа должна направить соответствующий запрос в UNAVCO. Координаторы, ответственные за выполнение программы GLOBE в вашей стране, могут направлять в UNAVCO запросы о предоставлении им для временного использования школами, участвующими в программе GLOBE, приемников GPS. Более подробную информацию о приемниках GPS см. в главе «Исследования с помощью GPS».

Участок атмосферных исследований

На участке атмосферных исследований учащиеся проводят измерения температуры и количества осадков, регистрируют тип облачности и количество облаков (плотность облачного покрова). Так как измерения этого типа производятся ежедневно, участок атмосферных исследований должен быть расположен на пришкольном участке или рядом с ним, в месте, где учащиеся будут иметь быстрый и беспрепятственный доступ к измерительным приборам. Тем не менее, при выборе этого участка следует учеть некоторые особые факторы, описание которых приводится ниже.

1. Для регистрации плотности и типа облачного покрова требуется беспрепятственный обзор неба. Для этой цели лучше всего подходит пункт в середине спортивной площадки или стоянки для автомобилей.

2. В ходе измерений количества осадков дождемер (и снегомер) следует устанав-

ливать на открытом участке с естест¬ венным (например, травяным) покрытием. Не устанавливайте дождемер поблизости от зданий, деревьев или высокого кустарника — препятствия такого рода могут воз-действовать на количество дождевых осадков, накапливающихся в приборе. Подходящими местами для установки дождемера являются открытое поле, игровая площадка или спортивное поле. Снегомер также следует размещать на открытой территории, поодаль от зданий, тщательно выбирая место, в котором снегоуборочные работы не приведут к накоплению сугроба на снегомере или к очистке снега со снегомера.

3. В ходе измерений температуры необходимо устанавливать термометр под небольшим стандартным укрытием, защищающим прибор. Такое укрытие, окрашенное в белый цвет, с прорезями для циркуляции воздуха, устанавливается на столбике. Укрытие должно быть оснащено дверцей, которую учащиеся будут открывать, считывая показания термометра. Так же, как и в случае дождемера, укрытие для прибора следует устанавливать на открытом месте с естественным (например, травяным) покрытием, поодаль от зданий, деревьев и высокого кустарника.

Если это возможно, устанавливайте дождемер на расстоянии не более 100 м от участка для изучения влажности почвы (см. описание ниже), так как данные о количестве дождевых осадков помогут учащимся и ученым лучше интерпретировать данные о влажности почвы. Кроме того, установка дождемера поблизости от этого участка облегчит еженедельное выполнение измерений температуры почвы, так как в это же время будет производиться регистрация атмосферных характеристик.

Некоторые школы не могут выполнить все требования, относящиеся к участку атмосферных исследований. Руководство программы GLOBE рекомендует представителям таких школ подроб¬ но описывать все различия между особенностями используемых ими участков и стандартными требованиями, предусмотренными в этом руковод¬ стве, и указывать эти различия в листе регистра¬ ции исходных данных об участке атмосферных исследований. Более подробную информацию см. в главе «Атмосферные исследования».

Участок гидрологических исследований

Характеристики воды регистрируются на терри¬ тории опытного участка программы GLOBE, на берегу водоема (озера), реки или ручья. Выбор места расположения участка гидрологических исследований осуществляется в два этапа. В первую очередь необходимо определить, какие водоемы, ручьи, реки, озера, заливы, участки морского побережья, пруды и резервуары находятся на вашем опытном участке программы GLOBE. Вы можете определить расположение водоемов с помощью местных топографических карт или с помощью изображения опытного участка программы GLOBE, полученного оборудованием спутника Lamdsat. Во вторую очередь необходимо выбрать водоем, наиболее подходящий для проведения гидрологических исследований.

В идеальном варианте участок гидрологических исследований должен находиться на территории водосборного бассейна в пределах опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км, соединенного с системами водостоков, впадающих в более крупную систему рек или эстуарий. Это означает, что в случае, если на территории вашего участка расположены несколько водосборных бассейнов, следует выбрать важнейший из них. На территории такого водосборного бассейна выберите пункт, в котором можно производить гидрологические измерения (температуры воды, содержания растворенного в воде кислорода, содержания нитратов, кислотности (pH), щелоч¬ ности, замутненности и электропроводности или солености).

Если на выбранном участке исследований находится водоем с проточной водой (например, русло ручья или реки), выберите в качестве участка исследований место со спокойным течением, поодаль от стоячей воды или быстрин. Это позволит получить более типичные результаты измерения характеристик воды в ручье или реке.

Если на выбранном участке исследований находится водоем со стоячей водой (озеро или резервуар), выберите место для выполнения измерений, расположенное рядом с выпускным стоком водоема, или место, приближающееся к средней части водоема. Избегайте участков, находящихся рядом со впуском водоема. Подходящим местом для выполнения измерений является мост или мол. Если в водоеме содержится солоноватая или соленая вода, необходимо заранее узнать расписание приливов и отливов, известное в пункте, расположенном рядом с вашим участком исследо¬ ваний.

Гидрологические измерения следует производить еженедельно; поэтому важное значение для успеш-

ного выполнения измерений имеет доступность участка для учащихся. Место, идеальное с научной точки зрения, может оказаться настолько трудно¬ доступным для учащихся, что регулярное выпол¬ нение измерений станет невозможным. Лучше выбрать приемлемый участок, на котором можно производить регулярные наблюдения без особых затруднений.

Участки изучения почвы и отбора образцов почвы

В ходе изучения характеристик почвы исполь¬ зуются два типа участков — участки отбора образцов для определения характеристик почвы и участок изучения влажности почвы.

На участках отбора образцов для определения характеристик почвы выкапываются ямы или шурфы, обнажающие почвенный профиль и позволяющие производить сбор образцов почвы и наблюдать различные почвенные слои или гори¬ зонты. Один из этих участков должен быть расположен на территории участка биологических исследований с тем, чтобы можно было связать тип почвы с характеристиками земного покрова. Второй участок должен быть расположен как можно ближе к участку изучения влажности почвы. Это позволит определять характеристики почвы, необходимые для интерпретации резуль¬ татов измерений влажности почвы.

На участках изучения влажности почвы можно применять любой из двух методов измерения влажности почвы. Первый метод, называемый «гравиметрическим отбором образцов», предусма¬ тривает сбор образцов почвы и их последующее высушивание с определением исходного содержа¬ ния влаги. Сбор образцов производится 12 раз в год, причем расписание сбора образцов и конфигурация мест сбора образцов определяются учителем и учащимися на основе перечня возможных вариантов, приведенного в главе «Изучение почвы». Второй, дополнительный метод измерения влажности почвы рекомендуется только учащим¬ ся с высоким уровнем подготовки в тех районах, где почва не отличается повышенной кислотностью. Этот метод предусматривает закапывание измеряющих влажность почвы гипсовых блоков, устанавливаемых на четырех различных глубинах, и ежедневный сбор показаний соответствующих датчиков, соединяемых с погруженными в землю блоками. Блоки соединяются с поверхностью проводами, и учащийся подсоединяет измери¬ тельный прибор к паре проводов, отходящей от каждого блока.

На участке изучения влажности почвы измеряются время, уходящее на инфильтрацию почвы, и температура почвы около поверхности. Расписание выполнения измерений и конфигурация мест регистрации данных вместе с подробным описанием всех методов измерения характеристик почв приведены в главе «Изучение почвы».

Для того, чтобы можно было определить корреля¬ цию между атмосферными данными и данными о влажности и температуре почвы, участок изучения влажности почвы должен быть расположен не более чем в 100 м от дождемера, установленного на участке атмосферных исследований. Таким образом, участки атмосферных исследований и изучения влажности почвы совпадают (см. рис. IMP-I-14). Во всем тексте руководства эти участки упоминаются по отдельности. Если выбор совмест¬ но расположенных участков невозможен, на участке изучения влажности почвы должен быть установлен второй дождемер, показания которого следует регистрировать на протяжении периода выполнения измерений влажности почвы с тем, чтобы получить необходимые данные о содержании влаги в почве. Эти данные о количестве осадков можно загружать в базу данных программы GLOBE, определив второй участок атмосферных исследований, на котором производятся сбор и регистрация только данных о количестве осадков. Данные о температуре почвы можно регистри¬ ровать на участке атмосферных исследований на протяжении всего года и на участке изучения влажности почвы на протяжении периода измере¬ ний влажности почвы с тем, чтобы можно было коррелировать данные о влажности почвы и температуре атмосферы.

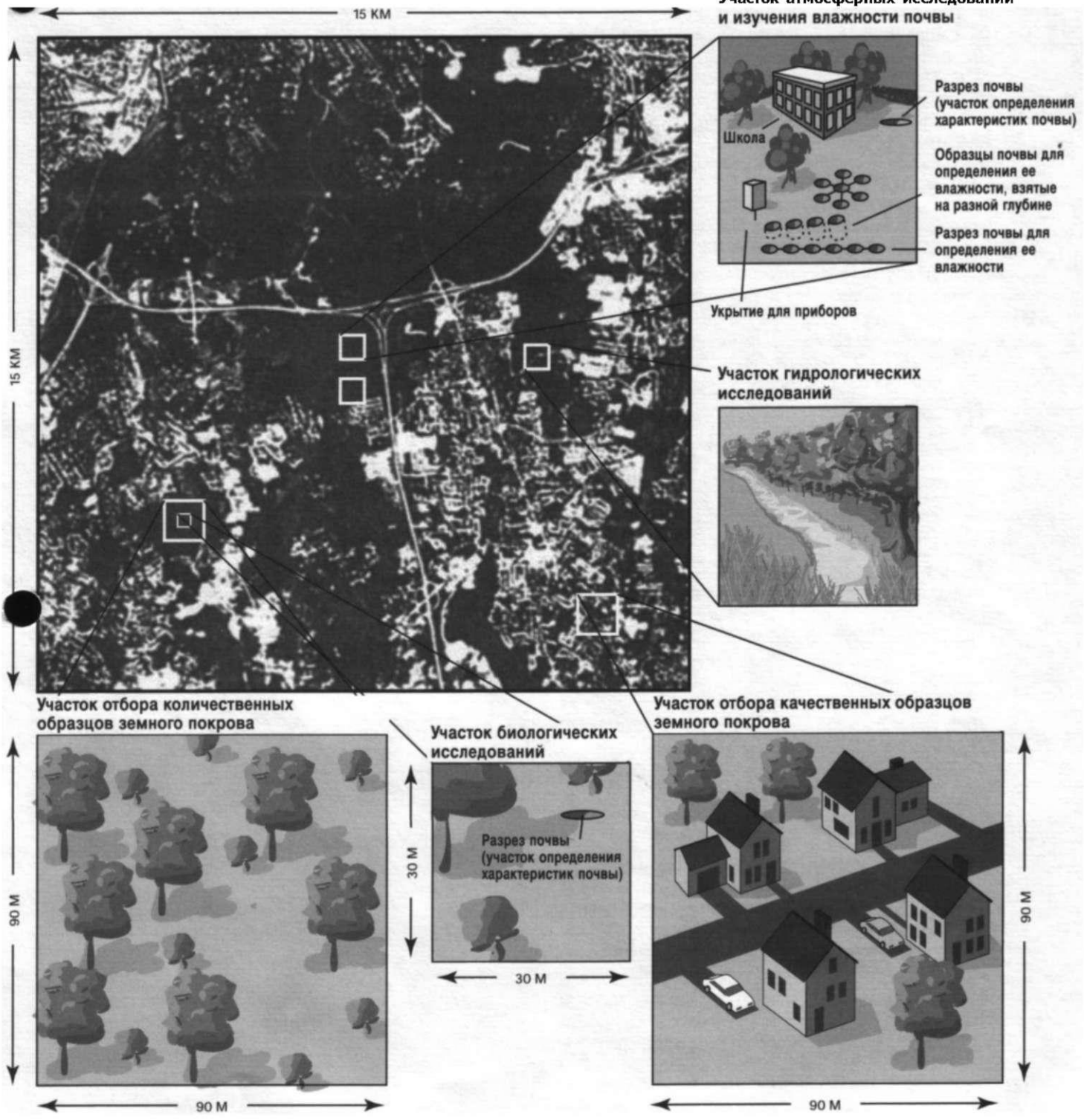
Изучение земного покрова и биология: выбор участков исследований и отбора образцов

В ходе изучения земного покрова и биологических исследований учащиеся регистрируют изменения растительности на участке биологических исследо¬ ваний и определяют характеристики земного покрова на территории опытного участка про¬ граммы GLOBE, производя наблюдения на нес¬ кольких участках отбора образцов для изучения земного покрова. Данные, собранные на этих участках, сравниваются с данными, зарегистри¬ рованными оборудованием спутника Landsat, и спутниковыми изображениями опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км с тем, чтобы определить точность спутниковых наблю¬ дений. Такая оценка точности спутниковых данных производится учеными, но может осуществляться и учащимися.

Рис. IMP-I-14. Соотношения участков для исследований по программе GLOBE

Опытный участок программы GLOBE

(площадь 15 х 15 км, изображение полученно с помощью спутника Ьапс^а0



Участки отбора образцов для изучения земного покрова площадью 90 x 90 м, используемые с целью регистрации характеристик земного покро¬ва, должны быть расположены на территории с однородным растительным покровом. Однород¬ность растительного покрова необходима для подтверждения спутниковых данных. Существуют два типа участков для изучения земного покрова. На территориях, покрытых лесом или степными травами, можно производить подробные измерения количества и состава растительности. Если на участке собираются данные этой категории, он называется участком отбора количественных образцов для изучения земного покрова. Если измерения количества и состава растительного покрова не производятся на участке, покрытом лесом или травами, такой участок называется участком отбора качественных образцов для изучения земного покрова. В других районах тип растительного покрова можно определить только посредством наблюдений. Ввиду отсутствия предус¬мотренного в программе GLOBE подробного опи¬сания порядка выполнения измерений расти¬тельного покрова такого типа, такие участки также называются участками отбора качественных образцов для изучения земного покрова.

Если вы располагаете достаточным временем (например, если наблюдения можно проводить в течение нескольких лет), учащиеся должны вести наблюдения за каждым из типов растительного покрова, имеющихся на территории опытного участка программы GLOBE, выбрав по одному соответствующему участку отбора образцов для изучения растительного покрова. В рамках программы GLOBE классификация земного покрова осуществляется в соответствии с моди¬фицированной классификацией UNESCO (MUC), описание которой приводится в главе «Изучение земного покрова и биологические исследования».

Участок биологических исследований площадью 30 x 30 м должен быть покрыт естественной расти¬тельностью. Все новые участки количественных биологических исследований должны быть рас¬положены на территории одного из участков отбора проб для изучения земного покрова. Биометри¬ческие измерения производятся один или два раза в год — в периоды роста и уменьшения растител¬ьного покрова, если такие сезоны наблюдаются. Обеспечение доступа к этим участкам имеет меньшее значение, чем в случае участков, на которых измерения производятся часто. Учащиеся могут практиковаться в выполнении биометричес¬ких измерений на пришкольном участке.

Более подробную информацию о подготовке участков для изучения земного покрова и биологи¬ческих исследований см. в главе «Изучение земного покрова и биологические исследования».

Проведение практических работ

Мы рекомендуем разъяснять учащимся порядок выполнения новой практической работы в той последовательности, которая описывается ниже. Это описание порядка выполнения практических работ можно использовать, разъясняя учащимся методы выполнения всех измерений и наблюдений, предусмотренных программой GLOBE, внося незначительные изменения в зависимости от характера задания.

Высококачественное образование позволяет получать высококачественные данные, а высококачественные данные являются основой высококачественных научных результатов. Если вы хорошо разъясните учащимся порядок выполнения практической работы, ваши ученики зарегистрируют надежные и точные данные. Если они зарегистрируют высококачественные данные, вы сможете расширить объем обучения, предложив учащимся самостоятельно анализировать эти данные и данные, полученные учащимися других школ. Это, в свою очередь, поможет им лучше разобраться в соответствующей научной дисциплине и совершенствовать навыки выполнения измерений.

В рамках следующего обзорного описания в качестве примера выполняемой практической работы используется измерение температуры воды.

Этап 1: подготовка

Ознакомление учащихся с письмом ученого. В начале описания каждого исследования приводится письмо ученого, участвующего в программе GLOBE и руководящего исследованиями. Сделайте копии этого письма и раздайте их учащимся. После того, как они прочтут письмо, у них возникнет ощущение личной взаимосвязи с учеными. Если вы не можете скопировать письмо, познакомьте учащихся с его содержанием каким-либо иным способом.

Пример. Марта Конклин и Роджер Бэйлс — ученые, руководящие гидрологическими исследованиями. Они написали совместное письмо учащимся.

Ознакомление учащихся с текстом интервью ученых. Непосредственно после письма ученых в описании исследования приведен текст интервью, в котором ученые рассказывают о том, как они начали заниматься исследованиями, о своей научной работе и о том, почему они нуждаются в данных, собранных учащимися. Кроме того, в интервью содержатся интересные истории, помогающие личному знакомству учащихся с научными специалистами.

Пример. В своем интервью Марта Конклин и Роджер Бэйлс рассказывают о том, как они заинтересовались научными исследованиями, о характере своих гидрологических исследований и о том, как им помогают в их исследованиях данные, собранные учащимися-участниками программы GLOBE.

Что измеряется? Проводя учебные занятия по программе GLOBE, обсуждения или полевые экскурсии, учитель должен хорошо разъяснить учащимся основные концепции, перечисленные в описаниях порядка выполнения исследований. Фактически, учащиеся могут еще не понимать по-настоящему научные концепции до тех пор, пока они не будут вовлечены непосредственно в процесс выполнения измерений. Тем не менее, на подготовительном этапе следует, как минимум, познакомить их с этими концепциями.

Пример. Температура воды различна в различных местах и в различное время года.

Учащиеся учатся выполнять измерения плотности лесной кроны (полога) в ходе изучения земного покрова и биологических исследований

Этап 2: выбор участка исследований

Понимание рекомендаций по выбору участка исследований или участка отбора образцов. В каждом описании порядка проведения практической работы содержатся тщательно разработанные рекомендации по выбору соответствующего теме исследований участка исследований или участка для отбора образцов. Изучите эти рекомендации вместе с учащимися. В настоящем «Руководстве по выполнению программы» содержится подробное изложение критериев выбора всех участков исследований и отбора образцов, которое поможет вам в этом процессе.

Пример. На участке гидрологических исследований, в пределах территории опытного участка программы GLOBE площадью 15 x 15 км, должен находиться водоем — ручей, река, озеро, резервуар, залив, берег моря или пруд.

Выбор участка исследований или участка отбора образцов. На основе карт вашего района, изображений, полученных с помощью спутника Landsat, известной вам информации о районе и (или) информации, полученной во время выездов на полевые экскурсии вместе с учащимися, выберите участок исследований или участок отбора образцов. Проверьте, удовлетворяет ли выбранный участок всем предъявляемым требованиям. Участки, которые будут использоваться в течение нескольких лет, лучше выбирать в легко доступных местах недалеко от школы.

Пример. Вместе со своими учениками вы выбрали ручей, протекающий в лесу недалеко от школы.

Посещение участка исследований. Если это возможно, совершите полевую экскурсию вместе с учащимися, чтобы познакомить их с участком исследований и пронаблюдать его характеристики и условия окружающей среды на участке.

Пример. Мелкое русло ручья шириной примерно 5 м окружено деревьями; ручей стекает с близлежащего холма.

Этап 3: изучение порядка выполнения практической работы и приобретение требуемых навыков

Ознакомление учащихся с прибором. В ходе выполнения большинства практических работ измерения производятся с помощью того или иного специального прибора. Покажите прибор учащимся. Учащиеся могут не вполне понимать принципы функционирования прибора до того, как они начнут им пользоваться на практике.

Пример. Термометр используется с целью измерения температуры.

Демонстрация выполнения практической работы. Соблюдая инструкции, приведенные в описании порядка выполнения практической работы, продемонстрируйте учащимся все предусмотренные операции. В большинстве случаев такую демонстрацию можно проводить в классной комнате. Запишите требуемую последовательность операций на доске или вывесьте ее в форме объявления с тем, чтобы учащиеся могли запомнить и выполнять инструкции в этой последовательности.

Пример. Для того, чтобы продемонстрировать последовательность операций измерения температуры воды, воспользуйтесь водой из-под крана в классной комнате, а не водой из ручья. Во всех остальных отношениях точно соблюдайте последовательность операций измерения температуры воды, приведенную в описании практической работы.

Приобретение навыков выполнения практической работы. Индивидуально или объединившись в группы, учащиеся практикуются, приобретая навыки выполнения тех операций, которые вы им продемонстрировали. Внимательно следите за выполняемыми ими операциями и помогайте им усовершенствовать приобретаемые навыки. Стимулируйте обмен мнениями и наблюдениями между учащимися с тем, чтобы они помогали друг другу правильно выполнять операции.

Пример. Разделив учащихся на группы в классной комнате, поручите им измерить температуру воды, набранной из-под крана. Каждая группа учащихся должна пользоваться своим термометром.

Регистрация и обсуждение данных, полученных в ходе подготовки. По мере приобретения учащимися навыков выполнения измерений, поручите им регистрировать полученные результаты. Проверяйте результаты измерений вместе с учащимися и обсуждайте наблюдаемые расхождения. Если будут получены какие-либо аномальные (сильно отличающиеся от других) результаты измерений, обсудите возможные причины этого. Таким образом вы познакомите учащихся с концепцией качества данных, которая имеет существенное значение для успеха всей программы GLOBE. Помогайте учащимся совершенствовать свои навыки и решать возникающие проблемы. Продолжайте выполнение измерений до тех пор, пока полученные результаты не будут достаточно последовательными.

Пример. Температура воды, измеряемая одним из учащихся, была постоянно несколько выше температуры, регистрируемой его соклассниками, до тех пор, пока кто-то не заметил, что он обхватывал руками стакан с водой, в результате чего вода искусственно нагревалась.

Этап 4: выполнение практической работы

Подготовьте все необходимые для выполнения измерений материалы и перейдите на участок исследований. Поручите учащимся взять с собой приборы, листы регистрации данных, ручки или карандаши и любые другие материалы, которые потребуются при выполнении измерений. Перей¬дите на участок исследований вместе с классом, захватив с собой все материалы.

Пример. Возьмите ведро, веревку, термометр, карандаши и листы регистрации данных на планшетке с зажимом, и перейдите вместе с учащимися к ручью, протекающему в лесу около школы.

Демонстрация выполнения всех операций на участке исследований. Ваши ученики уже приоб¬рели навыки практического выполнения боль¬шинства операций в классной комнате, но теперь, на фактическом участке исследований, могут возникнуть новые трудности, для преодоления которых потребуются дополнительные навыки. Продемонстрируйте выполнение всех операций, предусмотренных описанием порядка выполнения практической работы, и убедитесь в том, что учащиеся понимают, как они выполняются.

Пример. Новой операцией, выполняемой в ходе измерения температуры воды, является отбор образца воды из ручья с помощью ведра.

Выполнение учащимися практической работы на участке исследований или на участке отбора образцов. Поручите учащимся выполнение всей последовательности операций, предусмотренной описанием практической работы. Внимательно следите за тем, чтобы все операции выполнялись правильно. Можно допускать ошибки, а затем исправлять их, чтобы учащиеся понимали причины возникновения ошибок и предотвращали их в дальнейшем.

Пример. Если в ручье наблюдается быстрое течение, образец воды следует отбирать ведром из той части потока, где вода хорошо перемешивается. Если учащиеся не удерживают веревку, привязан¬ную к ведру, ведро может утонуть или уплыть вниз по течению.

Проверка приемлемости данных. По окончании выполнения практической работы учащимися и регистрации результатов измерений в листах данных, поручите им осмыслить и проверить полученные данные. Приемлемо ли то или иное полученное значение? Если нет, попытайтесь выяснить, почему, и исправить возникшую проб¬лему.

Пример. На пути к участку исследований термо¬метр мог сломаться, в связи с чем он показывает все время одну и ту же температуру.

Представление данных. Возвратитесь в классную комнату или в лабораторию. Используя страницы программы GLOBE в сети Web, загрузите получен-ные данные в сервер данных учащихся-участников программы GLOBE. Закончив ввод данных на экране, но перед окончательной передачей данных, поручите учащимся проверить значения с тем, чтобы предотвратить передачу ошибочных данных. Если вы работаете в школе за пределами Соединен-ных Штатов и не имеете прямого доступа к компьютерной сети связи World Wide Web, попросите координатора, ответственного за выполнение программы в вашей стране, разъяснить, какой метод ввода данных следует применять в вашем случае.

Пример. Зарегистрированная в этот день температура воды из пришкольного ручья составила 16 градусов по шкале Цельсия. Расположение участка исследований, на котором отбирались образцы воды из ручья, и значение измеренной температуры воды (16°C) вводятся в компьютер и загружаются в базу данных программы GLOBE.

Этап 5: регулярное представление и использование данных

Выполнение требуемой последовательности операций в соответствии с рекомендованным расписанием на протяжении всего года. Во многих описаниях практических работ предусматривается выполнение ежедневных или еженедельных измерений. См. более подробные инструкции в описаниях практических работ. Учащиеся должны повторять выполнение этих операций в соответствии с предусмотренным расписанием. Выполнение операций можно поручать всему классу, индивидуальным учащимся или группам учащихся. Они должны производить измерения, регистрировать наблюдения, проверять точность данных и загружать данные в базу данных программы GLOBE. Каждая школа, участвующая в программе GLOBE, должна вести собственные записи наблюдений учащихся и сохранять эти записи в течение неопределенного времени. Архивное хранение результатов измерений — рекомендуемый метод, являющийся частью высококачественного выполнения научной работы.

Пример. Температуру воды следует измерять один раз в месяц.

Качеству данных следует уделять постоянное внимание. Для того, чтобы собранные учащимися данные могли быть использованы учеными, необходимо постоянно поддерживать высокое качество этих данных. Подчеркивайте это требование на занятиях и следите за тем, чтобы учащиеся внимательно и последовательно выполняли операции в требуемой

последовательности и всегда проверяли приемлемость полученных данных. Для того, чтобы помочь учащимся повысить точность регистрируемых данных, можно провести некоторые учебные занятия, например, специально регистрировать ошибочные данные (не загружайте их в базу данных!) и строить графики на основе полученных данных, наблюдая за появлением выбросов данных (пиков), которые часто указывают на недоброкачественно выполненные измерения. В нескольких главах руководства приведены описания учебных занятий, основанных на выполнении упражнений этого типа.

Пример. Поручите учащимся нагреть воду в ведре руками или с помощью солнечного света, и при этом регистрировать ее температуру каждую минуту с тем, чтобы контролировать искусственный нагрев.

Использование данных учащимися в ходе самостоятельных исследований. Результаты измерений, выполняемых учащимися, имеют большое значение не только для ученых, но и для самих учащихся. Они могут усвоить важные научные принципы и приобрести навыки ведения научных исследований, изучая полученные ими данные и данные, зарегистрированные другими школами по всему миру. Программное обеспечение программы GLOBE содержит мощные средства доступа к собранным учащимися данным, анализа этих данных и изучения визуальных представлений данных, собранных по всему миру. Самостоятельные исследования, проведенные учащимися, в свою очередь, помогают им лучше понимать описания практических работ и оценивать ту существенную роль, которую они играют в рамках научно-образовательной программы GLOBE. Предусмотрены учебные занятия по программе GLOBE, позволяющие заложить основу для самостоятельных исследований, обучая школьников методам изучения и сравнения наборов данных, собранных школами по всему миру.

Пример. Учащиеся могут сравнить полученные ими значения температуры воды с результатами измерений, сделанных учащимися других школ того же географического района, с тем, чтобы изучить локальные изменения температуры воды. Они могут обмениваться результатами своих исследований с учащимися других школ, участвующими в программе GLOBE, и с вовлеченными в программу научными специалистами.

Осмысленное выполнение научного проекта учащимися, участвующими в программе GLOBE

Выполнение программы GLOBE может значительно повысить уровень научной подготовки учащихся. Участвуя в настоящем проекте глобальных исследований, разработанном учеными, они на деле ощущают волнующий интерес, строгую дисциплину и трудность решения настоящих научных задач. Учащиеся становятся непосредственными участниками настоящего научного исследования. Они собирают данные, используемые учеными, расширяющими объем знаний о нашей планете. Учебные занятия по программе GLOBE позволяют школьникам проводить самостоятельные исследования окружающей среды. Ниже предлагаются советы, которые помогут вам сделать научный опыт участия ваших учеников в программе GLOBE более интересным.

Подчеркивайте, что ученым необходимы собранные учащимися данные

Программа GLOBE по-своему уникальна тем, что ученые фактически используют данные, собранные учащимися. Это, в некотором смысле, смелый эксперимент. Разработка точных описаний последовательностей выполнения измерений и тщательная подготовка учителей позволяют повысить вероятность того, что данные, собранные участниками программы GLOBE, будут высококачественными. Окончательный успех программы зависит от того, насколько эффективно вы и ваши ученики сможете производить сбор данных, и насколько точно вы будете следовать инструкциям по выполнению измерений.

Мы считаем, что только понимание учащимися научных принципов, на которых основаны требования к выполнению измерений, может способствовать их заинтересованности в получении высококачественных данных, осознанию важности полученных ими данных в рамках научного проекта, и общей поддержке учащимися целей научного исследования. Качество данных зависит от качества образования. Учебные занятия, предусмотренные в описаниях исследований, помогут учащимся приобрести высококачественное образование. Благодаря этим занятиям школьники научатся понимать важность точности, аккуратности и последовательности выполнения практических работ и принципов ведения научных исследований. Они научатся также осуществлять самостоятельные научные исследования.

Знакомьте учащихся с личными биографиями ученых-участников программы GLOBE

В каждой главе приведены фотографии ученых, разработавших тему исследований, текст интервью с ученым и личное письмо ученого или ученых учащимся. Используйте эти материалы с тем, чтобы познакомить ваших учеников с личными биографиями ученых.

На адресной странице программы GLOBE в компьютерной сети Web есть раздел, называемый «Уголок ученого». Порекомендуйте вашим ученикам соединиться с компьютерной сетью связи и просмотреть фотографии ученых, отчеты ученых об их работе в рамках программы GLOBE и другие интересные материалы.

Способствуйте укреплению связей учащихся с другими школами, участвующими в программе GLOBE

Одно из самых ярких преимуществ программы GLOBE заключается в том, что она предоставляет учащимся возможность встречаться, связываться и сотрудничать с учащимися других школ мира. Пользуясь электронной почтой GLOBEMail, учащиеся могут обмениваться сообщениями с любой из вовлеченных в программу школ. Например, ваши ученики могут предложить учащимся другой школы производить совместный сбор данных по какой-либо из тем, выполнить совместный исследовательский проект или обменяться информацией о себе и своих районах.

С помощью сервера данных учащихся-участников программы GLOBE ваши ученики могут считывать данные, загруженные любой другой школой. В бюллетенях «Звезды программы GLOBE» на странице программы в сети Web учащиеся смогут узнавать о школах, которые удостоились особого упоминания в связи с успешным выполнением ими программы. Так как бюллетени «Звезды программы GLOBE» выпускаются часто, посоветуйте вашим ученикам регулярно знакомить¬ся с их содержанием.

Используйте телекоммуникационные средства программы GLOBE

Электронная связь в программе GLOBE осуществляется с помощью компьютерной сети World Wide Web. Пользуясь страницей программы GLOBE в этой сети, вы можете получать бюллетени и выпуски последних новостей, просматривать

информацию об организации и истории программы, об ученых и других школах, загружать собранные вами данные, изучать и считывать данные, загруженные другими школами, **просматривать графические** представления данных, собранных учащимися участниками программы GLOBE и другие данные глобальной экологической системе и прогнозах, сделанных на основе компьютерных моделей, а также обмениваться сообщениями с другими школами, вовлеченными в программу GLOBE, пользуясь электронной почтой GLOBEMail. Инструктаж по использованию страницы программы GLOBE в сети Web проводиться на семинаре по подготовке учителей-участников программы GLOBE.

Используйте научные дневники программы GLOBE

Рекомендуйте вашим ученикам вести научный дневник программы GLOBE — научный журнал или записную книжку, в которой записываются различные выводы и наблюдения. Такой дневник может содержать смешанный набор результатов индивидуальной и общественной работы, соображения, идеи, гипотезы, вопросы, наблюдения и рисунки учащихся, а также результаты лабораторной работы и данные по мере их накопления в ходе выполнения программы. Мы надеемся, что каждый из учащихся будет вести такой научный дневник.

- Определите темы, которые вы рекомендуете разрабатывать учащимся в течение недели в их научных дневниках. Если вы будете периодически просматривать эти дневники, вы сможете прослеживать усвоение учащимися материала и оценивать достигнутые ими успехи.
- Можно рекомендовать учащимся обмениваться научными дневниками с тем, чтобы они могли видеть, как другие ученики ведут записи, и вносить свои замечания по поводу выполненной другими работы на занятии, посвященном «анализу работы коллег».
- По мере ведения учащимися их научных дневников, советуйте им подходить к осмысливанию своей работы широко и смело, а также проявлять настойчивость и осторожность в интерпретации и использовании данных.
- Внесение рисунков и записей в научные дневники поможет учащимся сосредоточиться и сделать более эффективными их наблюдения. Все научные дневники индивидуальны, потому что каждый учащийся заносит информацию в свой дневник наиболее осмысленным для него образом. Некоторые учащиеся, например, придают больше значения зарисовкам, чем тексту, тогда как другие предпочитают регистрировать большинство своих наблюдений в цифрах. Каждый ученик должен найти свой собственный, наилучший для него подход.

Каждая запись в научном дневнике программы GLOBE должна содержать следующие данные:

- дату;
- место внесения записи;
- время внесения записи;
- если запись делается во время выполнения полевых работ, информацию о текущих условиях окружающей среды;
- вопросы, гипотезы, описания методов, наблюдения, результаты анализа, выводы, идеи.

Информацию, внесенную в научный дневник программы GLOBE, следует использовать с тем, чтобы помочь учащимся готовить статьи и доклады, основанные на результатах выполненных ими исследований и проектов. Такие статьи и доклады можно представлять на рассмотрение класса, школьных собраний и общественности, а также посылать в газеты и журналы для опубликования.

Помощь учащимся в проведении ими самостоятельных исследований

Помощь учащимся в проведении самостоятельных исследований — основа подхода к образованию, предусмотренного программой GLOBE. Ваши ученики могут использовать данные, собранные ими на опытном участке программы GLOBE, а также данные, собранные другими школами, формулируя вопросы и находя ответы, сравнивая фактические данные, преследуя свои собственные интересы, устанавливая связи с другими школами мира и изучая взаимосвязи между различными явлениями, составляющими глобальную экологическую систему. В главе «Изучение сезонов: построение общей картины» приведены описания нескольких учебных занятий, на которых учащиеся используют местные и глобальные данные для того, чтобы находить ответы на заданные вопросы. Учащиеся могут также подготавливать и проводить самостоятельные исследования. В этом разделе приводятся некоторые соображения, относящиеся к проведению самостоятельных исследований.

Не забывайте о том, что, несмотря на большое количество работы, необходимое для проведения исследования, эта работа обычно выполняется с радостью, так как ее сопровождает чувство удовлетворения любопытства и приобретения новых знаний.

1. **Характер исследований зависит от местных условий.** Хотя программа GLOBE открывает возможности для использования огромной базы данных, собранных по всему миру, и рекомендует возможные темы исследований, конкретный характер самостоятельных исследований учащихся может быть различным, в зависимости от того, в какой школе они учатся. Характер исследований зависит также от характеристик местного опытного участка программы GLOBE, от того, какие данные используются учащимися в рамках программы, от интересов учащихся, от интересов учителя и его опыта, от возможностей и опыта представителей местной общественности, оказывающих добровольную помощь учащимся, от доступных вам технических средств, от возраста и уровня подготовки учащихся и от количества времени, которое можно посвятить таким исследованиям.

2. **Исследования должны быть основаны на вопросах, сформулированных учащимися.** Даже если вы порекомендовали учащимся сосредоточиться на определенной теме, исследования как таковые должны начинаться с вопросов, которые искренне задают сами учащиеся. Если они действи¬тельно желают найти ответы на свои вопросы, весь остальной процесс исследования становится логичной, осмысленной и целенаправленной деятельностью. Этот фактор имеет критическое значение для того, чтобы исследование приносило учащимся удовлетворение.

3. **Учащиеся должны вести непосредственные наблюдения.** Их исследования должны быть основаны на наблюдении изучаемых ими явлений. В понимании того, как данные отображают фактические наблюдаемые явления, заключается связь исследования с реальностью.

4. **Учащиеся должны использовать данные, хранящиеся в базе данных программы GLOBE.** Эта база данных, собранных школами всего мира, — уникальный и ценный источник информации, позволяющий учащимся вести исследования и приобретать новые знания. Использование этой обширной базы данным будет полезным, тем или иным образом, в исследовании любого харак¬тера.

5. **Учащиеся должны использовать имеющийся у них опыт.** Ваши ученики будут собирать данные в ходе атмосферных и гидрологических иссле¬дований, изучения почвы и изучения земного покрова и биологических исследований. Они будут участвовать также в ряде различных учебных занятий, которые укрепят понимание ими последовательностей выполнения измере¬ний и результатов измерений. Самостоятельные исследования следует проводить на основе этих знаний.

6. **Учащиеся должны использовать и другие источники информации.** Это не означает, что в поиске ответов на свои вопросы учащиеся должны всецело полагаться на энциклопедии и другие справочные материалы. Вместо этого, рекомендуется использовать источники данных и представления данных, такие, как изображения, графики, таблицы и

другие визуальные представления, доступные в рамках программы GLOBE. Архивные данные местных управлений по охране окружающей среды, данные, полученные с помощью спутников Landsat и других спутников, региональные топографические карты и результаты поиска информации с помощью компьютерных сетей Internet и World Wide Web дополняют и расширяют источники информации, уже предусмотренные в программе GLOBE. В той мере, в какой это возможно, учащиеся должны опираться на первичные источники данных, а не на стандартные учебники, и интерпретировать первичные данные. Конечно, в учебниках содержатся объяснения явлений, помогающие учащимся правильно организовать свои исследования.

7. **Учащиеся должны сотрудничать с другими школьниками из разных стран, участвующими в программе GLOBE.** Сущность программы GLOBE заключается в использовании учеными данных, собранных тысячами школьников из разных стран мира. Большинство ученых работают коллективно, так как экологические исследования требуют ведения широкомасштабных работ. Самостоя- тельные исследования учащихся также станут более эффективными, если несколько учащихся будут сотрудничать друг с другом, распределяя обязанности и обмениваясь идеями. Так как многие вовлеченные в программу школы располагают средствами связи, в ходе самостоятельных исследований учащиеся могут сотрудничать с другими школами всего мира.

8. **Учащиеся могут вести исследования в любое время года.** В ходе всех исследований, предусмотренных программой GLOBE, подчеркивается важность практического и аналитического подходов. Самостоятельные исследования лучше всего проводить тогда, когда учащиеся на самом деле заинтересованы тем, что они увидели на опытном участке, в информационном бюллетене программы GLOBE или в выпуске новостей.

9. **Исследования могут быть короткими или продолжительными.** Некоторые исследования можно выполнить за один день, другие занимают всю жизнь. Помогите вашим ученикам выбрать достижимые цели с тем, чтобы они могли увидеть результаты своей работы перед

Визуальное представление собранных учащимися данных на карте (программа GLOBE)

тем, как потеряют интерес к ней.

10. В **целом может и не быть одного правильного ответа на поставленный вопрос.** Школьники, как правило, предполагают, что тот или иной ответ правилен или неправилен, но на многие вопросы нет одного правильного ответа. Например, если задается вопрос: «Какое время года самое дождливое?», ответ на него будет разным в разных частях света, и учащиеся обнаружат, что дождливый сезон не обязательно начинается или кончается в определенное время.

11. **Большинство исследований сопровождаются активным обменом идеями и *довольно беспорядочны.*** Научный метод, как правило, не применя¬ется учеными прямолинейно. Во многих случаях, исследование не состоит исключительно в формулировании гипотезы, сборе данных и доказательстве справедливости или несправедливости гипотезы. Процесс исследования включает формулирование множества вопросов, изучение данных, выдвижение предположений, проведение дополнитель- ных наблюдений и переосмысление вопросов, проверку других источников данных, обсуждение вопросов с коллегами, критику утверждений коллег и критику допущений, на основе которых делаются выводы. Таково реальное положение вещей в науке, и мы надеемся, что учащиеся в своих исследованиях будут руководствоваться теми же принципами.

12. **Одно исследование ведет к другому.** Если тема исследования по-настоящему интересна ученикам, то, скорее всего, первое исследование повлечет за собой следующее. Например, ваши ученики могут определить, какой день был самым холодным в прошедшем году, но это наблюдение может привести к постановке дальнейших вопросов: почему самый холодный день в году наступил так рано или так поздно, и наблюдался ли самый холодный день в году в то же время в других частях света.

13. **Изучайте местные явления.** Наблюдения в рамках программы GLOBE позволяют увидеть картину местной окружающей среды в нескольких перспективах. Поиск ответа на вопрос, связанный с местными явлениями, может побудить учащихся к проведению дополнительных наблюдений. Вы и ваши ученики можете прибегнуть к помощи и сотрудничеству местных организаций. Когда учащиеся осознают, что они могут внести свой вклад в общественное предприятие или непосредственно взаимодействовать с научными специалистами, это часто способствует повышению их морального уровня и укреплению их уверенности в себе. Во многих областях науки исследования ведутся с целью удовлетворения личной любознательности, но экологические исследования почти всегда выполняются для того, чтобы удовлетворить потребность общества в понимании проблем, связанных с окружающей средой.

Пропаганда программы GLOBE

Программа GLOBE осуществляется федеральным правительством США в сотрудничестве с другими странами, правительствами штатов и местными властями, школами и частными предприятиями. Деятельность, направленная на пропаганду программы GLOBE, способствует повышению интереса местной общественности к программе как таковой и к поддержке участия местных школ в этой программе. В этом разделе приведены идеи и советы, относящиеся к пропаганде программы, подготовке сообщений для прессы и сотрудничеству со средствами массовой информации; предусмотрены также образцы сообщений для прессы и опубликованных статей. Эти материалы предлагаются в качестве исходных рекомендаций. Для того, чтобы добиться наилучших результатов, модифицируйте предлагаемые здесь рекомендации с учетом особенностей вашей школы и вашего района. Кроме того, поддерживайте участие ваших учеников в деятельности, направленной на пропаганду программы.

Пропаганда программы GLOBE в школе

Проведите день открытых дверей, посвя¬щенный программе GLOBE, и пригласите местных жителей (родителей, директоров школ, членов городского управления, других правительственных чиновников и членов организаций, занимающихся охраной окружающей среды), а также представителей прессы участвовать вместе с учащимися в научных измерениях и наблюдениях. Позвольте учащимся продемонстрировать применяемые ими методы загрузки данных с помощью сети Internet. Обсудите просматриваемые в диалоговом режиме графические визуаль¬ные представления данных, собранных учащимися-участниками программы GLOBE, и дайте учащимся возможность разъяснить свой вклад в получение изображений и их понимание явлений окружающей среды нашей планеты. См. подраздел «Сотрудничество со средствами массовой информации».

9 Назначьте время проведения школьного собрания или собрания совета родителей и учителей, посвященного работе учителя и учащихся, выполняющих программу GLOBE. Учащиеся могут представить доклады, основанные на собранных ими данных, и обсудить усвоенный ими материал.

- Помогите учащимся организовать «Бюро лекторов» в рамках программы GLOBE и ищите возможности установления связей с местными коммерческими предприятиями и гражданскими организациями. Учащиеся могут демонстрировать приобретенные ими знания, относящиеся к окружающей среде и техническим средствам. Это важно для достижения одной из целей програм¬мы GLOBE, заключающейся в повышении уровня экологической сознательности общественных кругов.

- Приглашайте профессионалов — экологов, ученых, технических специалистов — встречаться с учащимися, участвующими в программе GLOBE. Это поможет учащимся оценить их вклад в работу, которая выполняется за пределами классной комнаты, а также поможет специалистам получить дополнительную информацию о программе.

- Рекомендуйте учащимся посылать статьи и фотографии в местные газеты. Редакция местной газеты может быть заинтересована в регулярной публикации наблюдений учащихся, участвующих в программе GLOBE, или отведет им часть рубрики, посвященной вопросам образования или детям. Местные телевизионные станции могут быть заинтересованы во включении данных, полученных в рамках программы GLOBE, в свои прогнозы погоды или научно-образовательные программы.

- Демонстрируйте видеофильм, посвященный программе GLOBE, небольшим группам представителей общественности с тем, чтобы дать им общее представление о программе, или помогите учащимся подготовить собствен¬ный видеофильм или демонстрацию диапозитивов, посвященные программе GLOBE.

Сотрудничество со средствами массовой информации

Если вы обратились к представителям средств массовой информации или решили искать возможности демонстрации работы, выполняемой в рамках программы GLOBE, средствами массовой информации, для вас могут оказаться полезными приведенные ниже советы. Рекомендации в этой области могут быть предоставлены также местными правительственными организациями или управлением, ответственным за связи школ с общественностью.

Подготовка сообщения и изучение темы сообщения

Выделите определенное время на то, чтобы точно определить, каким, с вашей точки зрения, должно быть освещение программы GLOBE средствами массовой информации. Желаете ли, чтобы было освещено какое-либо определенное событие, например, день открытых дверей, посвященный программе GLOBE, или вы надеетесь на то, что деятельности ваших учеников будет посвящена отдельная статья или передача? См. подраздел «Подготовка сообщения для прессы о программе GLOBE», а также не забудьте просмотреть обновляемую информацию о программе GLOBE на странице http://www.globe.gov в сети Web — это позволит вам давать точные ответы на вопросы типа: «Сколько школ и сколько стран участвуют в этой программе?» Кроме того, если вы не уверены в каком-либо относящемся к программе вопросе, вы можете послать электронное сообщение по адресу info@globe.gov и получить быстрый ответ.

Приглашения

Вы можете пригласить представителей одной местной газеты или телевизионной станции посетить вашу школу в определенное время или провести мероприятие, участвовать в котором будут приглашены представители всех местных средств массовой информации. Интервью для представителей одной газеты или телевизионной станции легче организовать, и репортеры и редакторы скорее заинтересуются «специальным» интервью, чем общедоступным мероприятием. Приглашение множества лиц требует более длительной подготовки и более значительных усилий, но многолюдное мероприятие поможет вам в широкомасштабной пропаганде программы GLOBE. Приглашение видных представителей общественности может повысить интерес средств массовой информации к мероприятию, но «основной темой» мероприятия должны быть учащиеся. Решение о том, какого рода мероприятие лучше всего провести, может зависеть от того, проявят ли представители средств массовой информации интерес к программе GLOBE после того, как вы к ним обратитесь.

Установление связей с важнейшими представителями средств массовой информации

Если вы, директор вашей школы или один из родителей участвующего в программе GLOBE ученика знаком с представителем средств массовой информации, обратитесь в первую очередь к этому представителю. Если у вас нет «внутренних контактов», позвоните в газету или на телестанцию и попросите сообщить вам фамилии репортеров, занимающихся освещением вопросов, связанных с окружающей средой, научными исследованиями или образованием. Уделите несколько минут разъяснению того, каковы цели программы GLOBE,

Рис. IMP-I-15. Пример газетной статьи, посвященной программе GLOBE

Students collect data for GLOBE program

By MARY BARKER
Chronicle staff writer

GRAND HAVEN

An elementary science program in Grand Haven Schools not only teaches students valuable research methods, it also has them providing science data being used around the world by scientists studying the environment.

Griffin Elementary sixth-grade science teacher Roberta Cramer was the first to put her students to work measuring longitude, latitude and elevation with a Global Positioning System device, which uses relays from satellites in orbit above the earth.

The Global Learning and Observations to Benefit the Environment program, or GLOBE, is a hands-on project where students work under the guidance of GLOBE-trained teachers to make environmental observations and measurements and report them to a central processing facility.

Cramer's students record minimum, maximum and average daily temperatures 11 a.m. each day. The students also take note of the cloud cover and precipitation at that time. Water temperatures and acidity also are analyzed. The information is then sent through the Internet information highway to educators and scientists all over the world who are studying the environment.

Global images generated from the data are sent back to students for study.

Cramer said scientists for years have been retrieving information about the environment from satellite photographs. The data being collected by students around the world is being used as a way to verify the accuracy of the satellite images.

The Global Learning and Observations to Benefit the Environment program, or GLOBE, is a hands-on project where students work under the guidance of GLOBE-trained teachers to make environmental observations and measurements.

"The bottom line is students are learning science research, which is basically simple. It's a matter of accuracy and collecting data over a long period of time," Cramer said.

"This is a hands-on activity with far-reaching implications for scientists all over the world," Cramer said. "It isn't often that kids are doing science that will be used by other scientists. That is what makes this program unique."

Before they could get down to the business of collecting information and sending it around the globe, students at Griffin Elementary spent a lot of time choosing a research site to locate the weather station built and donated by Rick Fuller, a Griffin Elementary parent.

Science methodology was introduced while choosing the site with a grid system approach to rating potential locations based on a variety of criteria.

"They were asked to document their method of choosing a site and to reflect in writing on how and why the chose the site," Cramer said.

In the fall, while waiting for the measuring equipment to arrive, students learned about cloud cover and maintained a science journal. Accuracy in recording observations was stressed, Cramer said.

The special Global Positioning System device will travel to Rosy Mound, Ferry, Central, Robinson and Peach Plains elementaries as well as the Junior High School and Community Education, where students will collect similar information and send it off to scientists.

Students at various elementary levels will participate. For example, second-graders can measure air temperatures and fifth-graders can sample local plant and animal life; first-graders will record cloud cover and sixth-graders will analyze water quality.

From there the device will be sent to another district until next year when Grand Haven students will repeat their effort at being part of the global picture.

GLOBE is managed by a team of agencies headed by the National Oceanic and Atmospheric Administration. Other agencies are: the National Aeronautics and Space Administration, the National Science Foundation, the Environmental Protection Agency and the Departments of Education and State.

The leadership also includes the Office on Environmental Policy and the Office of Science and Technology Policy in the President's Executive Office.

Используется с разрешения газеты «The Chronicle», г. Грэнд-Хэйвен, штат Мичиган.

Рис. IMP-I-16. Пример газетной статьи о программе GLOBE.

Project spurs student growth

By Edward Patenaude
Telegram & Gazette Staff

DUDLEY — A hands-on program that joins students, educators, and scientists in studying the global environment is a big hit with ninth-graders at Shepherd Hill Regional High School.

"I call it real science," says lead teacher Anthony R. Surozenski. "We've made a three-year commitment."

The science department at the district high school is providing day-by-day weather and related information for scientists affiliated with Global Learning and Observations to Benefit the Environment in Boulder, Co.

While students in Surozenski's ninth-grade science class are doing most of the work, checking information at a weather station, a soil moisture reading site, and a hydrology location, the program is open to the community. "We could use some help on weekends and during vacations," Surozenski says.

The weather and soil stations are on the Shepherd Hill campus, and water readings are made near a culvert connecting Mosquito and Wallace ponds on Dudley-Oxford Road, about a mile from the school.

'WE'RE NOT ALONE'

"It does not take very long to learn what has to be done nor does it take long to do the actual recording of data," said Surozenski, calling for assistance because readings must be taken between 11 a.m. and noon every day of the year.

"We've been working with this program since April," Surozenski said. "We're not alone. There are 1,600 (schools) in the United States and other countries gathering information so scientists can get a better understanding of the environment."

Edward Fox, 14, measures the height of a tree outside Shepherd Hill with a clinometer.

Students in last year's freshman science class walked the hilltop campus, identifying areas that might be used for ongoing weather and moisture readings and biometrics, the statistical study of biological data.

Information is forwarded via the Internet to Boulder, where it can be accessed by research scientists. Shepherd Hill readings are fixed to a 15-kilometer square that covers a region from Webster Lake westerly to the Quinebaug River, and includes most of the ponds, and a lot of woodlands and open areas in Dudley. The information is matched to reports from other schools and locations by the 100 scientists participating in the program. It is anticipated that data will improve understanding of the earth.

Students have established a land cover site near a corner of the Dudley-Oxford Road school. They recently checked tree leaf growth above a given section to determine the amount of sunlight that reaches the ground. The tests will record plant growth through the four seasons.

The Shepherd Hill program has been mostly outside to date, but it will become an in-class activity as the weather turns cold, Surozenski said. While important and part of the process, field readings will be limited. "We'll be into the computer end of it when we can't get outside."

The program has been well accepted by the school's science classes, Surozenski says. There's a sense of accomplishment, the knowledge by students that activities will improve understanding of the planet. There's generally interesting information to share, according to Surozenski. For example, more than 3 inches of rain fell Oct. 21, and tests of water quality in the town ponds has generally been within acceptable pH levels.

Although a ninth-grade study, the volunteer aspect of the study is open to anyone in the community. There were a few gaps in the summer 1995 readings, but scout groups and others came to the fore, Surozenski said.

Debra Warms and her two sons, Christopher, a fifth-grader, and Jonathan, a fourth-grader, assumed responsibility for readings through the second week in July. Her husband, Kurt, is the leader of a Cub Scout pack just getting reorganized and Surozenski sought help, Debra Warms said. "He ended up with us," she said. "We enjoyed going up there."

'HANDS-ON APPROACH'

Surozenski and about 20 students were in a wooded section behind the school yesterday afternoon. The ninth-graders, mostly from the Charlton side of the two-town district, said the Globe science project offers a hands-on approach to science.

"It is a lot of fun because the information can be used in so many great ways," Tony Almeida said.

Enthusiasm for the project has brought Almeida to school on weekends, Surozenski said. Almeida and his parents, Sandra and Joseph A. Jr., are among the volunteers who visit the Dudley-Oxford Road campus when the school is closed.

Science is interesting but the outdoor sessions add a dimension to the school day, Jessica Beesley said. Zoe Ferris offered a similar note. Besides this, good grades are likely, she predicted.

"It's hands-on experience, not like sitting in a classroom," Andrea Bardier said while drawing measurements on a form.

Используется с разрешения газеты «Telegram & Gazette», г. Вустер, штат Массачусетс.

и укажите на то, что вы пошлете дополнительные материалы, планируете проведение специального мероприятия или готовите сообщение для прессы. Заинтересуйте представителей массовой информации, чтобы побудить их к участию в мероприятии совместно с вашими учащимися. Если вам покажется, что люди, с которыми вы говорите, не заинтересованы или торопятся, попытайтесь позвонить им снова через несколько недель или, что еще лучше, спросите, нет ли кого-нибудь в их организации, к кому вам стоило бы обратиться.

Определение времени установления связей

Если вы планируете провести особое мероприятие, репортерам следует сообщить о нем как минимум за неделю, а лучше за две недели. После того, как вы пошлете сообщение для прессы, позвоните в соответствующую газету или на телестанцию. Не смущайтесь позвонить за день перед проведением мероприятия, чтобы подтвердить участие в нем приглашенных лиц.

Планирование мероприятия

Для того, чтобы обеспечить высокую посещаемость мероприятия, запланируйте его так, чтобы оно началось не раньше 10 часов утра. Убедитесь в том, что предусмотрено достаточное свободное пространство для камер и микрофонов. Проверьте заранее, потребуется ли представителям средств массовой информации доступ к розеткам электросети и нет ли у них других особых требований. После прибытия репортера не забудьте поручить кому-либо приветствовать его и представьте репортера директору школы, учителю, участвующему в программе GLOBE, учащимся и любым видным представителям общественности, приглашенным на мероприятие. Подготовьте комплект информационных материалов для

каждого репортера, содержащий дополнительную копию сообщения для прессы, и любые другие материалы, содержащие описания программы GLOBE и вашего участия в ней.

Дальнейшие действия

После посещения участвующей в программе GLOBE школы представителями средств массовой информации позвоните в их организацию и убедитесь в том, что у них есть вся необходимая им информация. Если в сообщении или статье о программе GLOBE будут содержаться существенные ошибки, следует вежливо известить соответствующую организацию об этих ошибках.

Подготовка сообщения для прессы о программе GLOBE

В процессе подготовки сообщения для прессы важно помнить о пяти вопросах: «Кому?», «Что?», «Когда?», «Где?» и «Зачем?». Если возможно, следует учитывать и шестой вопрос, «Как?». Важно ответить на все эти вопросы в первых двух предложениях. Используйте короткие слова, составляйте короткие предложения и короткие параграфы. Параграф правильной длины в сообщении для прессы содержит два предложения. Практически любое сообщение для прессы может занимать не более одной-двух страниц машинописного текста.

Помните!

- Всегда указывайте точные дату, время и место проведения мероприятия, в том числе расположение стоянки для транспортных средств представителей средств массовой информации и любую необходимую информацию о расположении входов.

- Включите состоящее как минимум из двух или трех предложений общее описание программы GLOBE, содержащее информацию о количестве школ и стран, участвующих в программе.

  (См. постоянно обновляемую информацию на адресной странице программы GLOBE в сети Web по адресу http://www.globe.gov.)

  Проверьте точность и грамотность каждого предложения, содержащегося в сообщении для прессы. Никогда не гадайте, указывая даты, время, места или фамилии.

  Укажите имя, фамилию и номер телефона представителя школы, который несет ответственность за связь с прессой, и напечатайте сообщение для прессы на официальном бланке школы.

Рис. IMP-I-17. Образец сообщения для прессы

Образец сообщения для прессы (Имя, фамилия, № телефона, школа)

МЕСТНЫЕ ШКОЛЬНИКИ ПОМОГАЮТ УЧЕНЫМ ВСЕГО МИРА В СБОРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Учащиеся школы (**НАИМЕНОВАНИЕ ШКОЛЫ**) становятся участниками выполняемой детьми школьного возраста международной программы научных измерений характеристик экологических систем планеты. Они будут делиться своими наблюдениями с учащимися и учеными всего мира, пользуясь самыми современными средствами связи.

Школа (**НАИМЕНОВАНИЕ ШКОЛЫ**) присоединяется к другим образовательным учреждениям, участвующим в программе глобального обучения и наблюдений с целью улучшения окружающей среды (GLOBE) — международной программе сотрудничества в области науки и образования. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, вносят свой вклад в расширение объема знаний о нашей планете, производя регулярные измерения характеристик окружающей среды в тысячах пунктов по всему миру, и обмениваясь полученными данными с помощью сети Internet.

Учитель (**имя, фамилия учителя**) прошел подготовку по выполнению измерений и использованию компьютерной системы программы GLOBE на семинаре, в котором участвовали ученые и работники систем образования, вовлеченные в программу GLOBE.

(ТЕКСТ, ОТНОСЯЩИЙСЯ К УЧИТЕЛЮ, ПРОВОДЯЩЕМУ ЗАНЯТИЯ ПО ПРОГРАММЕ GLOBE)

Учащиеся выберут участок исследований рядом со школой, где они будут выполнять регулярные измерения различных атмосферных, гидрологических, биологических и геологических характеристик. Собранные учащимися данные будут загружаться ими с помощью сети Internet в базу данных программы GLOBE, после чего эти данные будут обрабатываться в сочетании с другими данными, переданными участвующими в программе школами всего мира, а также в сочетании с другой научной информацией, такой, как спутниковые изображения, с тем, чтобы сформировать динамические, просматриваемые в реальном масштабе времени изображения Земли. Данные, собранные участвующими в программе GLOBE учащимися, можно просматривать на адресной странице http://www.globe.gov в сети World Wide Web.

Финансирование и координация программы GLOBE совместно осуществляются Национальным управлением США по исследованию океанов и атмосферы, Национальным управлением США по аэронавтике и исследованиям космического пространства, Национальным научным фондом США, Управлением по охране окружающей среды США и министерствами внутренних дел и образования США. (**Вставка: поддержку выполнения программы GLOBE в местном масштабе осуществляют...**)

Дальнейшую информацию можно получить, обратившись к (**имя, фамилия учителя, ведущего занятия по программе GLOBE**) по телефону (**номер телефона**).

Планета, на которой мы живем: глобальная перспектива

Учащиеся знакомятся с глобусами, картами и фотографиями Земли и рассматривают Землю как единую глобальную систему

Место, в котором мы живем: локальная перспектива

Учащиеся знакомятся с условиями локальной окружающей феды и фавнивают результаты своих наблюдений.

Планета, на которой мы живем: глобальная перспектива

Цель занятия

Ознакомление учащихся с программой GLOBE и формирование у них представления о важнейших задачах и функциях программы.

Краткое описание

Учащиеся знакомятся с глобусами, картами и сделанными астронавтами фотографиями Земли и рассматривают Землю как единую систему. Затем учащиеся знакомятся с важнейшими элементами программы GLOBE: работой ученых, темами исследований и международным сообществом ученых.

Продолжительность

Одно классное занятие.

Важнейшие концепции

Земля — единая глобальная система, состоящая из взаимосвязанных подсистем.

Научное сообщество выполняет коллективную работу с тем, чтобы наше понимание взаимосвязей между системами Земли стало более глубоким.

Учащиеся и учителя, участвующие в программе GLOBE, становятся членами этого сообщества.

Навыки

Размышление о взаимосвязи частей целого, в данном случае всей планеты.

Выдвижение гипотез относительно будущего нашей планеты.

Коллективное решение вопросов и *размышление* о роли высококачественных данных в научных исследованиях.

Уровень подготовки

Любой.

Материалы и приборы

Плакат программы GLOBE с фотографией Земли, фотографии Земли, сделанные в космосе астронавтами, а также многие другие доступные изображения Земли, в том числе, например, глобус, атлас, карты и любые другие материалы, стимулирующие размышление учащихся о нашей планете.

Ознакомительный видеофильм о программе GLOBE (не обязательно).

Приветственное письмо (в предисловии).

Подготовка

ве требуется.

Предварительные условия

гтсутствуют.

Предпосылки

В наше время школьники могут видеть Землю такой, какой она выглядит из космоса — прекрас¬ная, голубая, уязвимая и полная тайн планета. Отважные первые исследователи космоса не только проникли за пределы известного мира, но и передали описания и фотографии, которые дали всем остальным людям возможность увидеть Землю издалека и со стороны. Астронавтов поразили тонкость атмосферы Земли и красочность и сложность структуры ее поверхности, резко контрастирующие с серой и безжизненной поверх-ностью Луны.

"Из космоса я увидел Землю — неописуемо прекрасную, без шрамов международных границ."

Мухаммед Ахмад Фарис, Сирия

"Первые два дня мы все показывали друг другу наши страны. На третий или четвертый день мы показывали друг другу наши континенты. На пятый день для всех нас существовала только одна Земля."

Султан Бин Салман аль-Сауд, Королевство Саудовская Аравия

"Теперь я знаю, зачем я здесь: не для того, чтобы взглянуть на Луну вблизи, но для того, чтобы обернуться и увидеть наш дом — Землю."

Алфред Уорден, США

"Я понял, что высота нужна человечеству главным образом для того, чтобы лучше узнать нашу многострадальную Землю, чтобы увидеть то, что нельзя увидеть вблизи. Не только для того, чтобы почувствовать ее красоту, но и для того, чтобы не наносить ни малейшего ущерба естественному миру."

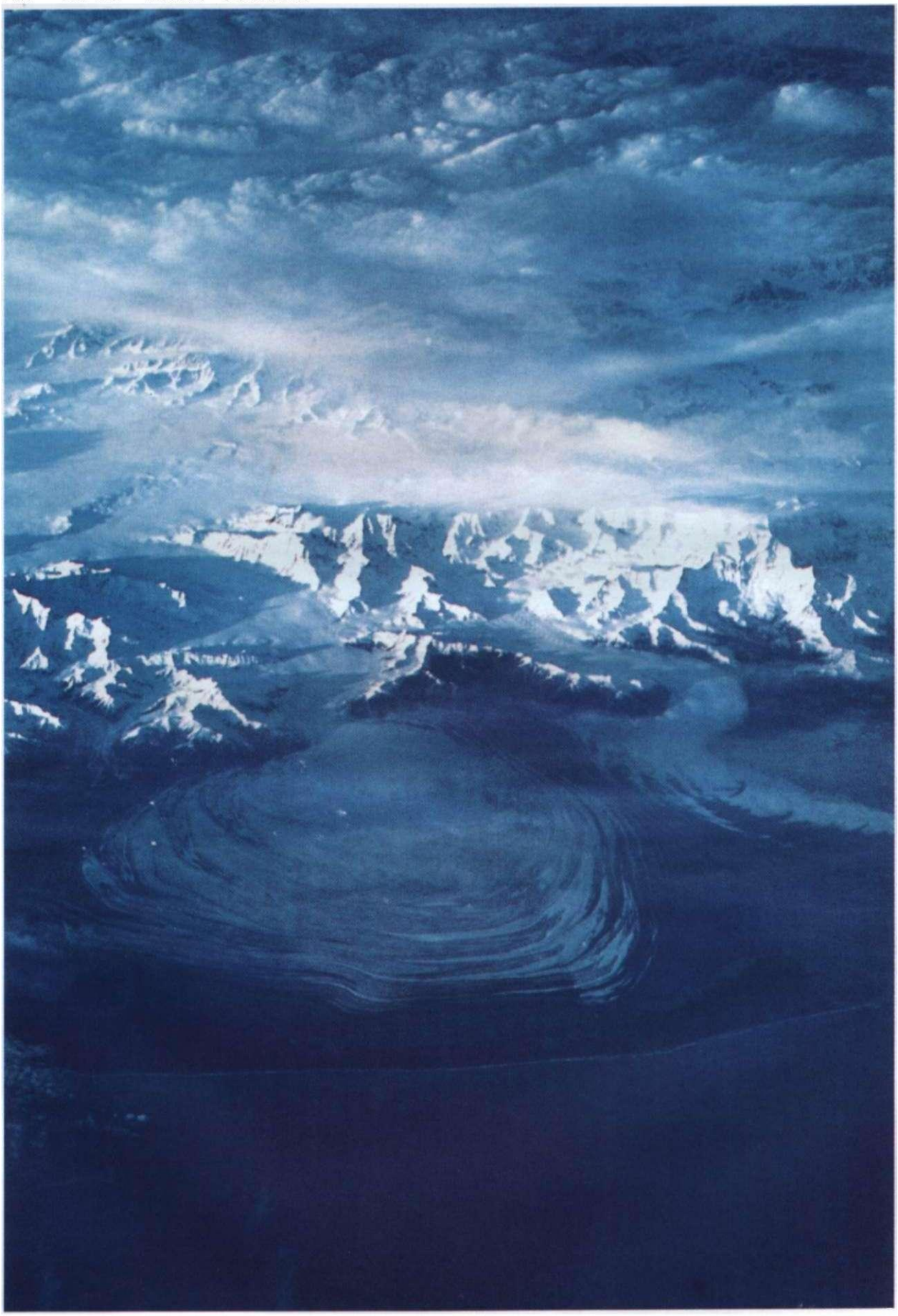
Фам Туан, Вьетнам

Рис. IMP-L-1. Астронавт над безмолвной красотой Земли

Источник: NASA

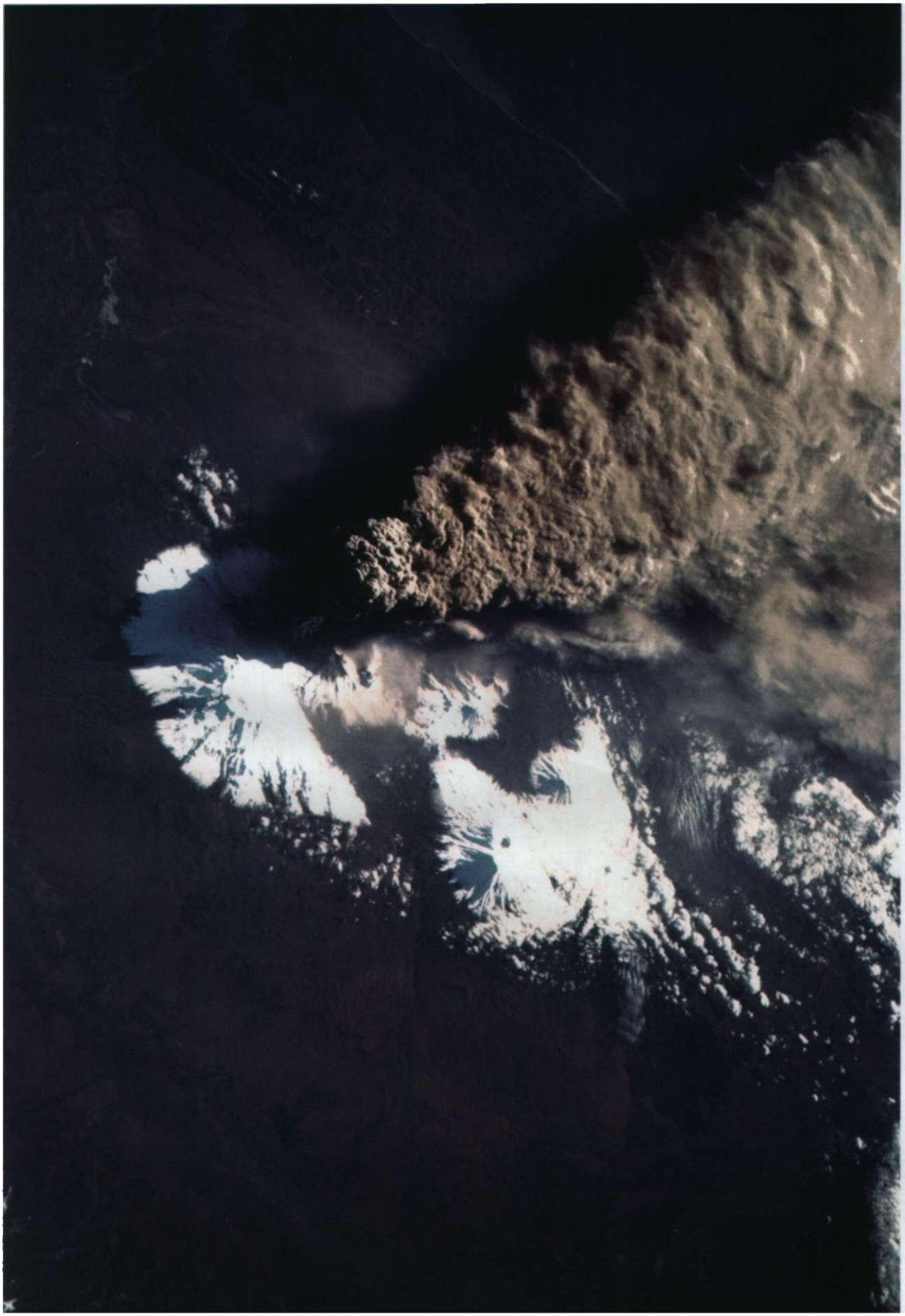
Рис. \MP-L-2. Ближний Восток

Рис. IMP-L-3. Ледник Маласпина



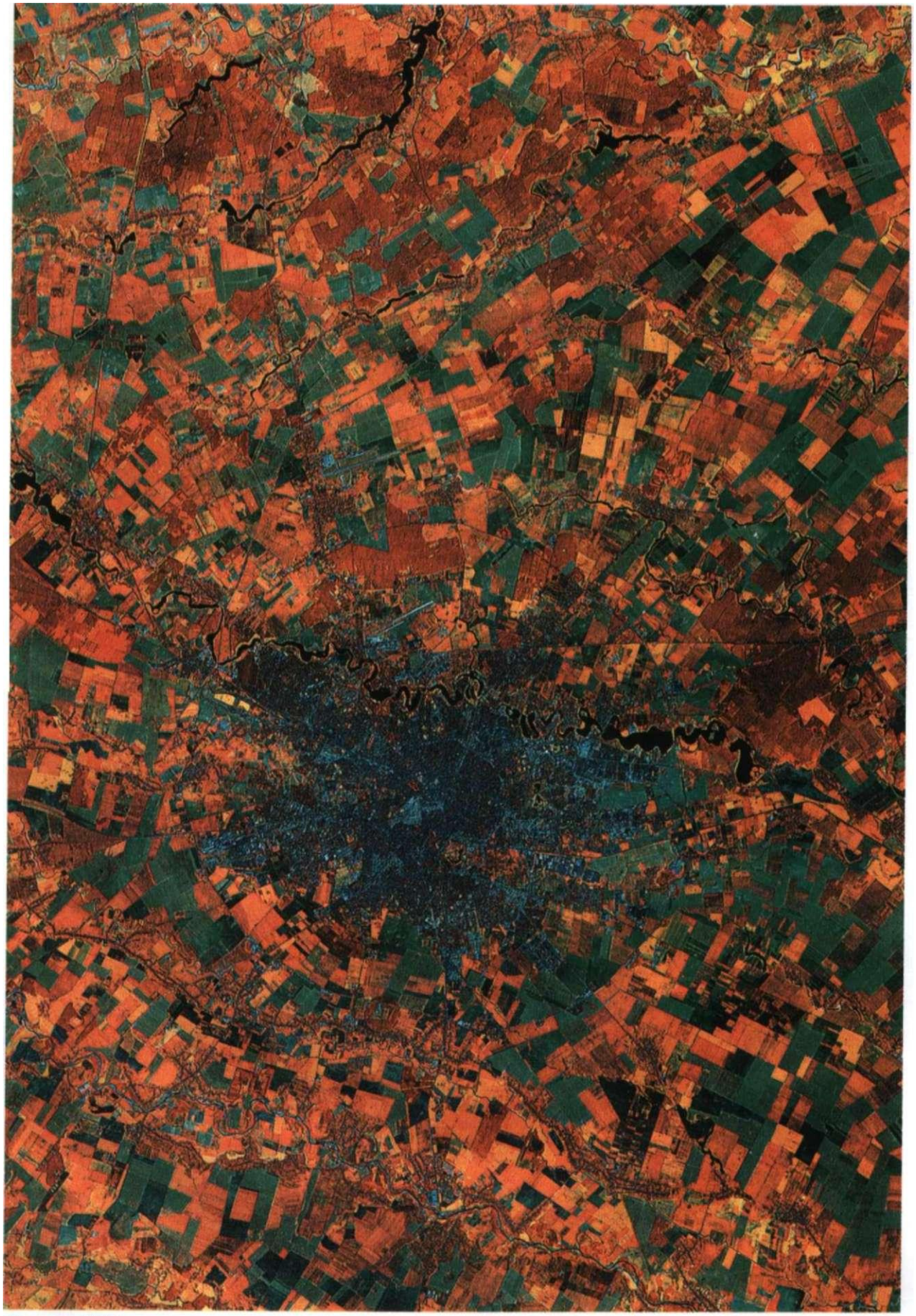
Источник: NASA

Рис. IMP-L-4. Вулкан на Камчатке



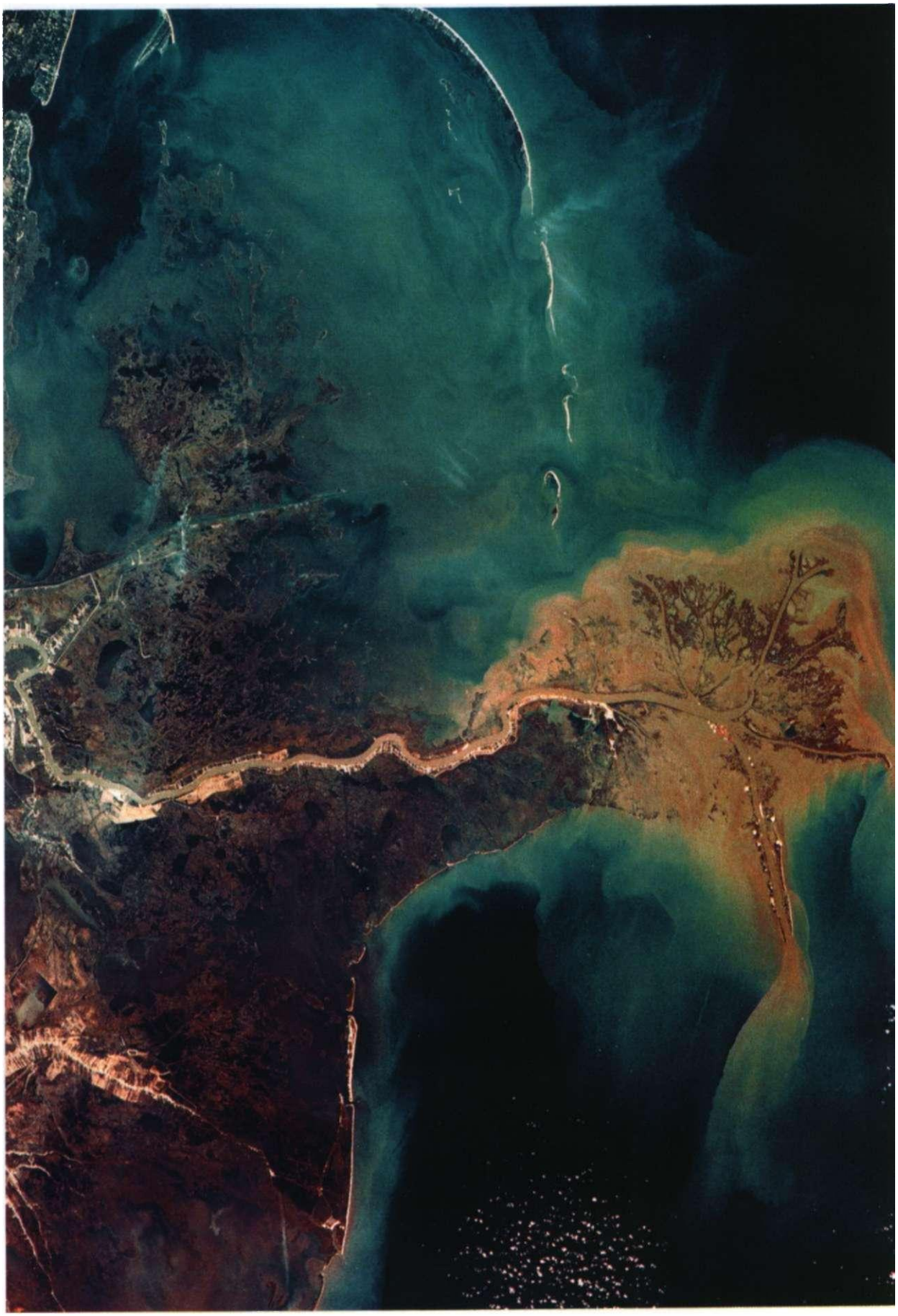
Источник: NASA

Рис. IMP-Ь-5. Бухарест



Источник: NASA

Рис. 1MP-L-6. Дельта реки Миссисипи



Источник: ***NASA***

"Когда после пылевой бури над Сахарой образовалось оранжевое облако, которое, подхваченное воздушными течениями, достигло Филиппин, где пыль наконец осела вместе с дождем, я понял, что все мы — пассажиры на борту одного корабля."

Владимир Коваленок, СССР

("Home Planet" ("Планета — наш дом"), Общество исследователей космоса, автор и редактор: Кевин Келли; Москва, "Мир"; Нью-Йорк, "Эддисон Уэсли", 1988 г.)

Для того, чтобы научиться лучше обращаться с нашей планетой, нам нужно получить больше информации о том, как работает экологическая система. В рамках программы GLOBE учащиеся собирают данные, имеющие критическое значение и помогающие ученым понять бесчисленные взаимосвязи между сушей, водой и воздухом Земли.

Подготовка и проведение занятий

Этап 1. Вид Земли из космоса

Разместите изображения Земли в классной комнате так, чтобы их было хорошо видно учащимся.

Дайте учащимся несколько минут на то, чтобы они рассмотрели глобус, плакаты и другие изображения Земли, переданные из космоса. Предложите учащимся поделиться своими ощущениями, вызванными этими изображениями Земли. В этом случае нет правильных или неправильных ответов: приемлема любая реакция. Попросите учащихся указать наиболее заметные физические характеристики Земли, найти географические регионы, отличающиеся характерными признаками, и стимулируйте в целом глобальное восприятие планеты. Спросите учащихся о том, какие детали изображений, по их мнению, свидетельствуют о наличии жизни на Земле. Могут ли явления, происходящие в одной части мира, влиять на происходящее в вашем регионе?

Этап 2. Знаете ли вы кого-нибудь, кто живет в другой части мира?

Выберите глобус или карту, на которых вы можете делать пометки или отмечать различные пункты булавками. Спросите учащихся, знают ли они кого-нибудь (друзей или родственников), кто живет на пределами вашего района. Попросите учащихся подумать о том, какую информацию о других частях мира они могли бы получить от этих людей. Какой климат в том месте, где живут эти люди — более теплый или более холодный? Как часто там идут дожди? Много ли там выпадает дождевых осадков и снега? Какая почва наблюдается в районе, где живут эти люди — более песчанистая или менее песчанистая, чем в вашем районе? Насколько она пригодна для выращивания сельскохозяйственных культур? Отличаются ли дождь и вода в другом районе более высокой кислотностью, чем в вашем районе? Такое обсуждение поможет учащимся оценивать важность имеющейся у них информации. Подчеркните тот факт, что учащиеся скоро станут специалистами в том, что относится к условиям окружающей среды на их опытном участке, и будут вносить полученную ими информацию в базу данных, используемую мировым сообществом.

Этап 3. Коллективное обсуждение вопросов с учащимися.

Что мы можем узнать о нашей планете, пользуясь данными, собранными учащимися по всему миру?

Собранная учащимися информация позволит точнее ответить на следующие вопросы:

- Каким образом поддерживается жизнь на Земле?

  Учащиеся с начальным и средним уровнем подготовки могут указать на атмосферу Земли, наличие воды и на другие критические индивидуальные характеристики, не упоминая о взаимосвязи между ними.

  Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут указать на взаимозависимость водной, почвенной и воздушной сред, или на то, каким образом происходило совместное развитие организмов и планеты.

- Какие проблемы необходимо решить населению Земли?

  Учащиеся с начальным и средним уровнем подготовки могут указать на индивидуальные примеры воздействия человека на окружающую среду или на отдельные проблемы, связанные с загрязнением среды, такие, как разливы нефти и кислотные дожди. Они могут просто упомянуть, что нам следует изучать окружающую среду.

  Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут упомянуть демографический взрыв и изменение атмосферных характеристик. Они могут указать на то, что мы должны совместно изучать эти происходящие со временем изменения в различных частях света, обмениваясь полученной информацией.

- Какой может стать наша планета через 50 или через 100 лет?

Этап 4. Приветственное обращение кучащимся, участвующим в программе GLOBE.

Обратитесь с приветствием к учащимся, участвующим в программе GLOBE. Продемонстрируйте им обзорный видеофильм о программе GLOBE (если имеется такая возможность), чтобы познакомить учащихся с программой. В предисловии к руководству для учителей содержится письмо представителей программы GLOBE к учащимся. Прочтите это письмо учащимся или раздайте им копии письма, чтобы они прочли его про себя. Обсудите программу с учащимися, уделяя особое внимание следующим вопросам.

- Программа GLOBE — программа глобального обучения и наблюдений с целью улучшения окружающей среды — одна из первых программ, предусматривающих изучение состояния Земли в качестве биосферы, единого живого целого, состоящего из взаимозависимых элементов. Изменения одного их элементов планетной системы, такие, как уменьшение влажности почвы, увеличение плотности облачного покрова или обеднение видового состава, оказывают влияние на другие элементы планетной системы.
- Программа GLOBE охватывает весь мир; фактические исследования в рамках программы ведутся учеными. Перед началом проведения занятий по той или иной теме можно познакомить учащихся с выдержками из писем ученых, чтобы оживить преподаваемый материал примерами из жизни.
- Учащиеся играют критически важную роль в программе GLOBE. Они сотрудничают с мировым сообществом, предоставляя результаты измерений, в которых остро нуждаются ученые, а следовательно и все те, кто желает лучше понять механизмы экологической системы Земли. Учащиеся загружают собранные ими данные в базы данных программы GLOBE и делятся информацией с учеными и другими учащимися по всему миру.
- Каждая участвующая в программе школа находится на опытном участке, в пределах которого расположены несколько участков исследований. На этих находящихся под открытым небом участках школьники будут производить свои измерения. Они скоро займутся описанием и подготовкой своих участков исследований. Каждый из опытных участков программы GLOBE представляет собой один большой участок исследований со сложной внутренней структурой. Изучение характеристик таких участков по всему миру с использованием одних и тех же приборов позволяет получить ценную и убедительную картину всепланетной окружающей среды.

GLOBE — эпохальная программа, целью которой является как получение научных результатов, так и образование учащихся. Каждый из нас — каждый учитель, каждый ученый и каждый учащийся — несет ответственность за получение высоко¬качественных данных и имеет возможность проявить себя наилучшим образом, помогая тем самым друг другу и всему миру.

Место, в котором мы живем: локальная перспектива

Цель занятия

Первое ознакомление учащихся с процессом проведения наблюдений на опытном участке программы GLOBE; использование органов чувств с целью получения целостного, стимулирующего представления об опытном участке.

Краткое описание

Учащиеся производят, в полевых условиях, как крупномасштабные, так и локальные наблюдения на части территории своего опытного участка программы GLOBE. Затратив некоторое время на размышление, они отображают результаты своих наблюдений в виде зарисовок, описаний, стихотворений и т. п. Учащиеся сравнивают свой участок с тем, на котором находятся их соклассники, и рассматривают возможные причины, которыми могут объясняться различия между двумя участками. Кроме того, учащиеся начинают пользоваться своими научными дневниками участников программы GLOBE.

Продолжительность

Одно классное занятие.

Уровень подготовки

Любой.

Важнейшие концепции

Опытный участок представляет собой одно органическое целое.

Естественная окружающая среда - богатейший источник информации. Важную информацию можно собрать, пользуясь только органами чувств.

Навыки

Повышение сознательности в отношении окружающей среды.

Описание и регистрация данных, создание отображения (представления) данных на основе результатов наблюдений.

Материалы и приборы

Различные материалы для рисования.

Записные книжки, используемые учащимися в качестве научных дневников участников программы GLOBE.

Подготовка

Выберите характерное место рядом со школой, на территории опытного участка программы GLOBE.

Если это необходимо, организуйте все, что требуется для поездки.

Если это еще не было сделано, подготовьте в помещении школы или в классе доску объявлений для участников программы GLOBE. Со временем, учащиеся начнут вывешивать на этой доске самые различные объявления и информационные материалы. В рамках этого занятия учащиеся могут вывесить подготовленные ими зарисовки, стихотворения и описания.

Предварительные условия

Это занятие лучше всего проводить после приветственного обращения к учащимся-участникам программы GLOBE.

Предпосылки

Каждая из школ, участвующих в программе GLOBE, проводит свои наблюдения и измерения на определенном опытном участке программы GLOBE площадью 15 x 15 км, в центре которого находится эта школа. На территории опытного участка расположены отдельные участки меньшего размера, называемые участками исследований — на этих участках проводятся *атмосфе-рные* и *гидрологические* исследования, исследования *почвы,* а также исследования *земного покрова* и *биологические* исследования. Более подробную информацию см. в разделе «Выбор участков исследований».

На этом занятии учащиеся ведут наблюдения на опытном участке программы GLOBE, пользуясь органами чувств и подготавливаясь к проведению различных измерений. Наблюдение окружающей среды в целом будет способствовать формированию у них представления об окружающей среде как о единой системе, состоящей из взаимосвязанных эле¬ментов. Кроме того, точность наблюдения зависит от умения пользоваться всеми органами чувств (не только глазами). Это особенно важно в ходе наблюдения биологи-ческой экосистемы.

Занятие подразделяется на три этапа: этап наблюде¬ния, этап размышления и этап предс-тавления результатов наблюдения. На этапе наблюдения

учащиеся просто наблюдают за окружающей средой. Они регистрируют все, что наблюдается на опытном участке. Наблюдения и регистрация результатов наблюдений производятся в режиме «потока сознания», способствующего сосредоточе¬нию внимания на наблюдаемых явлениях и повышению уровня бдительности. На этапе размышления каждый из учащихся пересматривает результаты своих наблюдений и думает о том, как различные наблюдения взаимосвязаны между собой. На этапе представления результатов наблюдения учащиеся создают представление своего участка или какой-либо его характеристики. Результаты наблюдений могут быть представлены в различных формах — стихотворений, рисунков, сюжетных описаний. На этом последнем этапе осуществляется синтез результатов индиви¬дуального наблюдения и размышления.

Такой первоначальный контакт с окружающей средой стимулирует стремление к обучению. Пользуясь комплексом органов чувств, школьни¬ки учатся наблюдать явления более прон-ицатель-но, относиться к ним более сознательно и продумывать их более глубоко, получая более широкое представление о своем участке. Это способствует более аккуратному и целеустремлен¬ному проведению ими дальнейших измерений и исследований в рамках программы GLOBE. Такие комплексные, «целостные» наблюдения рекомен¬дуется время от времени повторять с тем, чтобы предоставить учащимся возможность осознать углубление и расширение их воспр-иятия.

Подготовка и проведение занятия

1. Попросите каждого из учащихся выбрать особое, индивидуальное место на террито¬рии опытного участка программы GLOBE. Предложите учащимся выполнить некото¬рые из перечисленных ниже упражнений. Прочитайте вслух текст, относящийся к каждому из упражнений, поручив учащимся сначала вести наблюдения, потом обдумать результаты наблюдений, а затем внести описание или зарисовку результатов наблюдений в их научные дневники участников программы GLOBE. Задавая каждый вопрос, ждите несколько минут, чтобы дать учащимся достаточное количество времени для наблюдения, размышления и формулировки ответа.

Занятие проводится в следующем порядке.

Этап наблюдения

2. Поручите учащимся тихо, без разговоров, понаблюдать за окружающей средой на выбранных ими участках, пользуясь органами зрения, слуха и обоняния, определяя характерные признаки участка.

Что они видят? Что они слышат? Какие запахи характерны для участка? Что они чувству-ют?

3. Поручите учащимся представить себе общую картину выбранного ими участка — от неба до земли, и определить наиболее выдающиеся, крупные характеристики участка.
4. Поручите учащимся пронаблюдать за подробностями локального, непосредст¬венно окружающего их участка. Что они замечают?

Этап размышления

5. Попросите учащихся поразмышлять над тем, что они наблюдали. Какой из результатов наблюдения показался им наиболее впечатляющим?
6. Какая часть того, что они ощущали с по¬мощью органов зрения, слуха и обоняния, представляет собой результат человеческой деятельности? Какая часть наблюдаемой картины была естественного происхож¬дения? Что им показалось красивым, и что им показалось отталкивающим? Какие вопросы возникают у них в связи с наблюдаемой картиной?

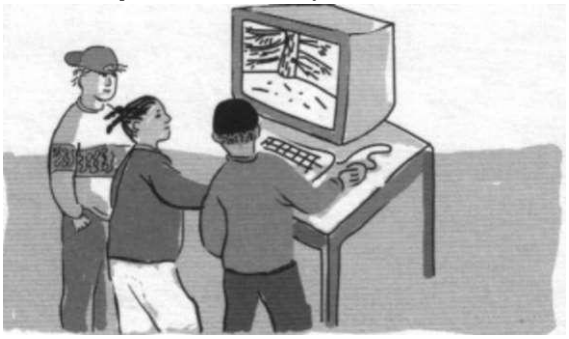
Этап представления результатов

7. Поручите учащимся внести в дневник рисунок, стихотворение или сюжетное описа-ние, относящиеся к результатам их наблю-дений. Попросите их выразить свои ощущения, а также результаты размыш¬ления о том, что они наблюдали и узнали.

После возвращения класса в школу попросите учащихся обменяться своим наблюдениями, рисунками и записями. Вывесите некоторые из них на школьной доске объявлений для участников программы GLOBE.

Закрепление и расширение усвоенного материала

- Подготовьте экспозицию изображений опытного участка или какой-либо его части для индивидуальных учащихся и для всей классной комнаты, пользуясь различными материалами: выставочный стенд с фотографиями, рисунками, сделанными карандашом или красками, научными дневниками участников программы GLOBE с образцами, настенную экспозицию,



диораму, компьютерную экспозицию электронных карточек (HyperCard), видеофильм, сборник рассказов и т. п. Постарайтесь включить в подготовленные материалы ту или иную информацию о каждом из индивидуальных участков, выбранных учащимися.

Во время второго выезда можно провести сравнение одного участка с другим. Учащиеся могут подумать о том, какие дальнейшие наблюдения позволили бы им получить больше информации о выбранных ими «особых участках».

Если вы уже пользуетесь электронной почтой GLOBEMail, поручите учащимся сообщить координаты (долготу и широту) выбранного ими участка учащимся другой школы с помощью электронной почты GLOBEMail. Предложите учащимся другой школы высказать свои соображения относительно вашего участка. Какие животные и растения наблюдаются на вашем участке? Каковы его типичные погодные и климатические условия? Каковы местные характеристики почвы и гидрологические характеристики? В ходе первого обмена сообщениями по электронной почте GLOBEMail, если это необходимо, можно предоставлять учащимся другой школы информацию, наводящую на правильные ответы.

Изучите геологические, исторические и юридические характеристики вашего опытного участка. Просмотрите старые топографические карты. Как выглядел тот же участок пять лет тому назад? Сто лет назад? Десять тысяч лет назад? Опишите любые изменения, которые, по вашему мнению, произошли на протяжении этих периодов времени. Описывая изменения, пользуйтесь как текстовыми описаниями, так и изображениями. Расспросите жителей района об истории вашего опытного участка.

- Подумайте о том, как ваш участок может измениться в будущем. Какие изменения наиболее вероятны? Продемонстрируйте несколько возможных сценариев изменения участка на протяжении текущего года, следующего года, следующих 10 лет и следующих 100 лет.

Оценка усвоения материала

Поручите каждому из учащихся подготовить комплект результатов сезонных наблюдений на каждом из участков. Затем сравните и противопоставьте результаты наблюдений, стимулируя более глубокое понимание происходящих явлений. Попросите каждого учащегося про-комментировать результаты их первых наблюдений и сравнить их с результатами дальнейших наблюдений. (Это можно сделать в рамках «Изучения сезонов», которое проводится после того, как учащиеся начнут сбор и загрузку данных в рамках программы GLOBE.)

Благодарность: учебные материалы к этому занятию были разработаны частично на основе документа «Выбор опытного участка и накопление опыта ведения наблюдений на участке», подготовленного в рамках проекта «Глобальная лаборатория» Центров исследо-ваний в области технического образования (TERC).

Приложение

Перечень описаний практических работ по программе GLOBE

Перечень описаний учебных занятий по программе GLOBE

Перечень навыков научных исследований и мышления

Перечень важнейших концепций (по главам)

Глоссарий

Адреса, по которым направляются фотографии, карты, графики и таблицы

Перечень описаний практических работ по программе GLOBE

Ниже приводится исчерпывающий перечень измерений, которые будут производиться учащимися в рамках программы GLOBE. Описания практических работ включены в главы, посвященные соответствующим темам исследований.

Атмосферные измерения

Ежедневные

- Тип облачного покрова
- Плотность облачного покрова
- Количество дождевых осадков
- Количество твердофазных осадков
- Кислотность (pH) осадков
- Максимальная, минимальная и текущая температура

Гидрологические измерения

Еженедельные

- Прозрачность воды
- Температура воды
- Содержание растворенного кислорода
- Кислотность (pH) воды
- Электропроводность (пресной воды) или соленость (солоноватой или морской воды)
- Щелочность воды
- Содержание нитратов

Измерения характеристик почвы

Ежедневные, еженедельные или ежемесячные

- Влажность почвы

Еженедельные

- Температура почвы

Сезонные

- Инфильтрация
- Суточный цикл изменения температуры почвы (на протяжении 2 последовательных дней)

Одноразовые, на каждом из участков отбора образцов для определения характеристик почвы

- Фотография разреза почвы
- Угол наклона почвенных слоев
- Инфильтрация
- Характеристики каждого из почвенных слоев
  - Глубина
  - Структура, цвет, консистенция, текстура, наличие корней, камней и карбонатов

Объемная плотность

Кислотность(pH)

Распределение частиц по величине

Плодородность (содержание нитратов и азота, фосфатов и калия)

Измерения характеристик земного покрова, биология

Измерения, которые производятся один или два раза в год на участках биологических исследований

(Один раз на протяжении наиболее благоприятного для растительности сезона, и один раз на протяжении наиболее неблагоприятного для растительности сезона)

Измерения, которые производятся один раз на каждом из участков для отбора образцов земного покрова

Лес и лесные угодья

- Лесная крона
- Наземный растительный покров
- Доминирующие и кодоминантные виды (после полного опадения листвы)
- Высота деревьев
- Диаметр (длина окружности ствола) деревьев

Луга и степи

- Биомасса трав

Измерения, которые производятся только один раз на каждом из участков для отбора образцов земного покрова и биологических исследований

Классификация земного покрова по модифицированной системе классификации UNESCO четвертого уровня (MUC Level 4)

Фотографии, сделанные из центра участка в северном, восточном, южном и западном направлениях

Измерения, которые производятся один раз на всем опытном участке программы GLOBE

Карта земного покрова, подготовленная посредством интерпретации и классификации распечатки изображения, полученного тематическим картографическим оборудованием спутника Landsat

Карта земного покрова, подготовленная посредством классификации кластеров с использованием заданных параметров (с помощью программного обеспечения MultiSpec)

Оценка точности каждой из карт посредством сверки карт с данными, собранными на участке отбора образцов земного покрова.

Измерения с помощью системы GPS

Измерения, которые производятся у главного входа в школу, участвующую в программе LOBE, и на каждом из участков, где проводятся дальнейшие исследования или отбор образцов

Широта

Долгота

Высота над уровнем моря

Перечень описаний учебных занятий по программе GLOBE

Руководство по выполнению программы

Планета, на которой мы живем: глобальная перспектива
Место, в котором мы живем: локальная перспектива

Атмосферные исследования

Наблюдение, описание и идентификация облаков
Оценка плотности облачного покрова: имитация процесса
Изучение укрытия для приборов
Подготовка и установка термометра
Замля, вода и воздух
Ведение наблюдений за облаками

Гидрологические исследования

Гидрологическая экскурсия
Моделирование водосборного бассейна
Детективы-гидрологи
Игра в pH
Усвоение навыков выполнения измерений
Повсюду вода
Открытие макрофауны беспозвоночных
Моделирование водяного баланса

Изучение почвы

Проходя мимо (для учащихся с начальным уровнем подготовки)
Проходя мимо
От грязи до кирпичей
Почва вокруг моего дома
Полевое почвоведение — отбор образцов
Почва как губка: сколько влаги содержится в почве?
Почва: процессы разложения
Смысл измерения распределения частиц по величине
Игра с данными

Изучение земного покрова и биология

Классификация листвы
Насколько точны измерения? Ознакомление с матрицей отклонений и ошибок
В чем состоит разница?
Трехмерное моделирование
Температурная картография
Область открытий
Экскурсия
Сезонные изменения в ходе биологических исследований

Исследования с помощью системы GPS

В чем состоит правильный ответ?
Относительное и абсолютное направления
Работа с углами
Астронавигация

Изучение сезонов

Что можно узнать о временах года?
От каких факторов зависят характеристики времен года?
Чем отличаются сезонные температурные изменения в различных регионах мира?
Что можно узнать, обмениваясь информацией о локальных сезонных изменениях с другими школами разных стран мира?

Перечень важнейших концепций (по главам)

Атмосферные исследования

Формирование облаков
Состав атмосферы
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков
Конденсация
Влияние ветра на результаты измерения количества осадков
Считывание показаний мениска
Изменение состояния, теплоемкость, плотность снега
Тепло, температура, конвекция, теплопроводность, излучение
Идентификация облаков по форме, высоте и характеристикам осадков
Моделирование и имитация процессов с целью определения точности наблюдений
Теплопередача посредством излучения, теплообмена и конвекции
Расширение и сжатие веществ в результате изменения температуры
Функционирование жидкостных термометров на основе принципа температурного расширения и сжатия
Теплообмен и конвекция — две основные формы теплопередачи
Различные вещества — почва, вода и воздух — поглощают и отдают энергию и тепло с различной скоростью
Взаимосвязь между характеристиками облаков и изменением условий окружающей среды

Гидрологические исследования

Температура
Измерение температуры
Тепло, теплопередача
Точность данных теплопроводность
Растворенный кислород
Сравнение с эталоном д
Кислотность (pH) и ее измерение
Зависимость pH от температуры
Калибровка

Буферные и эталонные растворы (pH)
Щелочность
Естественные факторы, влияющие на щелочность
Стандартизация
Электропроводность и факторы, влияющие на электропроводность
Различные виды поверхностных вод: пруды, озера, реки, снежный покров. Тесная связь между характеристиками воды и характе¬ристиками окружающей поверхности земли.
Перемещение воды. Наблюдаемые характе¬ристики поверхностных вод: цвет, запах, скорость течения и форма водоема.
Накопление осадков в водосборном бас¬сейне; общий сток водосборного бассейна в русло или водоем. Участок гидрологических исследований находится на территории водосборного бассейна. Характеристики водосборного бассейна зависят от физичес¬ких характеристик поверхности земли.
Обеспечение и контроль качества данных, надежность и точность данных, выполнение инструкций, калибровка
Растворы и взвеси (суспензии)
Измерение кислотности (pH)
Каждый организм зависит от определенных гидрологических характеристик, необхо¬димых для его выживания. Некоторые организмы могут выживать в широком диапазоне изменения гидрологических характеристик или качества воды. От этих характеристик зависит способность орга¬низма адаптироваться к изменяющейся окружающей среде. Существуют геогра¬фические закономерности распределения качества воды и ежегодной выживаемости организмов.

Изучение почвы

- Почвенные слои (горизонты), их цвет и текстура, распределение корней
- Внешние факторы, такие, как характер землепользования, общие климатические условия, свойства исходного материала и топография, могут влиять на результаты измерений характеристик почвы
- Порядок отбора образцов
- Кислотность почвы, распределение частиц по величине, текстура почвы
- Почва удерживает влагу. Влажность определяется как по весу, так и по объему содержащейся в почве воды. Скорость увлажнения и осушения почвы зависит от множества факторов. Влажность почвы уменьшается в солнечные сухие дни.
- Приборы для измерения влажности почвы можно использовать, после их калибровки, с целью опосредованного измерения содержания воды в почве.
- Характеристики почвы изменяются в пределах небольшой территории. Свойства почвы зависят от факторов, влияющих на формирование почвы. Почвы можно классифицировать в зависимости от их свойств.
- Разрезы почвы можно описывать на основе пяти факторов, определяющих формирование почвы. Характеристики почвы могут сильно изменяться в пределах небольшой территории. Факторы, определяющие формирование почвы, влияют также на содержание влаги в почве и температуру почвы.
- Точные измерение и регистрация данных. Оценка качества и надежности данных; идентификация необычных данных, требующих дальнейших исследований.
- Различные материалы могут содержать различные количества воды. Высвобождая воду, материалы становятся суше. Два способа удаления воды: вытеснение и испарение. Содержание воды в почве определяется посредством измерения количества воды в образце почвы. Содержание воды в почве различно в различных районах мира.
- Скорость и характеристики разложения веществ в почве зависят от различных условий окружающей среды.

Изучение земного покрова, биология

- Классификация земного покрова, модифицированная система классификации UNESCO (MUC).
- Размер элемента изображения (пиксела), лесная крона, наземный растительный покров, высота и длина окружности ствола деревьев, биомасса трав, доминирующие и кодоминантные виды.
- Система GPS, полевые биометрические измерения
- Оценка точности данных позволяет определить возможности картографирования земного покрова. После оценки точности данных она может быть повышена с использованием матрицы отклонений и ошибок.
- Карта является символическим представлением определенной территории. Поле зрения есть площадь, охватываемая глазом человека или объективом камеры. Поле зрения увеличивается с увеличением высоты глаза или объектива над поверхностью земли.
- Объекты на изображении, полученном методом дистанционной регистрации данных, интерпретируются и преобразуются в цифровой код, в зависимости от отражающей способности объектов в различных спектральных полосах света. Кодированное изображение передается через спутниковую антенну в компьютерную базу данных, где оно хранится или обрабатывается. Вывод изображения на дисплей осуществляется посредством преобразования хранящихся данных в изображение, цвета которого зависят от заданных пользователем параметров.
- Выведенные на орбиту спутники оснащены фотографическими камерами, чувствительными к излучению с различными длинами волн. Один из основных используемых диапазонов длин волн соответствует спектру теплового излучения. Датчик регистрирует количество излучаемого тепла и строит изображение из элементов, соответствующих различным зарегистрированным значениям. Когда учащиеся наблюдают что-либо, не прикасаясь к объекту, они используют органы зрения, слуха, обоняния и осязания в качестве дистанционных датчиков, регистрирующих объект.

Деятельность человека влияет на распределение типов земного покрова. Изменение земного покрова воздействует на состав флоры и фауны. Люди должны сознавать и прогнозировать последствия землепользования.

Участок биологических исследований площадью 30 x 30 м можно рассматривать как единую систему. Эта система содержит такие элементы, как деревья, воду, почву, камни (скальные породы) и животных (фауну).

Входными элементами системы являются, например, энергия солнечного излучения, вода, двуокись углерода, кислород, пыль; выходными элементами являются, среди прочих, вода, двуокись углерода, кислород, тепло.

Границы системы варьируют в зависимости от формулировки поставленного вопроса. Весной наблюдается период почкования, когда появляются и начинают расти листья. Осенью наблюдается период листопада, когда активно растущий материал растений отмирает.

Классификация позволяет организовать и понять явления естественного мира. Для того, чтобы система классификации была полезна, необходимо определить количественную точность классификации. Уровни точности классификации определяются с использованием различных критериев.

Исследования с помощью GPS

- Определение широты и долготы, картографирование.
- Относительное и абсолютное направления, широта и долгота, углы, использование магнитного компаса, основы картографирования, масштабирование
- Углы измеряются в градусах, минутах, секундах и десятичных градусах. Приемники системы GPS регистрируют углы в градусах и минутах.
- Если нельзя непосредственно измерить широту и долготу определенного пункта их можно определить в зависимости от расположения близлежащего пункта, долгота и широта которого известны.
- Измерения производятся с различной степенью точности. Существуют математические методы определения степени точности измерений.

Изучение сезонов

- Сезонные изменения происходят циклично в течение года. Наблюдаются явления, свидетельствующие о переходах от одного сезона к другому. Сезонные изменения позволяют прослеживать взаимосвязи между подсистемами (элементами) глобальной экологической системы.
- Характер сезонных изменений зависит от географического расположения наблюдателя. Наблюдается задержка между зимним солнцестоянием и самым холодным днем года. Годовые циклы сезонных изменений варьируют из года в год. Сезонные циклы изменения температуры различны в различных районах мира.

Глоссарий

Адресная страница (домашняя страница)

Страница (адрес) в сети World Wide Web, доступ к которой обеспечивается посредством поиска адреса, соответствующего набору информационного материала или «страниц».

Броузер

Компьютерное программное обеспечение, обеспечивающее доступ к страницам в сети World Wide Web, совместимым с протоколом передачи данных «Гипертекст», и позволяющее просматривать эти страницы.

«Голубой шар»

Наименование известной фотографии Земли, сделанной астронавтами на борту космического корабля «Аполлон»; в переносном смысле — любое сходное изображение полностью освещенного Солнцем диска Земли, сделанное в естественных цветах и переданное из космоса.

Гравиметрическое измерение образцов

Метод измерения, предусматривающий взвешивание образцов.

Диорама

Трехмерная модель, поясняющая определенный процесс или определенную концепцию.

Инфракрасное изображение, полученное в ложных цветах

Цветное изображение, полученное с помощью чувствительной к инфракрасному излучению пленки и обработанное таким образом, чтобы, например, объекты, отражающие в ближнем инфракрасном диапазоне, выглядели красными, красные объекты выглядели зелеными, а зеленые — синими.

ИК

Инфракрасный.

Подход, основанный на критическом анализе

Подход к обучению, в рамках которого особое внимание уделяется формулированию вопросов учащимися, формулированию гипотез и проектированию методов, позволяющих учащимся изучать вопросы или явления самостоятельно, с минимальным вмешательством учителя.

Полоса (частот, длин волн)

Сегмент спектра, соответствующий определенному диапазону непрерывно изменяющейся длины волны или частоты, например, электромагнитного излучения.

pH

Показатель кислотности или щелочности воды, отражающий концентрацию ионов водорода (H). pH измеряется по логарифмической шкале

$$pH = -\log[H],$$

где в квадратных скобках указано число, соответствующее концентрации ионов в расчете на кубический сантиметр. Показатель pH чистой воды и нейтральных растворов равен 7. Для кислотных растворов значения pH меньше 7 (т. е. в них концентрация ионов водорода больше 10^{-7}); для щелочных растворов значения pH больше 7.

Разнообразие видов

Число различных видов, обитающих на данной территории или обнаруженных в данном образце.

Световые волны

Любая форма света. Термин «волны» используется для того, чтобы подчеркнуть то, что свет характеризуется в зависимости от длины волны или частоты и что распространение света связано с колебаниями электрического и магнитного полей.

Спектральная структура

Структура, характерная для излучения, отражаемого или поглощаемого, в различных количествах в зависимости от длины волн, объектом, поверхностью или газом.

Участки исследований

Участки, на которых измерения, предусмотренные программой GLOBE, производятся многократно.

Участки отбора образцов

Участки, на которых измерения, предусмотренные программой GLOBE, производятся только один раз.

Электромагнитное излучение

Энергия, распространяющаяся в форме сочетания колеблющихся электрических и магнитных полей, часто называемая термами, соответствующими определенным полосам спектра электромагнитного излучения, такими, как «гамма-излучение», «рентгеновское излучение», «ультрафиолетовое излучение», «видимый свет», «инфракрасное излучение», «радиоволны» и «микроволны».

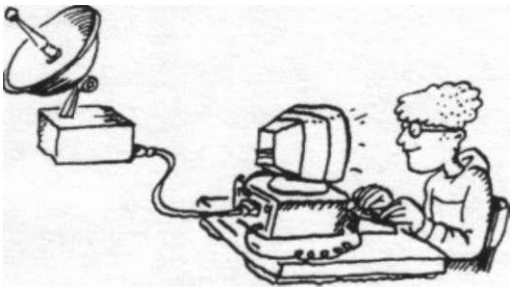
Адреса, по которым направляются фотографии, карты, графики и таблицы

Почтовый адрес:

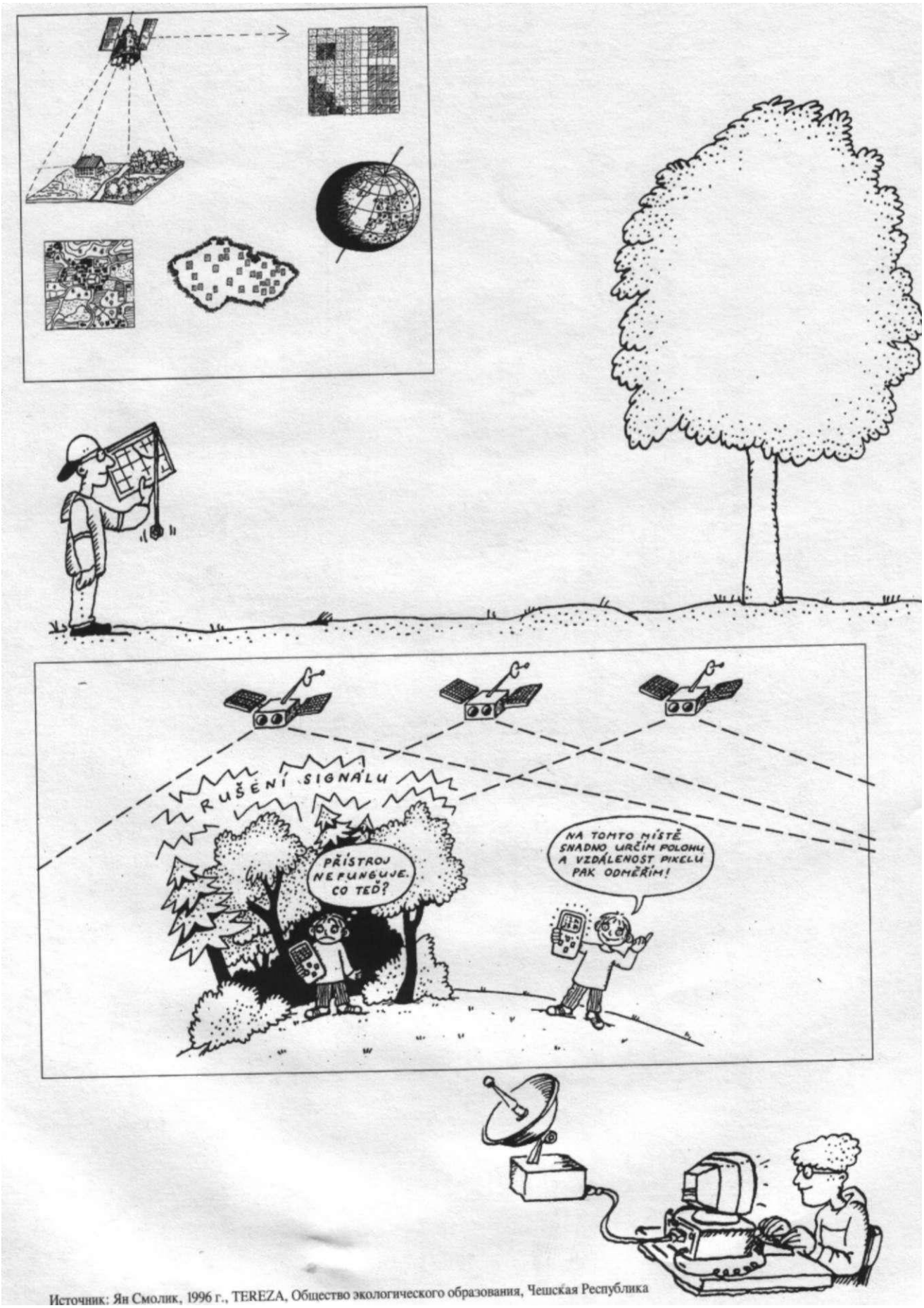
GLOBE Student Data Archive
NOAA/NGDC E/GC **1**
325 Broadway
Boulder, Colorado, USA 80303

Электронный адрес:

globe@ngdc.noaa.gov

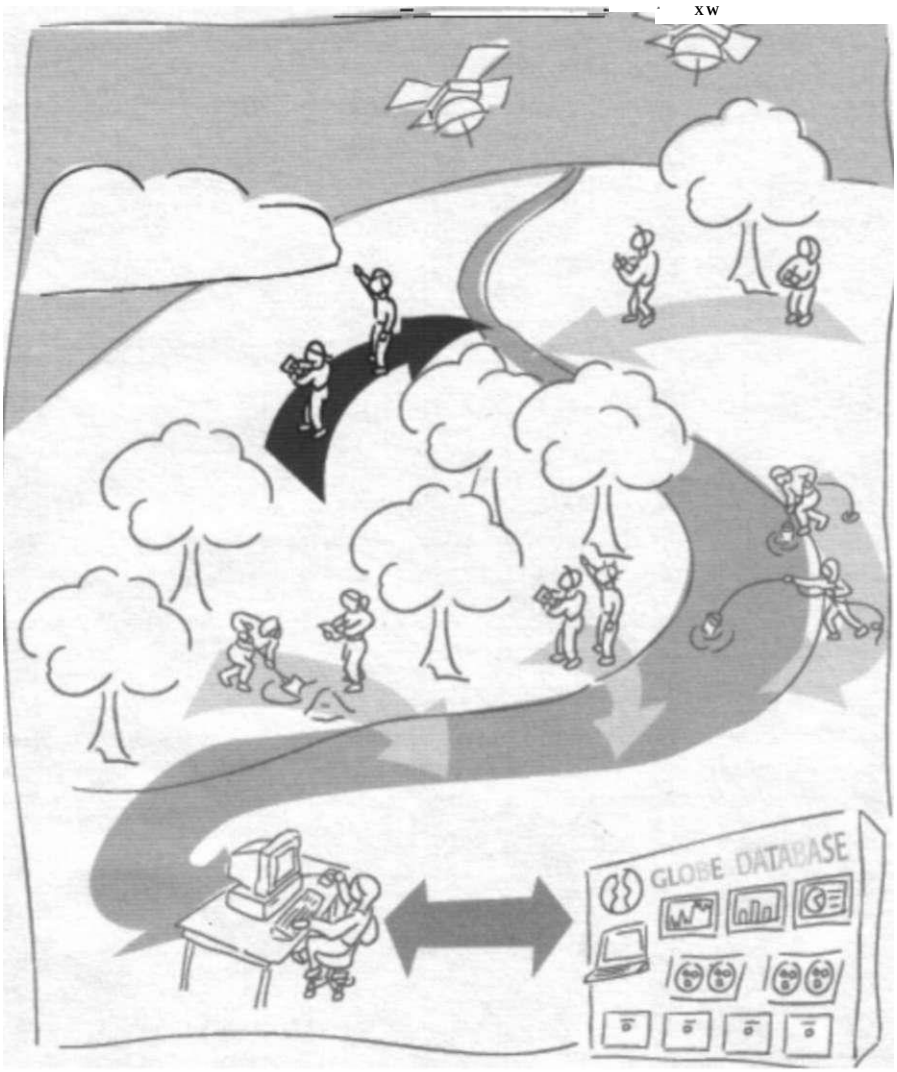


Источник: Ян Смолик, 1996 г., TEREZA, Общество экологического образования, Чешская Республика



Источник: Ян Смолик, 1996 г., TEREZA, Общество экологического образования, Чешская Республика

Атмосферные исследования



Программа GLOBE

Учебное исследование

Атмосферные исследования краткий обзор

Практические работы

Ежедневные измерения, которые производятся в течение одного часа до или после местного солнечного полудня:

тип облаков
плотность облачного покрова
количество осадков (дождя или снега)
кислотность (pH) осадков
текущая температура воздуха
максимальная температура воздуха за прошедшие сутки
минимальная температура воздуха за прошедшие сутки

Предлагаемая последовательность проведения работ и занятий

Прочтение раздела *«Атмосферные исследования: приветствие»*.

Копирование письма ученого и интервью с ученым и раздача копий письма и интервью учащимся.

Прочтение описаний *практических работ*: точное определение того, что и как следует измерять.

Прочтение краткого описания учебных занятий в начале раздела *«Учебные занятия»*.

Выполнение подготовительных работ перед началом выполнения практических работ:

Наблюдение, описание и идентификация облаков

Оценка плотности облачного покрова: имитация.

Установка укрытия для приборов и дождемера в подходящем месте на пришкольном участке, Если это возможно, планируйте размещение приборов с участием учащихся. Критерии размещения приборов приведены в разделе «Практические работы».

Загрузка исходной информации о выбранном участке атмосферных исследований в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Копирование рабочего листа атмосферных данных, содержащегося в *«Приложении»*.

Обучение школьников навыкам выполнения ежедневных измерений в соответствии с инструкциями, приведенными в описаниях практических работ.

Ежедневная загрузка собранных данных в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Прохождение остальных учебных занятий по мере выполнения ежедневных измерений.

Особое примечание

Не забудьте приготовить приборы, необходимые для выполнения практических работ по теме «Атмосферные исследования». Информацию о возможных способах получения или приобретения этих приборов см. в разделе *«Комплект инструментов и материалов»*.

Содержание

Атмосферные исследования: приветствие

Письмо ученого учащимся Приветствие-4

Познакомьтесь: д-р Сьюзен Поставко Приветствие-5

Введение

Крупным планом Введение-1

Обзор полевых атмосферных исследований Введение-2

В центре внимания: основные научные идеи ..... Введение-з

Подготовка к полевым работам Введение-5

ОбЗОр учебНЫХ ЗанЯТИЙ ..... Введение-"

Оценка усвоения материала Введение-7

Практические работы

Как ПРОЮДЯ1СЯ атмосферные исследования ... Практические работы-2

Определение типа ОЛЖОВ ..... Практические работы-4

Измерение плотности облачного покрова ..... практические работы-5

Измерение количества дождевых осадков ..... практические работы-6

Измерение количества твердофазных осадков практические работы-э

Измерение КИСЛОТНОСТИ (pH) ОСадКОВ ..... Практические работы-12

Максимальная, минимальная и текущая температура ..... Практические работы-15

Учебные занятия

Наблюдение, описание и идентификация облаков. Учебные занятия-2

Оценка плотности облачного покрова: имитация.... Учебные занятия-6

Изучение укрыТИЯ ДЛЯ Приборов ..... Учебные занятия-9

Изготовление термометра ..... Учебные занятия-13

Земля, вода И воздух ..... Учебные занятия-22

Наблюдение Облаков ..... Учебные занятия-24

Приложение

Рабочий лист данных приложение-2

Определение типа облаков Приложение-4

ГлОССарИЙ Приложение-8

Листы ввода данных программы GLOBE в сети Web.... Приложение-9

Письмо ученого учащимся

Скопируйте и раздайте учащимся

Дорогие учащиеся!

Здравствуйте, меня зовут Сьюзен Поставко. Я — ведущий научный специалист по атмосферным и климатическим исследованиям в рамках программы GLOBE. Я преподаю на метеорологическом факультете Университета штата Оклахома в городе Норман, в Оклахоме. В оклахомскую группу атмосферно-климатических исследований входят также д-р Марк Моррисси, г-жа Рене Макферсон, д-р Кен Кроуфорд и д-р Раджив Говда. Кроме того, с нами сотрудничают несколько выпускников университета и аспирантов. Мы рады приветствовать вас, новых участников атмосферных и климатических исследований, и надеемся сотрудничать с вами.

Почти все на нашей планете интересуются, в той или иной степени, климатом и изменениями климата, потому что, в конечном счете, долгосрочные изменения температуры и количества осадков во всем мире коснутся каждого из нас. Во многих странах внедряются образовательные, информационные и учебно-подготовительные программы, направленные на повышение уровня сознательности в отношении возможных последствий климатических изменений. Для того, чтобы выявить долгосрочные закономерности этих изменений, мы должны усовершенствовать применяемые методы контроля глобальных климатических характеристик.

Производя ежедневные измерения характеристик облаков, температуры и количества осадков, вы помогаете нам прощупывать пульс планеты. Учавствуя в контрольных наблюдениях за изменениями, происходящими по всему миру, вы берете на себя большую ответственность, но мы уверены, что вы справитесь со своей задачей.

Измеряя параметры окружающей среды и обмениваясь полученными данными с учащимися из разных стран мира, вы приобретаете знания и навыки, которые позволят вам принять решения, от которых зависит, в каком мире будут жить следующие поколения людей.

Мы будем сообщать вам последние результаты изучения погоды и климата и просим вас посылать нам информацию о любых открытиях, которые вам удастся сделать!

Снова приветствуем вас — новых участников программы GLOBE! Надеемся, что ваше участие в программе будет увлекательным и интересным!

Д-р Сьюзен Поставко
Университет штата Оклахома
Норман, Оклахома, США

Скопируйте и раздайте учащимся

Познакомьтесь: д-р Сьюзен Поставко

Д-р Поставко. Я — доцент метеорологического факультета Университета штата Оклахома в городе Норман, в Оклахоме. Я интересуюсь погодными условиями на нашей планете и на других планетах, в частности, на Марсе. Я изучаю процессы, происходившие на Марсе после формирования Солнечной системы, и сравниваю их с процессами, которые могли происходить в ту же эпоху на Земле.

GLOBE. Есть на Марсе погода?

Д-р Поставко. У Марса есть атмосфера, а на любой планете с атмосферой есть погода. Атмосфера Марса примерно в 100 раз более разреженная, чем на Земле, и средняя температура на Марсе ниже точки замерзания воды. Тем не менее, рассматривая Марс в телескоп, мы замечаем структуры облаков, сходные с земными. Вскоре после формирования Марса, примерно 4 миллиарда лет тому назад, он мог во многом походить на Землю. На Марсе видны объекты, похожие на русла высохших рек, и другие признаки того, что по поверхности Марса текла вода. Три миллиарда лет тому назад Марс, может быть, еще не так отличался от Земли. Меня интересует, в частности, один вопрос: если Марс и Земля вначале были похожи, почему они стали такими разными?

GLOBE. Существует ли вода в жидком состоянии на какой-нибудь из планет Солнечной системы, кроме Земли?

Д-р Поставко. Может быть, на Европе, одном из спутников Юпитера. Имеются убедительные свидетельства того, что под ледяной корой Европы, толщина которой, вероятно, составляет десятки метров, существует вода в жидком состоянии. Мы думаем, что на Европе есть жидкая вода, потому что у этого спутника необычайно гладкая поверхность. Большинство известных тел в Солнечной системе сплошь покрыты кратерами, но на Европе, судя по изображениям, полученных «Вояджерами», неровности поверхности не превышают примерно двух метров по высоте. Это примерно все, что нам известно. Возникает впечатление, что при возникновении любой более крупной возвышенности на Европе она заполняется пропитывающей ее снизу жидкостью; так как поверхность Европы состоит из льда, можно уверенно сделать вывод, что эта жидкость — вода.

GLOBE. Выходит, что Европа гладкая, как биллиардный шар?

Д-р Поставко. Да. Солнечная система полна удивительных вещей. Рассматривая изображения других планет и спутников, я часто говорю себе: «Поразительно! Как такое могло получиться?»

GLOBE. Какие данные вы хотели бы получать от учащихся, участвующих в программе GLOBE, и почему они вам нужны?

Д-р Поставко. Меня интересуют дождевые осадки и облака, так как от них зависит количество воздействующего на поверхность планеты солнечного света — Солнце дает всю энергию, потребляемую планетой. Благодаря этой энергии существует жизнь. Нам нужно узнать больше о том, сколько солнечного света проникает через атмосферу, и какие облака могут отражать солнечный свет. Информация об облаках позволяет нам узнать также о том, сколько водяного пара содержится в атмосфере, а это, в свою очередь, дает

возможность объяснить гидрологический цикл — возможно, важнейший из экологических циклов на Земле. Сколько воды испаряется с поверхности Земли? Сколько воды содержится в атмосфере? Сколько осадков выпадает в том или ином месте, в то или иное время?

В наше время все говорят о глобальном потеплении. Мы еще не знаем в точности, как человеческая деятельность отражается на атмосфере, но правда заключается в том, что климат на Земле всегда изме¬нялся. В прошлом были перио¬ды, когда на Земле было холоднее и теплее, чем в наше время. Необходимо понять эти климатические изменения для того, чтобы мы могли приспосо¬биться к новым переменам. Настанет ли новый ледниковый период? Как это повлияет на людей — где они будут жить, и какие сельскохозяйственные культуры они смогут выра¬щивать?

GLOBE. *Вы можете определить закономерности изменений, но можете ли вы определить их причины?*

Д-р Поставко. Не всегда. Земля — сложная система, и ученым приходится знать все понемногу — метеоро¬логию, океанографию, геоло¬гию, биологию и все остальное, — чтобы на самом деле разо¬браться в том, что вызывает то или иное изменение. В течение длительного времени ученые вели исследования только по своей узкой специальности. Только недавно мы осознали, что Землю невозможно понять, рассматривая ее по частям. Поэтому выяснение причин происходящих изменений труднее обнаружения самих изменений. Нам кажется, что изменения количества и распределения осадков связаны с небольшим потеплением во всем мире. Но тогда логичным становится вопрос: «А почему происходит такое небольшое потепление?» Может быть, причиной является увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере. А может быть, есть какая-то иная причина.

GLOBE. *Наблюдается ли какой-нибудь прогресс в области изменения погодных условий? Удается ли, например, увеличить количество дождевых осадков в пусты—нях?*

Д-р Поставко. Это вопрос, вызывающий разногласия. С тех пор, как люди начали наблюдать за погодой, они пытались изменить ее. Мы пробовали рассеивать вещества в облаках, чтобы вызвать дождь. Мы пробовали рассеивать вещества в ураган¬ных циклонах над океаном, чтобы остановить ураганы прежде, чем они достигнут суши. Правда заключается в том, что мы не знаем, приводят ли наши действия к каким-либо результатам. Мы не знаем, например, будет ли рассеяние веществ в облаках способство¬вать выпадению дождя, или дождь пойдет и без нашего вмешательства.

GLOBE. *Помогают ли ученым собранные учащимися данные о погод—ных условиях?*

Д-р Поставко. Очень помогают. Мы участвуем в программе, в соответствии с которой учащиеся, живущие в Тихоокеанском регионе, измеря¬ли количество дождевых осадков в течение последних трех лет. В Тихоокеанском регионе, как вы понимаете, очень много воды и очень мало суши — поэтому данные, полученные нами от учащихся, бесценны; они помогают нам понять изменения температуры и количества осадков по всему региону. Фактически, учащиеся произвели, вероятно, около 30% всех наблюдений, зарегистриро¬ванных в Тихоокеанском регионе.

GLOBE. *Расскажите немного о себе. Где вы родились? Где вы выросли?*

Д-р Поставко. Я выросла в городе Сент-Луис, в штате Миссури, и поступила в колледж при Университете штата Миссури в Сент-Луисе. Я очень интересовалась астрономией, и поэтому выбрала курсы физики и астрономии. Я всегда увлекалась наукой, но никогда не испытывала особого влечения к математике. В колледже я увидела, как математика применяется в науке, и увлеклась математикой. Я даже стала помощником преподавателя математики, о чем раньше мне и мечтать не приходилось! В конце концов я получила степень бакалавра физических и астрономических наук. В области астрономии меня интересовало в основном изучение планет. Когда я думала о том, по какой теме проходить аспирантуру, один из профессоров порекомендовал мне программы изучения атмосферных характеристик, так как в рамках этих программ выполняются исследования атмосфер других планет. Поэтому я закончила аспирантуру в Университете штата Мичиган в области изучения атмосферы. Я получила докторскую степень в 1983 г., а потом занималась изучением эволюции и атмосферных характеристик планет в Университете штата Гавайи. В 1991 г. мой муж и я перешли на работу в Университет штата Оклахома, и теперь я преподаю на весьма традиционном факультете метеорологии, с очень забавными людьми. Как только погода портится, все бегут к своим автомобилям, чтобы гоняться за торнадо.

GLOBE. *Вы гоняетесь за торнадо?*

Д-р Поставко. Они гоняются за торнадо. Когда погода портится, мне все еще хочется забраться поглубже в подвал. Но все остальные бегут к своим машинам. Аспиранты грозятся, что в один прекрасный день они вытащат меня посмотреть на торнадо. У каждого из них есть видеокамера. Я предпочитаю смотреть на торнадо, заснятое на видеопленку.

GLOBE. *Что, если торнадо начнет гоняться за вами?*

Д-р Поставко. Тогда дело плохо.

GLOBE. *У вас есть дети?*

Д-р Поставко. Нет, но у меня живут четыре собаки, пять кошек и четыре птицы.

GLOBE. *Что вы делаете для развлечения?*

Д-р Поставко. Я предпочитаю в основном развлечения научного характера. Мне нравится выходить по вечерам с биноклем и рассматривать созвездия, ждать падающих звезд, искать планеты. С тех пор, как мы переехали в Оклахому, мое представление о развлечениях резко изменилось. На Гавайях я занималась бегом трусцой, греблей на каяке и подводным плаванием с аквалангом. В Оклахоме не поныряешь с аквалангом. Но в других отношениях это интересный штат.

GLOBE. *Вы заинтересовались астрономией в старших классах средней школы?*

Д-р Поставко. Я интересовалась астрономией с тех пор, как я себя помню. Я думаю, это объясняется отчасти тем, что мой отец любил искать созвездия на небе. Он читал мне о планетах и прочих вещах.

GLOBE. *Как вы относились к науке, когда учились в средней школе?*

Д-р Поставко. Мне всегда нравилась наука. Я испытывала трудности с математикой, потому что не понимала ее полезности. В колледже моим консультантом была дама маленького роста с

волосами, крашеными в синий цвет. Когда я сообщила ей, что хочу заниматься физикой и астрономией, он сказала: "Дорогая моя, но ты же знаешь, что для этого требуется куча математики". Я ответила: "Ладно, мне, видимо, придется заняться кучей математики". Она думала, что я хочу зани¬маться испанским языком, потому что мы учили испанский в школе. Но я объяснила ей, что я не хочу заканчивать колледж по этой специальности.

GLOBE. *Пытался ли кто-нибудь отговорить вас от занятий наукой на том основании, что вы — женщина?*

Д-р Поставко. Только эта женщина-консультант в колледже. Она, скорее всего, редко встречала женщин, изучающих естественнонаучные дисциплины. На самом деле, когда я слышу, как женщины рассказывают о препятствиях, которые им пришлось преодоле¬вать, я просто восхищаюсь их настойчивостью, потому что я никогда не представляла себе, чтобы кто-нибудь мог помешать мне заниматься тем, чем я хочу заниматься. Мои родители всегда советовали мне делать то, что мне хочется делать. Мои профессора были замечательные люди, которые никогда даже не намекали, что мне следовало бы заняться чем-нибудь, кроме науки.

GLOBE. *Если бы из волшебной лампы появился джинн и предложил бы вам ответить на любой вопрос, какой вопрос вы задали бы ему?*

Д-р Поставко. На что был похож Марс в ранний период его существования? Я затратила много лет на то, чтобы это узнать.

GLOBE. *Можно ли это узнать, не посылая людей на Марс, или необходимо, чтобы на Марсе высадились люди и произвели раскопки?*

Д-р Поставко. Я считаю, что в конечном счете присутствие людей на Марсе необходимо. Одна из проблем, связанных с дистанционно управляемыми аппаратами, заключается в том, что машина не умеет замечать необычные вещи и производить испытания необычных образцов. Нам удалось очень много узнать о Луне именно потому, что астронавты могли осмотреться и определить, что именно заслу¬живает изучения.

GLOBE: *Что было для вас, как для ученого, самой трудной зада—чей?*

Д-р Поставко. Удивительно то, что в науке почти каждый день приходится делать вещи, которые еще никто никогда не делал. Вы узнаете новые вущи, которые еще никому не были известны. Увлекательны не только боль¬шие открытия, на которые можно натолкнуться, если повезет, но и ежедневный вклад, который вы прибавляете к общему количеству знаний.

GLOBE. *Какое удовлетворение приносят научные исследования?*

Д-р Поставко. Я думаю, что ученые находят удовлетворение в двух вещах. Во-первых, они ищут и находят то, что помогает другим людям в их повседневной жизни. Взгляните на технические достижения, которыми мы пользуемся сегодня. Все они появились в результате научных исследований. Кроме того, удовлетворение приносит возможность увеличивать объем знаний о Земле, о других планетах, о Вселенной. Невоз¬можно предсказать, какого рода информация может помочь будущим поколениям. Я не думаю, что Исаак Ньютон, когда он развивал дифференциальное и интегральное исчисление или разрабатывал закон гравитаци¬онного притяжения, был уверен в том, что эти достижения будут применяться будущими поколе¬ниями, но мы пользуемся его достижениями, когда посылаем космические аппараты к Юпи¬теру.

GLOBE. *Кто были ваши герои в дет—стве?*

Д-р Поставко. Астронавты. Я хотела стать астронавтом. Я считала, что нет более интересных и замечатель¬ных людей.

GLOBE. *Можете ли вы дать какой-нибудь совет школьникам, интересующимся экологичес—кими науками?*

Д-р Поставко. Нужно испытывать уверенность в себе. Делать то, что хочется делать. Не позволять другим убеждать вас в том, что у вас не хватит способностей для того или иного дела, потому что, если я смогла заниматься тем, чем мне хотелось заниматься, значит, этого может добиться каждый. Нужно следовать влечению сердца, заниматься тем, что вас на самом деле интересует. Если вы приложите достаточно умственных усилий, у вас это получится. Такие советы кажутся самонадеян¬ными, и если бы кто-нибудь посоветовал мне это, когда я училась в восьмом классе, я бы сказала: "Ну да, конечно! Вы не знаете, о чем вы говорите." Но это правда.

GLOBE. *Не хотели бы вы что-нибудь добавить?*

Д-р Поставко. Я надеюсь, что школьники не представляют себе ученых людьми, которые сидят в башнях из слоновой кости, в полном отрыве от реального мира. Наука и есть реальный мир. Наука похожа на детективную повесть. Идет постоянный поиск ответов на вопросы. Почему произошло это, почему происходит что-то другое? Есть много научных исследований, которые могут быть интересными и увлекатель¬ными для школьников.

Введение

Крупным планом

"Все говорят о погоде, но никто ничего не делает!" — жалобы такого рода высказывались людьми всего мира в течение многих веков. На самом деле, кое-что уже делается по поводу погоды. Ученые из разных стран мира ежедневно изучают погодные условия, а теперь, благодаря программе GLOBE, им могут помочь ваши ученики. Результаты их измерений будут способствовать лучшему понима¬нию климата планеты.

Атмосферу изучают по многим причинам. Каждый день мы хотим знать, какая температура будет завтра, чтобы решить, какую одежду надеть, потребуется ли нам зонтик, когда мы выйдем из дома, и нужен ли нам головной убор, чтобы защититься от ультрафиолетовых лучей Солнца. Фермеры должны знать, выпадет ли достаточное количество дождей, в которых нуждаются сельскохозяйственные культуры. Требуется знать, выпадет ли достаточное количество снега на лыжных курортах. Жители районов, в которых часто наблюдаются ураганы, хотят знать, сколько ураганов следует ожидать в наступающем году. Почти каждый из нас хочет знать, какая будет погода, не только завтра или послезавтра, но в течение следующих шести месяцев, года или даже десяти лет! Метеорологи изучают не только то, что происходит с погодными условиями в мире сегодня, но и почему те или иные погодные условия существовали в прошлом, и какими они могут быть в будущем.

"Погодой" мы называем явления, происходящие в атмосфере сегодня, завтра или на следующей неделе. "Климатом" называют постоянные харак¬теристики погодных условий в течение длительных периодов времени. Например, в том или ином городе в данный момент температура воздуха может составлять 25 градусов по шкале Цельсия (это одно из погодных условий), но если мы изучим метеорологические данные за прошедшие 30 лет, мы можем обнаружить, что средняя температура в этом городе в этот день года составляла 18 градусов по шкале Цельсия (это климатическая характеристика). Мы можем обнаружить также, что в течение прошедших 30 лет температура в этом городе изменялась в этот день года от 12 градусов до 30 градусов по шкале Цельсия. Следовательно, регистрируемую в данный момент температуру — 25 градусов — нельзя считать необычной.

Изучая историю климата на Земле, мы замечаем, что температура и количество осадков в любом наблюдаемом регионе изменяются со временем. Например, изображения, полученные с помощью некоторых спутников, позволяют установить, что когда-то через пустыню Сахару протекали большие реки. Мы считаем также, что часть Африки в свое время была покрыта льдами, и что большую часть территории Соединенных Штатов занимало неглубокое море. Все эти изменения произошли гораздо раньше, чем в соответствующих регионах появились люди. Если климат тех времен настолько отличался от нынешнего, можем ли мы предсказать, что произойдет в будущем?

Атмосфера Земли — тонкий слой газов, состоящий примерно на 79 процентов из азота, на 20 процентов из кислорода и на 1 процент из нескольких других газов (в том числе водяных паров и двуокиси углерода). Атмосфера весьма динамична, и изменения, происходящие в одной части мира, чаще всего, приводят к изменениям в других регионах. Многие ученые озабочены тем, что сжигание минерального топлива, такого, как уголь и нефть, приводит к накоплению чрезмерного количества двуокиси углерода в атмосфере, и что такое накопление двуокиси углерода может привести к потеплению на всей планете. Сжигание топлива приводит также к образованию взве¬шенных в атмосфере частиц, называемых "аэрозолями". В масштабе одного района такие аэрозоли могут приводить к снижению температуры, более чем аннулирующему воздействие двуокиси углерода и других газов. Кроме того, сжигание минерального токлива может приводить к увеличению содержания в атмосфере таких газов, как двуокись серы и окиси азота. Наблюдается связь между увеличением количества этих газов и кислотности осадков, которые воздействуют на растения, животных, водоснабжение, почвы и строительные сооружения. Несмотря на естественные изменения климата Земли, деятельность человека может воздействовать на климат гораздо быстрее, чем происходят естественные изменения.

Последствия климатических изменений могут повлиять на все живые существа, обитающие на нашей планете. Международные связи и между¬народное сотрудничество играют жизненно важ¬ную роль в понимании возможных глобальных климатических изменений и решении связанных с ними проблем. Измерения параметров окружаю¬щей среды необходимы для контроля текущего состояния атмосферы и предупреждения о любых изменениях, которые могут иметь место. Участву¬ющие в программе GLOBE школьники могут помочь ученым в понимании экологических

условий, существующих сегодня на Земле, и, со временем, в выявлении любых происходящих изменений.

Люди часто считают, что ученым известно все происходящее во всех частях мира, но это далеко не так. Есть многие регионы, экологические характеристики которых известны ученым только в общих чертах. Даже в отношении тех регионов, о которых имеется кажущееся обилие информации, ученые все еще не знают, как эти факторы изменяются на относительно небольших расстояниях. Измерения, выполняемые учащимися в рамках программы GLOBE, помогут всем нам лучше понять мир, в котором мы живем.

Обзор полевых атмосферных исследований

Несмотря на то, что имеется множество характеристик атмосферы, понимание которых имеет большое значение, к фундаментальным характеристикам, на которых мы сосредоточим внимание, относятся тип облаков и плотность облачного покрова, температура воздуха, количество осадков и кислотность (pH) осадков. Очень полезна привычка смотреть на небо каждый раз, когда вы выходите из дома или из школы. Начинайте обращать внимание на происходящее в атмосфере. Вас может удивить то, что вы увидите!

Учащиеся будут производить визуальные наблюдения. Они будут оценивать, например, плотность облачного покрова, которая может составлять от нуля (совершенно чистое небо) до 100 процентов (полностью затянутое облаками небо).

Другую характеристику — тип облаков — учащиеся также смогут определять визуально. Ученые определили категории облаков на основе их внешнего вида и высоты расположения. Учащиеся могут быть уже знакомы с некоторыми типами облаков, такими, как грозовые облака, называемые кучеводождевыми облаками, или тонкие ледяные облака, парящие высоко в небе, называемые перистыми облаками. Пользуясь таблицей облачности, подготовленной для участников программы GLOBE, учащиеся смогут относить наблюдаемые облака к одному из десяти типов.

Основным прибором для измерения температуры является термометр. Имеются специальные термометры, позволяющие измерять максимальную и минимальную температуры, т. е. самую высокую и самую низкую температуру, наблюдавшуюся после последнего сброса показаний термометров. Для того, чтобы температура воздуха измерялась точно, необходимо разместить термометр в хорошо проветриваемом месте, защищенном от прямого солнечного света и расположенном поодаль от источников тепла.

Количество осадков измеряется относительно простым способом. Дождемер представляет собой простой контейнер, улавливающий дождь и оснащенный каким-либо средством измерения количества накопившейся в нем воды. Важно размещать дождемер в месте, удаленном от зданий и деревьев, так как эти препятствия влияют на количество дождя, попадающего в измерительный прибор. В тех регионах, где выпадает снег, необходимо также измерять количество твердофазных осадков. Кислотность (pH) дождевой воды или растаявшего снега можно измерять с помощью лакмусовой бумаги, ручки для измерения pH или другого прибора, измеряющего кислотность и щелочность жидкостей, в зависимости от уровня подготовки учащихся.

Перед фактическим размещением приборов, используемых в ходе исследований, прочтите раздел, посвященный размещению приборов, в главе «Практические работы». Затем совершите вместе с учениками прогулку по пришкольному участку, чтобы определить самые подходящие для установки приборов места. Такая экскурсия поможет вам оценить исходный уровень знаний учащихся и будет способствовать размышлению учащихся о факторах, воздействующих на результаты их измерений.

Ниже приводятся полезные вопросы, которые можно задать учащимся в ходе поиска мест, наиболее подходящих для установки измерительных приборов.

- Где на пришкольном участке видно больше всего облаков? Где видно меньше всего облаков?
- Где на пришкольном участке будет регистрироваться самая высокая температура, и почему? Где будет регистрироваться самая низкая температура, и почему? Можно ли определять в этих местах характеристики, общие для всего пришкольного участка?
- Как находящиеся поблизости здания могут повлиять на результаты измерения температуры?
- Будет ли наблюдаться разница температур между покрытым травой лугом и асфальтированной автомобильной стоянкой или игровой площадкой? Если да, почему?
- Где лучше всего разместить дождемер, чтобы уловить максимальное количество дождя? Следует ли устанавливать в том же месте снегомер, чтобы уловить наибольшее количество снега?

Совершая прогулку по пришкольному участку, попросите учащихся нарисовать план участка.

Учащиеся младших классов могут зарисовать только основные, наиболее заметные объекты, такие, как здания, автомобильные стоянки, игровые площадки и т. п. Учащиеся старших классов могут составить более подробные планы, с учетом характеристик поверхности игровой площадки (заасфальтированной, покрытой травой или утрамбованной землей). Попросите учащихся отметить любые ручьи, пруды и группы деревьев. Они могут измерить высоту зданий и деревьев, пользуясь уклономером и навыками, усвоенными в ходе изучения земного покрова и биологических исследований, и отметить значения высоты на своих картах. Цель состоит в зарисовке плана пришкольного участка, на которой, после выбора места установки метеорологических приборов, учащиеся смогут отметить это место. Это позволит учащимся получить подробное описание физических характеристик участка, окружающего приборы. В последующие годы новые классы учащихся смогут повторять составление такого плана, который поможет им понять, почему было выбрано именно это место для установки приборов.

В центре внимания: основные научные идеи

В этом разделе мы обсудим, более подробно, научное значение измерений каждой из атмосферных характеристик, которые регистрируются в рамках программы GLOBE.

Облака

Вода содержится в атмосфере в форме газа (водяного пара), жикости (капель дождя или капель, обьразующих облака) и в твердой форме (кристаллов льда или ледяного дождя). Так же, как и большинство других газов, образующих атмосферу, в определенных условиях водяной пар может превращаться в твердые частицы или в капли жидкости. Если температура ниже точки замерзания воды, что всегда наблюдается в высоких слоях атмосферы, образуются микроскопические кристаллы льда. Наблюдаемые нами облака состоят из таких кристаллов или из капель воды.

То, какого типа облака вы наблюдаете, зависит от текущих погодных условий или от тех погодных условий, которые скоро наступят на поверхности земли. Некоторые типы облаков образуются только в хорошую погоду, тогда как другие приносят с собой ливни и грозы. Определение типа облаков позволяет получить важную информацию о вертикальных перемещениях слоев воздуха различной высоты в атмосфере. Обращая внимание на облака, вы скоро сможете предсказывать погоду на основании наблюдаемого типа облаков!

Каждый из нас знает, что такое облака, но не каждый осознает важную роль, которую они играют в формировании погодных и климатических условий. Функция облаков в климатической системе сложна. Они являются источником осадков, влияют на количество солнечной энергии, поглощаемой Землей, и изолируют поверхность Земли и нижние слои атмосферы. В любой определенный момент примерно половина земной поверхности закрыта облаками. Облака отражают некоторое количество солнечного света, способствуя охлаждению планеты. В то же время, облака поглощают некоторое количество энергии, излучаемой поверхностью Земли, и высвобождают часть этой энергии, которая снова поглощается поверхностью, постоянно подогревая, таким образом, земную поверхность. Измерения, произведенные с помощью спутников, показали, что в среднем облака оказывают более охлаждающее, чем нагревающее воздействие на поверхность Земли. Ученые рассчитали, что, если бы в земной атмосфере вообще не образовывались облака, наша планета была бы теплее в среднем примерно на 30 градусов по шкале Цельсия.

Вопросы для обсуждения. Определите среднее количество солнечных дней на протяжении месяца, характерное для вашего района, а также среднемесячную температуру (найдите эти данные в альманахе или в другом справочнике, или произведите поиск в компьютерной сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). По мнению учащихся, как изменится температура в вашем районе, если количество солнечных дней увеличится или уменьшится?

Количество осадков

Другая важнейшая характеристика, измеряемая учащимися — *количество осадков.* Осадками называют все формы воды, выпадающей, в твердом или жидком состоянии, из атмосферы. *"Дождевыми" осадками* называют ливневые и моросящие дожди, а *"твердофазными" осадками* называют снег, обледенение, град и гололед.

Наша планета покрыта, в основном, водой. Фактически, это единственная планета в Солнечной системе, на которой вода в жидком состоянии существует на поверхности в естественных условиях. Почти все формы жизни зависят от воды. Испаряющаяся вода, накапливающаяся в атмосфере, снова выпадает на поверхность Земли — это часть общего *гидрологического цикла* (цикла обращения воды в природе). Гидрологический цикл заключается в следующем: вода, испаряющаяся с

поверхности океанов и суши, накапливается в атмосфере, выпадает на поверхность Земли в виде осадков и возвращается в море через реки и другие водные пути.

Осадки — важнейший элемент климатической системы. Там, где осадки редки, возникают пустыни. Там, где осадки обильны, наблюдается активный рост растительности. Вода поддерживает жизнь. Осадки играют критическую роль в сельском хозяйстве, водоснабжении и, в некоторых регионах, в энергоснабжении.

Одна из важнейших функций воды на Земле заключается в переносе тепла из *тропиков* в более умеренные широты. Такой перенос тепла осущест¬вляется как благодаря перемещению воды в океане (течениями), так и благодаря перемещению воды в атмосфере. Достигающая земной поверхности энергия Солнца более интенсивна поблизости от экватора, чем поблизости от полюсов. Этим, в основном, объясняется тот факт, что в тропичес-ких странах тепло, а в Арктике и Антарктике — холодно.

Большая часть солнечной энергии, воздейству-ющей на поверхность Земли в тропиках, погло¬щается океанами, что приводит к испарению воды. Водяной пар может свободно перемещаться в атмосфере. По мере того, как он перемещается в более умеренные широты, на юг или на север, водяной пар подвергается воздействию более низких температур и начинает конденсироваться (превращаться из газа в жидкость), формируя облака и выпадая в виде осадков. Когда вода переходит из газообразного состояния в жидкое, она высвобождает в атмосферу тепло. Другими словами, превращение воды из жикости в газ и затем из газа в жидкость в атмосфере приводит в переносу части солнечной энергии из экватори¬альных регионов в полярные.

Зная, где образуются облака и где, когда и в каком количестве выпадают осадки, ученые смогут лучше понимать процессы высвобождения и поглощения энергии в земной атмосфере. Это, в свою очередь, помогает ученым понимать поведе¬ние всей атмосферы Земли в целом.

Вопросы для обсуждения. Определите ежемесяч¬ное среднее количество осадков в вашем районе зи тшинг* в пьмаичтр или в другом

Hoi сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). По вашему мнению, что произойдет, если все осадки выпадут на протяжении только одного месяца? Каковы будут последствия равномерного распределения осадков на всем протяжении года? Что произойдет, если в том или ином году выпадет только половина обычного среднего количества дождевых осадков? Что произойдет, если коли-чество дождевых осадков удвоится? Какие факторы, по вашему мнению, воздействуют на то, где и когда выпадают дождевые осадки?

Кислотность (pH) осадков

Вода перемещается в любом живом организме — растительном или животном. Поэтому химический состав воды влияет на все экологические системы на суше и в воде. Несмотря на то, что нормальные осадки отличаются некоторой кислотностью (pH равен примерно 5,6) в связи с воздействием естественных газов, содержащихся в атмосфере Земли, сжигание минерального топлива приводит к высвобождению в атмосферу газов, которые взаимодействуют с водяными парами и образуют осадки, pH которых меньше 5,6. Выпадение таких *кислотных осадков* может наносить непосредст¬венный ущерб растениям в течение длительных периодов времени, но наиболее серьезный ущерб заключается в ослаблении растений, становящихся более чувствительными к таким неблагоприятным воздействиям, как холод, заболевания, деятель¬ность насекомых-паразитов и засухи. Кислотные осадки выщелачивают питательные вещества, содержащиеся в почве, и могут вызывать высво¬бождение из почвы растворимых ионов алюминия, повреждающих корни деревьев. Если эти ионы алюминия вымываются в озера, реки и ручьи, они могут наносить вред многим видам рыб.

В дополнение к нежелательному воздействию на живые организмы, кислотные осадки наносят большой вред строительным сооружениям. Известны случаи ускорения коррозии металлов и разрушения каменных сооружений и статуй, вызванных кислотными осадками. Во многих регионах мира знаменитые здания и скульптуры разрушаются со все возрастающей скоростью.

Кислотность (pH) воды может изменяться по мере перемещения воды в окружающей среде. Когда вода конденсируется в атмосфере из водяного пара, она химически нейтральна (pH равен 7,0). Затем газы, такие, как двуокись углерода, и частицы, взвешенные в атмосфере, растворяются в каплях воды, что, как правило, приводит к уменьшению показателя pH, т. е. к повышению кислотности. По мере перемещения воды по поверхности земли или **в** почве. pH изменяется вследствие химических взаимодействий с веществами, содержащимися **в** почве и породах. После этого вода поступает **в** ручьи, реки и озера и, в конечном счете, в океаны. В рамках программы GLOBE учащнес? И"меав*7г показатель кислотности (pH) **осадков.** ***швтттт*** поверхностных вод.

Температура

Когда мы размышляем о разнице между днем и ночью, между зимой и летом или между тропическим климатом и климатов в полярных зонах, мы без труда представляем себе эту разницу, думая о температуре.

Температура зависит от множества факторов. Одним из важнейших факторов является широта. Ученые, изучающие климатические условия на нашей планете, чрезвычайно заинтересованы в том, чтобы выяснить закономерности изменения температуры на различных широтах в сравнении этих изменений. Большинство компьютерных моделей климатической системы Земли предсказывают, что при потеплении Земли полярные регионы будут нагреваться быстрее, чем тропи¬ ческие (несмотря на то, что полярные регионы останутся более холодными, чем тропические).

Сместное воздействие температуры и осадков имеет большое значение для растений и животных, произрастающих и обитающих в том или ином районе, и даже влияет на характеристики форми¬ рующейся в этом районе почвы. Измерения, которые учащиеся производят в рамках атмос¬ ферных исследований по программе GLOBE, важны для ученых, изучающих погодные и климатические условия, характеристики земного покрова, биологические, гидрологические и почвенные процессы.

Вопросы для обсуждения. Определите ежемесяч¬ ную среднюю температуру в вашем районе (найдите эти данные в альманахе или в другом справочнике, или произведите поиск в компьютер¬ ной сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). Наблюдаются ли изменения температуры из месяца в месяц? Если да, то почему, по вашему мнению, они происходят? Считаете ли вы, что во всех районах на той же широте наблюдается одинаковая температура? Если да или нет, то почему? Какие факторы, по вашему мнению, оказывают наибольшее влияние на температуру в вашем районе?

Подготовка к полевым работам

Выбор расположения участка атмосферных исследований и подготовка укрытия для дожде¬ мера и термометра на этом участке — часть исследований, занимающая наибольшее количес¬ тво времени. См. подробные инструкции по выбору расположения участка и надлежащему размеще¬ нию приборов в главе "Практические работы". Ежедневная регистрация количества осадков и температуры, как правило, занимает не более 10 минут (может быть, несколько дольше, если учащиеся младших классов затрачивают больше времени на регистрацию числовых значений). Наблюдения за облаками занимают примерно 5 минут в день, в зависимости от того, сколько времени вы затрачиваете в классе на обсуждение плотности облачного покрова и типа облаков. Следует ожидать, что наблюдения за облаками будут занимать больше времени, когда учащиеся будут производить их впервые. Опять же, учащим¬ ся младших классов может потребоваться больше времени. В зависимости от используемого метода измерения кислотности (pH) осадков, выполнение этой практической работы может занимать от 5 до 15 минут (дольше, если калибровка ручки или другого прибора для измерения pH давно не производилась).

Все измерения атмосферных характеристик следует производить ежедневно, по возможности, в одно и то же время суток с тем, чтобы можно было точно сравнивать результаты измерений, произведенных по всему миру. В программе GLOBE все атмосферные наблюдения следует производить в течение одного часа до или после наступления местного солнечного полудня, а опорожнение дождемера и сброс показаний термометра следует осуществлять в течение того же двухчасового периода. См. вставку с объясне¬ нием метода расчета солнечного полудня. Значит ли это, что такие измерения могут выполнять только те классы, занятия которых проводятся в течение этого периода времени? НЕТ, потому что на эти измерения не затрачивается много времени, и учащиеся из других классов, занятия которых проводились ранее в тот же день, могут произво¬ дить измерения во время перерыва на ленч (второй завтрак). Самое важное — последовательность проведения ежедневных измерений в одно и то же время.

Один из учащихся может считывать показания дождемера и термометра. Тем не менее, рекомен¬ дуется сформировать небольшую группу учащих¬ ся, регистрирующих эти показания, с тем, чтобы они могли проверять друг друга. Показания могут снимать одновременно все учащиеся, входящие в эту группу, или каждый из них индивидуально, сравнивая полученные результаты. Если регистра¬ ция показаний производится индивидуально, группа учащихся должна обязательно опорожнять дождемер и сбрасывать показания термометра по окончании регистрации данных. Поочередная регистрация показаний несколькими группами учащихся из одного или нескольких классов даст всем учащимся возможность участвовать в этом процессе. Не рекомендуется поручать нескольким

группам учащихся производить измерения в различное время суток на протяжении одного и того же дня, так как это может привести к беспорядочному опорожнению дождемера и сбрасыванию показаний термометра, а следовательно и к включению в отчеты ошибочных данных. Не забывайте о том, что, когда в базу данных программы GLOBE загружается второй отчет, содержащий данные о том же участке атмосферных исследований, зарегистрированные в течение того же дня, он рассматривается как поправка и заменяет первый отчет.

Оценка типа облаков и плотности облачного покрова — *субъективные* измерения; поэтому, чем больше учащихся участвуют в этих наблюдениях, тем лучше. Каждый из учащихся регистрирует результаты своих собственных наблюдений, после чего учащиеся должны согласовать результаты наблюдений всей группы. Не удивляйтесь тому, что сначала учащиеся могут столкнуться с трудностями, оценивая характеристики облаков. Даже опытные наблюдатели-метеорологи спорят о том, какого типа облака они видят, или какую часть неба покрывают облака. По мере того, как вашим ученики привыкнут вести эти наблюдения, они начнут распознавать более тонкие различия между облаками того или иного типа.

Как рассчитывается солнечный полдень

Солнечным полуднем называется момент времени, в который кажется, что Солнце достигло самой высокой точки в небе на протяжении суток. Термин «солнечный полдень» используется в программе GLOBE. Астрономы, например, называют тот же момент времени «местным истинным полуднем». Солнечный полдень, как правило, не совпадает с «полуднем по часам» и зависит от вашего местоположения внутри вашего часового пояса. Солнечный полдень, однако, имеет место точно посередине дня, между восходом и закатом. Таким образом, проще всего вычислить время солнечного полудня, найдя в местной газете точное время восхода и заката Солнца. Половина суммы значений времени восхода и заката соответствует времени солнечного полудня. Перед расчетом этого времени, следует, однако, выразить значения времени восхода и заката в 24-часовом формате.

Пример	**1**	**2**	**3**	**4**
Восход Солнца (время по часам и 24-часовое время совпадают)	7:02 утра	6:58 утра	7:03 утра	6:32 утра
Закат Солнца (время по часам)	5:43 вечера	5:46 вечера	8:09 вечера	5:03 вечера
Закат Солнца (24-часовое время)	17:43	17:46	20:09	17:03
Время восхода + время заката	24 ч. 45 мин.	23 ч. 104 мин.	27 ч. 12 мин.	23 ч. 35 мин.
Эквивалентное значение (с переводом минут в часы)	(не изменяется)	24 ч. 44 мин.	26 ч. 72 мин.	22 ч. 95 мин.
Деление на 2	12 ч. 22,5 мин.	12 ч. 22 мин.	13 ч. 36 мин.	11 ч. 47,5 мин.
Местный солнечный полдень (с округлением до минуты)	12:23 дня	12:22 дня	1:36 дня или 13:36	11:48 утра

Обзор учебных занятий

Цели обучения

Программа GLOBE позволяет учащимся повысит уровень их образования благодаря участию в практических, научно достоверных и полезных исследованиях. Цели обучения, предусмотренные в этом разделе, перечислены ниже.

- Объективное наблюдение погодных и климатических явлений и точное изме¬рение их характеристик
- Проектирование и испытание учащимися своих собственных метеорологических приборов, способствующее пониманию принципов функционирования стандартных приборов
- Классификация объектов и явлений на основе их сходства, различия и взаимо¬зависимости
- Решение задач посредством проведения экспериментов
- Интерпретация собранных данных и формулирование обоснованных выводов
- Изучение и понимание неопределенностей, имеющих место при регистрации резуль¬татов любых научных измерений
- Обмен усвоенной информацией посред¬ством проведения совместных научных исследований
- Разработка моделей на основе данных, закономерностей и взаимосвязей

Концепции

Ниже перечислены концепции, которые исполь¬зуются при проведении практических работ и учебных занятий по этой теме.

Состав атмосферы
Образование облаков
Конденсация паров
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков
Идентификация облаков в зависимости от их формы и высоты, а также в зависимости от характеристик осадков
Взаимосвязь между плотностью и изменениями облачного покрова и погодными условиями
Воздействие ветра на результаты измерений количества осадков
Изменение состояния воды
Плотность снега
Факторы, воздействующие на кислотность (pH) осадков
Температура
Тепло
Конвекция
Теплопроводность
Излучение тепла
Перенос тепла посредством излучения, тепло¬обмена и конвекции
Теплообмен и конвекция — две важнейшие формы переноса тепла
Различные вещества — почва, вода и воздух — переносят энергию и тепло с различной ско¬ростью
Теплоемкость
Вещества расширяются и сжимаются в резуль¬тате температурных изменений
Жидкостные термометры функционируют на основе принципа теплового расширения и сжатия
Имитация процессов с целью проверки точности наблюдений
Считывание показаний с помощью мениска

Оценка усвоения материала

Успехи учащихся следует оценивать, используя способствующие образованию и суммирующие методы, качественные или количественные по своему характеру. Такие методы должны отражать уровень развития учащихся. Следует применять различные средства оценки развития учащихся в следующих областях.

- Усвоение концепций
- Использование навыков выполнения научных процедур
- Подход к науке, научным занятиям и научной корьере
- Совершенствование навыков, в том числе навыков критического анализа, установ¬ления причинно-следственных связей и прогнозирования
- Применение концепций и навыков выполне¬ния процедур в новых ситуациях

Одним из способов оценки понимания учащимися содержания учебного материала и процессов в ходе атмосферных исследований является контроль ежедневно регистрируетмых и представляемых учащимися данных. Всегда ли максимальная регистрируемая температура выше минимальной температуры? Относится ли регистрируемая текущая температура к диапазону между макси¬мальной и минимальной температурами, зарегист¬рированными за прошедшие сутки? В обоих случаях ответ должен быть положительным. Если это не так, значит, учащиеся, скорее всего, не понимают показаний максимального и минималь¬ного термометров или не уверены в том, какие показания они считывают.

Другой способ оценки понимания учащимися методов выполнения практических работ заключается в том, чтобы поручить им выбрать оптимальное место расположения приборов, предложив им ряд различных ситуаций. Что, если ваша школа расположена в городе? Что, если бы она была расположена в районе с плотным лесным покровом?

Учебные занятия, включенные в этот раздел, способствуют углублению понимания учащимися методов выполнения практических работ и использования соответствующих приборов. Учебные занятия позволят вам также оценить понимание учащимися важнейших концепций и усвоение ими важнейших навыков. Учащиеся могут вести дневник, в котором они регистрируют выполненные ими работы, представлять устные отчеты в классе (или даже подготавливать метеорологические отчеты для всей школы) и подготавливать письменные работы, представляемые на рассмотрение других учащихся.

Навыки

Ниже перечислены навыки, приобретаемые в ходе выполнения практических работ и проведения учебных занятий по этой теме исследований.

Научные навыки, находящие широкое применение

- Тщательное ведение *наблюдений*
- Систематическое ведение *наблюдений* в течение периода времени
- Выполнение *измерений*
- Правильное *считывание показаний* на шкале
- *Сбор* и *регистрация* данных
- *Проведение эксперимента*
- *Сборка* экспериментальной аппаратуры
- *Формулирование гипотез* и *прогнозирование*
- *Проектирование* экспериментов
- *Организация* данных в таблицах
- *Анализ* данных
- *Построение графиков*
- *Корреляция* одного наблюдаемого явления с другим
- *Устное и письменное* представление результатов *эксперимента*
- *Представление* результатов наблюдений в математической форме
- Эффективное коллективное *сотрудничество*

Навыки, связанные исключительно с атмосферными исследованиями

- *Оценка моделируемой* плотности облачного покрова
- *Оценка плотности* облачного покрова
- *Наблюдение* характеристик облаков и их *описание*
- *Оценка* высоты облаков
- *Идентификация* десяти основных типов облаков
- *Регистрация* и *организация* данных об облаках в научном дневнике участника программы GLOBE
- *Использование* дождемера
- *Использование* термометра
- *Использование* приборов для измерения pH

Все перечисленные ниже измерения следует производить ежедневно, в течение одного часа до или после солнечного полудня

Определение типа облаков

Учащиеся определяют тип облаков, наблюдаемых на небе.

Измерение плотности облачного покрова

Учащиеся определяют плотность облачного покрова, наблюдаемого на небе.

Измерение количества дождевых осадков

Учащиеся определяют, с помощью дождемера, количество жидкофазных осадков на своем участке исследований.

Измерение количества твердофазных осадков

Учащиеся определяют количество снега и других твердофазных осадков на своем участке исследований.

Измерение кислотности (pH) осадков

Учащиеся измеряют кислотность (pH) дождя и растаявшего снега на своем участке исследований.

Максимальная, минимальная и текущая температура

Учащиеся измеряют температуру воздуха на своем участке исследований.

Как проводятся атмосферные исследования

Участок исследований

Определите расположение участка атмосферных исследований или пришкольного участка, к которому учащиеся имеют ежедневный доступ. Измерения количества осадков следует производить на расстоянии не более 100 метров от участка для измерения влажности почвы, который описывается в разделе «Изучение почвы».

Наблюдения за облаками

Для определения количества облаков и типа облаков требуется беспрепятственный обзор неба. Подходящим местом для таких наблюдений является, например, центр спортивной площадки. Место, в котором проводятся наблюдения за облаками, не обязательно должно находиться там же, где установлены дождемер и термометры. Для того, чтобы выбрать место, подходящее для наблюдений за облаками, просто обойдите школу и найдите участок, на котором обеспечивается наиболее беспрепятственный обзор неба.

Если вы живете в городе, вы можете и не найти место, обеспечивающее полностью беспрепятственный обзор неба. Для того, чтобы проверить, насколько подходящий участок вы выбрали, спросите себя, что произойдет, если те части неба, которые вы не видите, будут полностью покрыты облаками или полностью свободными от облачного покрова. Повлияет ли это существенным образом на результаты измерений, которые вы будете включать в свои отчеты? Выбор участка удовлетворителен, даже если заблокирована небольшая часть неба, но если это не повлияет на включаемые в отчеты результаты измерений.

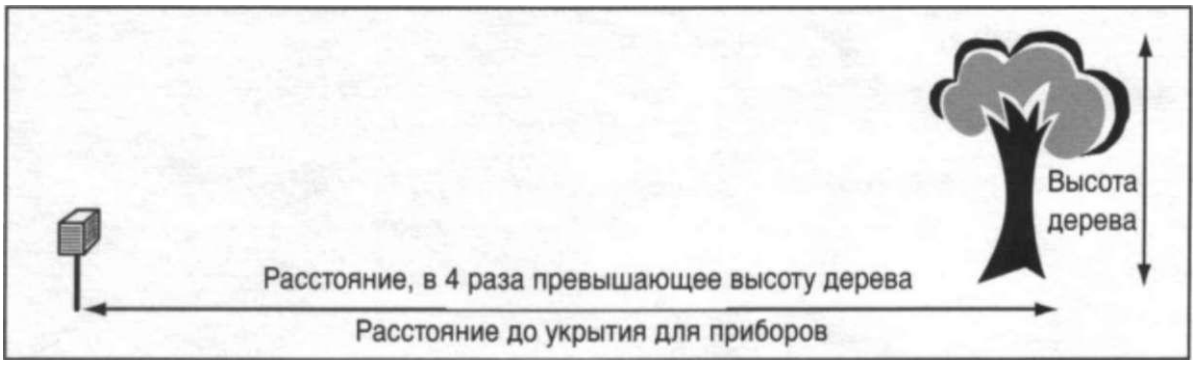
Размещение приборов

Идеальным местом размещения дождемера (и (или) снегомера) и укрытия для приборов, в котором будут установлены термометры, является плоский, открытый участок с естественной (например, покрытой травой) поверхностью. Избегайте, по возможности, крыш или асфальтированных либо бетонированных поверхностей, потому что такие поверхности нагреваются сильнее, чем травянистый покров, и это воздействует на считываемые значения температуры. Установка приборов на твердой поверхности может привести к возникновению ошибок при измерении количества осадков, в связи с возможностью расплескивания луж. Не устанавливайте приборы также на крутых склонах или в оврагах с крутыми склонами (если они не характерны для рельефа окружающей местности).

Не устанавливайте дождемер и укрытие для приборов поблизости от зданий, деревьев или высокого кустарника. Находящиеся поблизости объекты могут блокировать поток воздуха, поступающего к термометрам, и влиять на количество дождевых осадков, накапливающихся в дождемере.

В идеальной ситуации расстояние от дождемера и укрытия для приборов до ближайшего объекта должно быть как минимум в четыре раза больше высоты этого объекта. Например, если ваш участок окружен деревьями или зданиями высотой 10 метров, размещайте приборы как минимум на расстоянии 40 метров от этих деревьев или зданий (см. рис. ATM-P-1). На таком расстоянии деревья, кустарник или здания ослабляют сильные порывы ветра, что, фактически, позволяет определять количество дождевых осадков с более высокой точностью.

Рис. ATM P-1



Приборы можно установить на одной стойке так, чтобы дождемер находился на противоположной от укрытия стороне и над укрытием. В результате, укрытие для приборов не будет блокировать дождемер и не помешает накоплению в нем дождевых осадков. Тем не менее, ветер является одним из факторов, чаще всего вызывающих ошибки при измерении количества дождевых осадков (ветер, обдувающий верхнюю часть дождемера, вызывает отклонения траекторий дождевых капель, падающих около дождемера). По возможности, следует устанавливать дождемер как можно ближе к поверхности земли. Поэтому требуется устанавливать дождемер на отдельной стойке, расположенной в 3-4 метрах от укрытия для приборов, чтобы укрытие для приборов не блокировало дождь, накапливающийся в дождемере. Укрытие для приборов следует монтировать на той стороне стойки, которая обращена в сторону, противоположную экватору (т. е. на северной стороне в северном полушарии и на южной стороне в южном полушарии).

Учащиеся должны составить карту расположения приборов, на которой указаны географические координаты приборов и расположенных рядом зданий, деревьев и кустарника, а также расстояния между ними и приборами. Кроме того, на карте следует отметить тип поверхности, на которой установлены приборы. Если вы не смогли расположить приборы достаточно далеко от зданий, деревьев или кустарника, или если укрытие для приборов не установлено на участке с естественной (травянистой) поверхностью, информацию об относительном расположении возможных препятствий и о характере поверхности участка следует включить в описание характеристик вашего участка атмосферных исследований, загружаемое в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Размещение снегомера

Устанавливайте снегомер на относительно возвышенном месте, там, где толщина снежного покрова будет наиболее точно соответствовать средней глубине снега на окружающей территории. Если снегомер устанавливается на склоне холма, выберите склон, обращенный в сторону, противоположную Солнцу (т. е. северный склон в северном полушарии или южный склон в южном полушарии). Участок, на котором установлен снегомер, должен быть свободен от деревьев, зданий и других препятствий, способных воздействовать на скорость и направление ветра или вызывать таяние снега.

Описание расположения участка

После выбора участка для установки инструментов определите его координаты с помощью приемника системы GPS и загрузите полученные данные в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Вы можете и не найти идеального расположения для метеорологических приборов на пришкольном участке.В этом случае сделайте все возможное, чтобы выбрать оптимальный участок для установки приборов и включите в описание участка все характеристики, отличающие его от идеального участка (например, укажите, что приборы установлены только в 20 метрах от деревьев высотой 30 м, что укрытие для приборов установлено на асфальтированной поверхности, и т. п.).

Примечание. В некоторых школах может оказаться предпочтительным использование автоматических приборов для регистрации температуры. Информацию об используемых приборах следует обязательно включать в описание вашего участка атмосферных исследований, загружаемое в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Требуется периодическая калибровка автоматических приборов. Если в вашей школе используется автоматический прибор, вы должны проверять точность его показаний ежемесячно, сравнивая показания прибора с показаниями другого прибора, соответствующего техническим требованиям к приборам, используемым в рамках программы GLOBE, установленного как можно ближе к датчикам вашей автоматизированной системы.

Определение типа облаков

Цель практической работы

Определение типа облаков на пришкольном участке атмосферных исследований.

Краткое описание

Определение типа облаков полезно в ходе изучения климата; тип облаков связан с количеством осадков и температурой воздуха.

Продолжительность

5 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Частота наблюдений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

Основные концепции

Облакообразование
Состав атмосферы
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков

Навыки

Идентификация типа облаков
Регистрация данных
Тщательное *наблюдение*

Материалы и инструменты

Рабочий лист данных атмосферных исследований
Таблица облачности (GLOBE)
Определение типа облаков (см. *«Приложение»*)

Предварительные условия

Отсутствуют.

л ;

Как определяется тип облаков

Находясь на участке для наблюдений за облаками, рассмотрите облака на небе. Сверяясь с таблицей облачности (GLOBE) и определениями, приведенными в разделе *«Определение типа облаков» приложения* к этому разделу, определите тип или типы наблюдаемых облаков. Отметьте соответствующие наблюдаемым типам облаков квадраты на рабочем листе данных атмосферных исследований, *не измеряя* количество облаков каждого типа.

Примечание. В некоторых случаях трудно различать некоторые типы облаков (например, отличить высококучевые облака от перисто-кучевых). В таких случаях учащиеся должны принимать решения самостоятельно, отмечая неопределенность результатов наблюдений в графе «Примечания» своих научных дневников участников программы GLOBE.

Представление данных

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

Дата и время (всемирное, или гринвичское, время) определения типа облаков.
Тип или типы наблюдаемых облаков (можно регистрировать несколько одвременно наблюдаемых типов облаков).

Всемирное время

Всемирное время проще всего определить, поставив вопрос: «Какое время (в соответствии с 24-часовой системой) сейчас в Гринвиче, в Англии?». Гринвич расположен на нулевом меридиане, а этот меридиан считается точкой отсчета начала суток во всем мире. Когда в Гринвиче наступает полночь, считается, что по всемирному времени наступает 0 часов 00 минут (0:00). Еще недавно всемирное время (ИТ) называли «средним гринвичским временем».

Определение плотности облачного покрова

Цель практической работы

Оценка плотности облачного покрова на пришкольном участке атмосферных исследований.

Краткое описание

Определение плотности облачного покрова полезно при изучении климата; плотность облачного покрова связана с количеством осадков и температурой воздуха.

Продолжительность

5 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Частота наблюдений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

Основные концепции

Облакообразование
Состав атмосферы
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков

Навыки

Оценка плотности облачного покрова
Регистрация данных
Тщательное *наблюдение*

Материалы и инструменты

Рабочий лист данных атмосферных исследований

Предварительные условия

Отсутствуют.

Как определяется плотность облачного покрова

Плотность облачногот покрова определяется в то же время, когда определяется тип облаков. Плотность облачного покрова регистрируется в соответствии со следующими классификационными определениями.

Ясное небо

На небе нет облаков, или облака покрывают менее одной десятой площади неба. (Так как это определение допускает наличие некоторого количества облаков, тип облаков может быть зарегистрирован одновременно с регистрацией «ясного неба».)

Рассеянные облака

Облака покрывают от одной десятой до половины площади неба.

Облачность с разрывами

Облака покрывают от половины до девяти десятых площади неба.

Сплошная облачность

Облака покрывают более девяти десятых площади неба.

Примечание. Даже опытные наблюдатели иногда испытывают затруднения, пытаясь различить рассеянные облака и облачность с разрывами. Если вы видите больше голубого неба, чем облаков, облака считаются рассеянными. Если вы видите больше облаков, чем голубого неба, считается, что наблюдается облачность с разрывами.

Представление данных

Ежедневно отмечайте в рабочем листе данных атмосферных исследований одну из четырех категорий облачного покрова и загружайте результаты ваших наблюдений в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Измерение количества дождевых осадков

Цель практической работы

Измерение количества дождевых осадков на участке атмосферных исследований.

Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения количества дождевых осадков.

Продолжительность

5 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Частота измерений

Ежедневно, в течение часа до или после солнечного полудня.

Основные концепции

Конденсация паров
Воздействие ветра на результаты измерения количества осадков
Считывание показаний с помощью мениска

Навыки

Использование дождемера
Регистрация данных
Считывание показаний на шкале

Материалы и инструменты

Дождемер
Рабочий лист данных атмосферных исследо¬ваний
Ручки или карандаши
Плотницкий уровень
Деревянная стойка (как правило, с площадью сечения 10 x 10 см)
Отвертка
Инструмент для копания отверстий под столбы и стойки

Подготовка измерений

Размещение дождемера.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Количеством дождевых осадков называется глубина воды, накапливающейся на горизонтальной поверхности с течением времени. Вы можете определять количество дождевых осадков, считы¬вая на измерительной шкале соответствующее уровню воды значение, выраженное в миллиметрах. Следует отметить, что шкала дождемера расширена (т. е. расстояние между двумя соседними метками на этой шкале больше расстояния между двумя соседними метками на миллиметровой линейке). Это связано с тем, что площадь воронки дождемера, в которой накапливается вода, в 10 раз превышает площадь сечения центральной трубки дождемера. Поэтому для того, чтобы значение количества дождевых осадков в миллиметрах можно было считывать непосредственно с помощью шкалы, расстояние между метками шкалы необходимо увеличить.

Где и как устанавливается дождемер

Учащиеся будут пользоваться стандартным дожде¬мером, состоящим из следующих четырех компо¬нентов (см. рис. ATM-P-2).

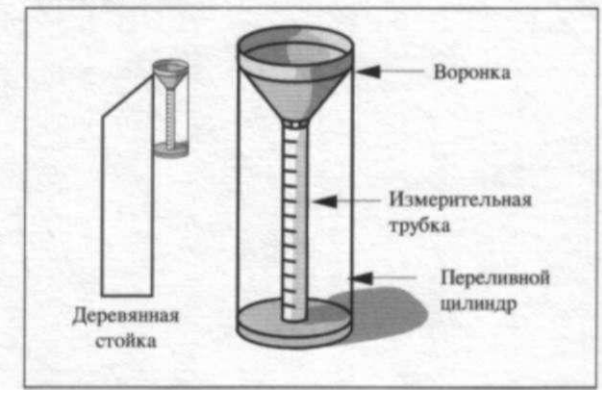
1. Воронка, закрепленная на измерительной трубке.
2. Измерительная трубка — небольшая цилиндрическая трубка, диаметр которой не изменяется по всей длине трубки, с измери¬тельной шкалой, нанесенной вдоль поверх¬ности трубки с одной стороны.
3. Переливной цилиндр — цилиндрическая трубка большого диаметра, предназначенная для улавливания любого чрезмерного количества дождевой воды, накапливающейся во время сильных дождей.
4. Крепежная скоба.

Вставьте измерительную трубку в переливной цилиндр, после чего вставьте воронку в измери¬тельную трубку, собранную с цилиндром.

Закрепите крепежную скобу на деревянной стойке, ширина которой примерно соответствует размерам дождемера. Закрепляйте скобу так, чтобы верхняя часть дождемера выступала на 10 см над верхним краем деревянной стойки. Если это возможно, обрежьте верхнюю поверхность деревянной стойки под углом в 45 градусов, чтобы уменьшить вероят¬ность выплескивания дождевой воды с верхней поверхности стойки в дождемер.

Дождемер должен быть установлен и закреплен строго горизонтально. Горизонтальность установ-

Рис. ATM-P-2



ки прибора можно проверить с помощью плотниц¬ кого уровня, протягивая его вдоль верхней поверхности воронки в двух перпендикулярных направлениях.

Как измеряется количество дождевых осадков

1. После надлежащей установки дождемера его показания следует считывать ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.
2. Когда учащиеся будут считывать показания с помощью измерительной школы, глаза считывающего показания учащегося должны находиться на уровне поверхности воды в измерительной трубке, таким образом, чтобы можно было видеть нижнюю поверхность мениска.
3. По окончании каждого измерения следует опорожнять измерительную трубку в чистый сосуд для измерения кислотности (pH) осадков, переворачивая трубку и полностью сливая воду. После этого следует снова собирать и устанавливать дождемер. Регистрируйте дату проведения измерений, время (всемирное время), количество дождевых осадков в милли¬ метрах, и количество суток, в течение которых дождевые осадки накапливались в дождемере, на рабочем листе данных атмосферных исследований.

В периоды сильных дождей количество дождевой воды может превысить вместимость измерительной трубки, и вода перельется в переливной цилиндр. В этом случае следует зарегистрировать уровень воды в измерительной трубке, опорожнить ее и измерить количество воды в переливном цилиндре, сливая воду из цилиндра в измерительную трубку и регистрируя уровень воды. Может потребоваться многократное повторение этой операции, вплоть до полного опорожнения переливного цилиндра. Затем общее количество накопившихся дождевых осадков определяется посредством суммирования зарегис¬ трированных уровней воды в измерительной трубке.

Даже если не было дождя, учащиеся должны ежедневно проверять показания дождемера с тем, чтобы предотвращать его засорение мусором (опавшими листьями, веточками, бумагой, и т. п.). Очищайте дождемер после каждой регистрации показаний, промывая его дистиллированной водой.

Когда температура начнет опускаться до точки замерзания воды, перенесите дождемер в помеще¬ ние, чтобы предотвратить растрескивание пласти¬ ковой измерительной шкалы. Переливной цилиндр можно оставлять на открытом воздухе в те периоды, когда суточная температура изменяется от положительной до отрицательной по шкале Цельсия, и возможно выпадение как дождевых осадков, так и снега.

Представление данных

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

Дата и время (всемирное) сбора данных.

Суточное количество дождевых осадков (в мил¬ лиметрах).

Количество суток, в течение которых накапли¬ вались дождевые осадки.

В те дни, когда дождевые осадки не выпадали, регистрируйте нулевое количество осадков в столбце *«Количество дождевой воды в дожде¬ мере»*. В те дни, когда будет происходить случайное выплескивание воды из дождемера или нарушение правильных условий измерения по какой-либо иной причине, вводите букву «M» вместо цифры, отражающей суточное количество дождевых осадков. При этом важно регистрировать наличие осадков, вводя букву «M», а не нулевое значение. (Замена отсутствующих данных нулевым значением — обычная ошибка, ведущая к искажению результатов анализа данных.)

В те дни, когда наблюдаются дождевые осадки, но их количество составляет меньше 0,5 мм, вводите букву «T» вместо цифры, отражающей суточное количество дождевых осадков. Буква «T» означает выпадение чрезвычайно незначительного количества дождя. В ходе некоторых исследований важно знать, выпадал ли дождь вообще, независимо от его количества.

Важно производить измерения количества дожде¬ вых осадков ежедневно. Если измерения произво¬ дятся ежедневно, заносите цифру 1 в графу для регистрации количества суток, в течение которых накапливались осадки. Если считывание показаний дождемера было невозможным в течение несколь¬ ких дней, необходимо зарегистрировать соответст¬ вующее количество суток, прошедшее с тех пор, когда показания дождемера считывались послед¬ ний раз, или с тех пор, когда дождемер был опорожнен в последний раз. Количество прошедших

суток следует регистрировать даже в том случае, если количество осадков равно нулю. Например, если вы опорожнили дождемер в пятницу и пропустили время считывания показаний в субботу и в воскресенье, но вернулись и зарегистрировали показания в понедельник, введите фактические показания дождемера и внесите цифру 3 в графу для регистрации количества прошедших суток.

Измерение количества твердофазных осадков

Цель практической работы

Измерение количества твердофазных осадков на участке атмосферных исследований.

Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения количества твердофазных осадков.

Продолжительность

5 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Частота измерений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

Основные концепции

Изменение состояния
Теплоемкость
Плотность снега

Навыки

Считывание показаний с помощью шкалы
Регистрация данных

Материалы и инструменты

Измерительная планка (если глубина снежного покрова составит более 1 метра, потребуется более длинный измерительный шест).
Снегомер

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Снегомером называется тонкая плоская дощечка, опирающаяся на слои выпавшего ранее снега. Новый снег осаждается на верхней поверхности дощечки, после чего его глубину можно определить с помощью измерительной планки. Снегомер можно изготовить из фанеры (толщиной примерно 1 см). Площадь снегомера должна составлять как минимум 40 x 40 см — для того, чтобы можно было производить несколько измерений глубины снега. Отметьте местоположение снегомера, чтобы его можно было быстро найти после нового снегопада.

В большинстве случаев для измерения глубины снега достаточно обычной измерительной планки (метровой линейки). Тем не менее, в регионах, где наблюдаются 24-часовые снегопады и (или) там, где глубина снежного покрова, накопившегося за зиму, превышает 1 метр, потребуется более длинный измерительный шест. В этих случаях измерительный шест можно изготовить из прямого длинного куска дерева, тщательно разметив его с помощью линейки и не смывающегося фломастера. Такой шест можно закрепить на месте, так как протолкнуть шест вертикально через слой снега толщиной больше 1 метра бывает трудно.

Как измеряется количество твердофазных осадков

1. После первого снегопада вставьте измерительную планку в снег так, чтобы она упиралась в поверхность земли. *Проследите за тем, чтобы не перепутать слой льда или слой затвердевшего снега с поверхностью земли.* Повторите измерения в нескольких местах, где перенос снега ветром был наименее вероятен. Если за сутки не выпало нового снега, введите нулевое значение. Если измеряемая глубина снега составляет менее 0,5 миллиметра, введите букву «Т» вместо цифрового значения.
2. Разместите снегомер на поверхности выпавшего ранее снега и слегка вдавите его в снег так, чтобы верхняя сторона снегомера совпадала с поверхностью снега. Отметьте расположение снегомера флажком или другим ориентиром, который позволит вам обнаружить снегомер после нового снегопада.
3. После того, как на поверхности выпавшего ранее снега накопится новый снег, вставьте измерительную планку в снег так, чтобы она упиралась в поверхность снегомера. Повторите измерения в нескольких точках на поверхности снегомера и усредните полученные показания. Таким образом определяется глубина снега, накопившегося над снегомером.
4. Одновременно с ежедневным измерением глубины нового снега измеряйте общую глубину снега, накопившегося на земле. Это измерение осуществляется так же, как и измерение глубины снега после первого

снегопада; вставьте измерительную планку вертикально в снег в нескольких местах (но не там, где установлен снегомер) и рассчитайте среднее значение глубины снега.

Определение содержания жидкой воды в выпавших за сутки твердых осадках

Не все снегопады одинаковы. В некоторых случаях выпадает легкий, пушистый снег, а в других — насыщенный водой, тяжелый снег. Суточный жидкостный эквивалент количества твердофазных осадков определяется посредством растапливания снега и измерения полученного объема воды.

Для того, чтобы произвести эти измерения, необходим контейнер для сбора снега. Когда температура на открытом воздухе ниже точки замерзания воды, пластиковые дождемеры, используемые с целью измерения количества жидких осадков, могут растрескиваться и ломать¬ся; поэтому их следует переносить в помещения. Тем не менее, крупный переливной цилиндр дождемера представляет собой идеальный контей¬нер для сбора снега и определения содержания в нем воды.

1. Измерив глубину выпавшего за прошедшие сутки снега с помощью снегомера, возьмите большой переливной цилиндр дождемера и установите его вверх дном на дощечке снегомера, осторожно вдавливая переливной цилиндр в снег так, чтобы он упирался в поверхность снегомера. Если глубина снега превышает высоту перелив¬ного цилиндра, можно уплотнить снег в трубке. Уплотняя снег, проследите за тем, чтобы он не выдавливался из трубки. Если глубина снега слишком велика, даже уплотненный снег может не поместиться полностью в один контейнер. В зависимости от размера вашего снегомера и глубины снежного покрова, можно применять как минимум два метода, позволяющих вместить требуемый цилиндрический столб снега в ваш контейнер.

   Метод А

   Если вы используете небольшой, легкий снегомер, удерживайте цилиндрический контейнер, упирающийся в дощечку снегомера, и переверните снегомер вместе с цилиндрическим контейнером. При этом снег, не вошедший в контейнер, упадет со снегомера; поэтому не забудьте сперва измерить глубину снега. Снег, оставшийся в цилиндрическом контейнере, можно перенести в помещение.

   Метод Б

   Если вы используете большой или тяжелый снегомер, которые невозможно легко перевернуть, или если столб снега, даже в уплотненном виде, не помещается в цилиндрический контейнер, необходимо переложить снег в цилиндрический контей¬нер или в другой, дополнительный контей¬нер. Осторожно приподняв перевернутый цилиндрический контейнер, вы увидите аккуратный круглый отпечаток цилиндра на остающемся снегу. Тщательно соберите снег, оставшийся под этим круглым отпечатком, в цилиндрический контейнер или в дополнительный контейнер.
2. После того, как снег будет собран в цилиндрический или другой контейнер, перенесите его в помещение, и дайте ему растаять. Закройте контейнер крышкой, чтобы предотвратить испарение воды.
3. После того, как снег растает, осторожно слейте образовавшуюся воду в измеритель¬ную трубку дождемера и зарегистрируйте количество воды в трубке так же, как вы регистрировали количество дождевых осадков.

Возможно, что выпавший за ночь снег успеет растаять перед тем, как будут произведены ежедневные измерения количества осадков. Если вы оставите цилиндрический переливной контей¬нер дождемера на открытом воздухе, вы все равно сможете зарегистрировать суточный жидкостный эквивалент количества выпавших осадков. В этом случае введите букву «М» в графу «Глубина снега, выпавшего за сутки» и значение 0,0 мм в графу «Общая глубиная снежного покрова». В этом случае можно записать также примечание, указывающее на то, что выпавший снег растаял или был унесен ветром. Если вы измерили глубину выпавшего снега перед тем, как он растаял, это значение также можно привести в примечаниях, вместе с датой и временем выполнения измерения. Не забывайте о том, что в основных графах листа данных, должны регистрироваться только резуль¬таты измерений, произведенных в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

Подготовка к следующему измерению

По окончании измерения глубины и количества снега, очистите снегомер и снова установите его вровень с поверхностью снега.

Представление данных

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

- Дата и время (всемирное время) сбора данных
- Общая глубина снега на земле (мм)
- Глубина снега, выпавшего за прошедшие сутки (мм)
- Количество суток, в течение которых снег накапливался на снегомере
- Количество воды, образовавшейся после таяния снега, накопившегося на снегомере (мм)

Примечание. Если снег выпал, но, по какой-либо причине, измерения не могли быть проведены (например, если снегомер был унесен ветром, или если кто-нибудь случайно очистил снегомер до того, как могли быть произведены измерения), введите букву «М», означающую отсутствие данных. Тем не менее, вы все еще можете зарегистрировать общую глубину снега.

В те дни, когда глубина нового снега настолько мала, что вы не можете ее измерить, вместо значения глубины выпавшего за прошедшие сутки снега вводите букву «Т», означающую, что зарегистрированы следы твердофазных осадков.

Важно производить измерения количества выпавшего снега ежедневно; однако, если измерения не производились в течение нескольких суток (например, в выходные дни), регистрируйте количество суток, прошедших со времени последнего измерения, и количество выпавшего за это время снега. Это позволит тем, кто пользуется вашими данными, увидеть, что зарегистрированное количество снега накопилось не за 24 часа, а за более длительное время. Таким образом, например, если вы пропустили измерения в субботу и в воскресенье, но зарегистрировали показания в понедельник, введите цифру 3 в графе, отведенной для регистрации количества прошедших суток, и фактические данные об измеренных глубине и количестве выпавшего снега.

Измерение кислотности (pH)осадков

Цель практической работы

Измерение кислотности (pH) дождя и снега.

Краткое описание

Кислотность (pH) осадков влияет на район, в котором выпадают осадки. *Кислотные осадки* могут наносить ущерб растительности, зданиям и статуям, а также приводить к изменению кислотности воды в поверхностных водоемах и в почве.

Продолжительность

5 минут (фактические измерения)
Дополнительные 5 минут (калибровка ручки или другого прибора для измерения pH)

Уровень подготовки

Любой.

Частота измерений

Дождевые осадки: каждый раз после накопления более чем 2 мм дождевых осадков в дождемере.

Снег: каждый раз после накопления количества снега, достаточного для того, чтобы вы могли собрать, НЕ КОНТАКТИРУЯ с поверхностью земли или снегомера, 20 мл воды, образующейся после таяния снега.

Основные концепции

Факторы, от которых зависит показатель pH (кислотность, щелочность) осадков.

Навыки

Использование приборов для измерения PH
Регистрация данных

Материалы и инструменты

Средства для измерения pH (начальный уровень подготовки: лакмусовая бумага; промежуточный уровень: ручка для измерения pH; высокий уровень подготовки: прибор для измерения pH; материалы, необходимые для калибровки).

Дождемер

Снегомер

Измерительный химический стакан (100 мл)

Подготовка измерений

Прочтите описание практических работ по теме *«Гидрологические исследования»*. Если измерения производят учащиеся с промежуточным или высоким уровнем подготовки, убедитесь в том, что ручка или прибор для измерения pH были подготовлены и откалиброваны в соответствии с инструкциями, приведенными в этом описании практических работ.

Предварительные условия

Отсутствуют. Используется то же оборудование, что и при выполнении измерений pH в ходе *«Гидрологических исследований»*, но в данном случае измерения не обязательно проводить на участке для отбора образцов воды.

Учащиеся с начальным уровнем ПОДГОТОВКИ; лакмусовая бумага

Самый быстрый и простой способ заключается в измерении pH с помощью лакмусовой бумаги (индикаторной бумаги для измерения pH) и сухого химического стакана непосредственно после считывания и регистрации количества дождевых осадков.

1. Возьмите сухой, чистый химический измерительный стакан вместимостью 100 мл.
2. Закончив считывание и регистрацию количества дождевых осадков с помощью дождемера, если накопилось более чем 2 мм дождевых осадков, слейте дождевую воду в химический стакан. Если выпало большое количество дождя, достаточно заполнить химический стакан дождевой водой примерно наполовину.

Опустите полоску индикаторной бумаги в дождевую воду и подержите ее под водой в течение примерно 20 секунд. Убедитесь в том, что все окрашенные сегменты бумаги погружены в дождевую воду.
Выньте индикаторную бумагу из воды и сравните окраску сегментов бумаги с таблицей значений pH на картонной коробке для индикаторной бумаги. Попытайтесь найти в таблице последовательность цветов, точно соответствующую последовательности окраски сегментов индикаторной бумаги. Если показания кажутся неточными, может потребоваться дополнительная выдержка бумаги под водой. Снова опустите индикаторную бумагу в дождевую воду на 20 секунд, после чего повторите выполнение операций 4 и 5. Повторяйте эти операции до тех пор, пока вы не будете удовлетворены

точностью показаний. Если по прошествии 2 минут показания все еще будут неточными, начните измерения снова, с помощью новой полоски индикаторной бумаги. Если точные результаты не удастся получить и в этот раз, внесите соответствующее примечание в рабочий лист данных атмосферных исследований.

6. Если вы получили удовлетворительные показания pH, зарегистрируйте значение pH в рабочем листе данных атмосферных исследований.
7. Если выпало достаточное количество дождевых осадков, повторите выполнение операций 2—5, чтобы проверить качество полученных данных.
8. Загрузите полученное значение pH в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
9. Независимо от наличия дождевых осадков, необходимо тщательно очищать дождемер дистиллированной водой и сушить его как минимум один раз в неделю. Попадание любых посторонних веществ в дождемер может влиять на регистрируемые значения pH. ОЧИЩАЯ ДОЖДЕМЕР, НЕ ПОЛЬЗУЙТЕСЬ МЫЛОМ ИЛИ ДРУГИМИ ХИМИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ, ТАК КАК ОСТАТКИ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ МОГУТ ПОВЛИЯТЬ НА РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПОКАЗАНИЯ pH!

Промежуточный и высокий уровень подготовки; ручка или прибор для измерения pH

Этап 1. Подготовка и калибровка ручки или прибора для измерения pH

Выполните инструкции по подготовке и калибровке вашего прибора для измерения pH, приведенные в описании практической работы по измерению pH в разделе «Гидрологические исследования».

Этап 2. Измерение pH накопившихся дождевых осадков

Пользуясь откалиброванной ручкой для измерения pH или прибором для измерения pH и сухим химическим стаканом, произведите измерения pH сразу после регистрации количества дождевых осадков.

1. Перед тем, как выходить из школы, снимите крышку с ручки или прибора для измерения pH и промойте электрод и окружающие его компоненты дистиллированной водой. Просушите эти компоненты мягкой тканью.
2. Возьмите чистый, сухой химический стакан вместимостью 100 мл и перенесите его, вместе с ручкой или прибором для измерения pH, на участок, где установлен дождемер.
3. Зарегистрируйте показания дождемера.
4. Если в дождемере накопилось не менее 2 мм дождевых осадков, слейте дождевую воду в химический стакан. Если выпало большое количество дождевых осадков, заполните химический стакан дождевой водой примерно наполовину.
5. Погрузите электрод ручки или прибора для измерения pH в воду, находящуюся в химическом стакане. Проследите за тем, чтобы в воду был погружен весь электрод, но не погружайте ручку или прибор в воду глубже, чем это необходимо. Если количество дождевой воды недостаточно для полного погружения электрода, не производите измерения pH.
6. Слегка помешайте дождевую воду электродом ручки или прибора для измерения pH, после чего подождите, чтобы показания на дисплее стабилизировались.
7. После стабилизации показаний на дисплее зарегистрируйте полученное значение pH в рабочем листе данных атмосферных исследований.
8. Если в дождемере осталось достаточное количество дождевой воды, повторите выполнение операций 4—7, чтобы проверить качество полученных данных. Расхождение между двумя полученными значениями pH не должно составлять больше 0,2 (такова требуемая точность измерений при использовании этого метода). Если расхождение между показаниями больше, произведите третье измерение кислотности нового образца дождевой воды (если в дождемере осталось достаточное количество воды). Если количество воды недостаточно для выполнения третьего измерения, не загружайте полученное значение pH в базу данных учащихся-участников программы GLOBE и проверьте калибровку вашей ручки для измерения pH или вашего прибора перед выполнением следующих измерений.
9. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения только одного измерения pH, загрузите полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
10. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения двух измерений pH, и полученные значения не отличаются более, чем на 0,2, зарегистрируйте усредненное значение и загрузите его в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

11. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения трех или более измерений pH, усредните все получен¬ ные значения pH. Если расхождение между всеми полученными значениями не превысило 0,2, загрузите усредненное значение в базу данных учащихся-участ¬ ников программы GLOBE. Если большее расхождение наблюдалось только в одном случае, не учитывайте такое сильно отклоняющееся значение и рассчитайте среднее остальных значений. Если все усредненные значения не отличались одно от другого более, чем на 0,2, загрузите полученное среднее значение в базу данных, отметив, что было произведено 3 или более измерений (даже если все полученные значения не использовались при расчете среднего зарегистрированного значения pH). Если полученные значения pH существенно отличались одно от другого, не загружайте полученное среднее значение в базу данных. Проверьте калибровку используемого вами прибора и обсудите применяемую процедуру и возможные причины возникновения ошибки.

12. Промойте ручку или прибор для измерения pH дистиллированной водой, просушите электрод и окружающие его компоненты мягкой тканью, закройте ручку или прибор крышкой и выключите ручку или прибор.

13. Независимо от наличия или отсутствия дождевых осадков, необходимо тщательно очищать дождемер дистиллированной водой и сушить его как минимум один раз в неделю. Попадание любых посторонних веществ в дождемер может влиять на регистрируемые значения pH. ОЧИЩАЯ ДОЖДЕМЕР, НЕ ПОЛЬЗУЙТЕСЬ МЫЛОМ ИЛИ ДРУГИМИ ХИМИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ, ТАК КАК ОСТАТКИ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ МОГУТ ПОВЛИЯТЬ НА РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПОКАЗАНИЯ pH!

Сбор снега для измерения pH

Собирая снег для измерения pH, следует принимать дополнительные меры предосторожности, которые не требуются при измерении глубины снега или жидкостного эквивалента количества выпавшего снега. Снегомер, используемый для измерения глубины снега (см. описание практической работы *«Измерение количества твердофазных осадков»),* может оставаться на открытом воздухе в течение длительного времени перед фактическим выпадением снега. Поэтому различные материалы, такие, как листья или частицы почвы, могут накапливаться на поверхности снегомера. Непосредственно контактировавший с поверхностью снегомера нижний слой снега в цилиндрическом столбе снега, который вы извле¬ каете с целью измерения жидкостного эквивалента количества твердофазных осадков, мог прореа¬ гировать с загрязнившим снегомер материалом или с материалом самого снегомера. Нам необходимо получить значение pH, относящееся только к снегу, не подвергавшемуся воздействию загрязнителей. Поэтому перед измерением pH снега необходимо отобрать второй образец снега, в дополнение к образцу, используемому с целью определения жидкостного эквивалента количества осадков.

Для того, чтобы измерить pH образца снега, необходимо снова извлечь столбик (керн) снега, накопившегося на снегомере. Тем не менее, в этом случае нельзя доходить до поверхности снегомера. Необходимо очистить верхний слой снега и взять образец из толщи снега, не доходя до поверхности снегомера. Требуется получить среднее значение pH снега. Для того, чтобы собралось как минимум 20 мл воды, образующейся после таяния снега, может потребоваться отбор нескольких столбиков (кернов) снега из толщи снега в различных точках над поверхностью снегомера.

Сбор образца снега для измерения pH можно производить с помощью любого чистого, сухого, глубокого контейнера из стекла или из пластика. Собрав снег, перенесите этот контейнер в помеще¬ ние и закройте его крышкой. Дайте снегу растаять при комнатной температуре.

После того, как снег растает, можно произвести измерения pH так же, как и в случае дождевой воды (см. приведенные выше инструкции). Эти измерения, однако, производятся в классной комнате, а не на участке атмосферных исследо¬ ваний.

Максимальная, минимальная и текущая температура

Цель практической работы

Измерение температуры воздуха на участке атмосферных исследований.

Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения температуры воздуха.

Продолжительность

5 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Частота измерений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

Основные концепции

Тепло
Температура
Конвекция
Теплопроводность
Излучение тепла

Навыки

Использование термометра
Регистрация данных
Считывание показаний на шкале

Материалы и инструменты

Один термометр для измерения максимальной и минимальной температуры
Укрытие для приборов
Второй термометр для калибровки термометра, измеряющего максимальную и минимальную температуру
Рабочий лист данных атмосферных исследований

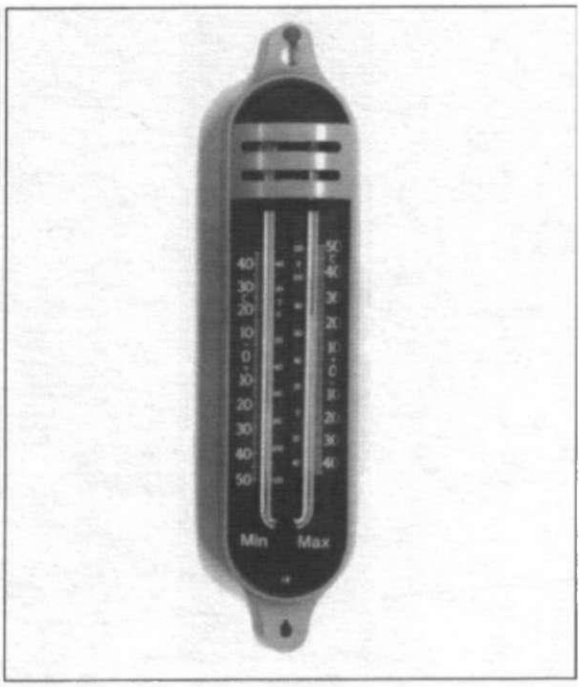
Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры представляет собой *V*-образную изогнутую трубку с двумя шкалами, указывающими максимальную и минимальную температуры (см. рис. ATM-P-3). На шкале, указывающей максимальную температуру, столбик ртути повышается по мере возрастания температуры (так же, как и в бытовых термометрах). На шкале, указывающей минимальную температуру, столбик ртути повышается по мере уменьшения температуры. Таким образом, по мере повышения температуры индикатор, покоящийся на столбике ртути с измеряющей максимальную температуру стороны термометра, перемещается вверх. Когда температура начинает снижаться, этот индикатор остается на месте и указывает максимальную зарегистрированную температуру. Сходным образом, по мере понижения температуры индикатор, покоящийся на столбике ртути со стороны, измеряющей минимальную температуру, также перемещается вверх. Когда температура снова начинает повышаться, этот индикатор остается на месте и указывает минимальную зарегистрированную температуру.

Рис. ATM-P-3. Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры



Примечание. Столбик ртути перемещает индикаторы максимальной и минимальной температуры, толкая их вверх. Поэтому учащиеся должны считывать показания максимальной и минимальной температуры, определяя расположение нижнего края обоих индикаторов.

Если на термометре нанесена также шкала Фаренгейта, закрасьте ее, чтобы учащиеся не считывали значения температуры по этой шкале. Следует отметить, что на термометре, изображенном на рис. АТМ-Р-3, нанесена шкала Фаренгейта, которая должна быть закрашена черной краской.

Перед использованием термометра для измерения максимальной и минимальной температуры убедитесь в том, что столбик ртути не прерывается, так как он иногда разделяется во время перевозки. Если столбик ртути прерывается, возьмитесь за корпус термометра, повернув его вертикально, и встряхивайте термометр до тех пор, пока не сформируется непрерывный столбик ртути. Не нажимайте на стеклянный столбик термометра — он может сломаться. Встряхивая термометр, можно также слегка постукивать нижней частью термометра по ладони руки.

Калибровка

Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры следет калибровать сразу после установки и затем каждые шесть месяцев. (Если вы заметите, что текущая температура указывается по-разному на двух шкалах, или если будет замечен разрыв столбика ртути, может потребоваться дополнительная калибровка термометра. См. указания, приведенные выше.)

Для того, чтобы откалибровать термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, следует сравнить его показания с показаниями калибровочного термометра. В качестве калибровочного термометра используется типичный жидкостный термометр с прямым стеклянным столбиком, позволяющий измерять отрицательную температуру до как минимум минус 5 градусов по шкале Цельсия. В первую очередь следует проверить точность показаний калибровочного термометра, поместив его в ванночку с тающим льдом.

1. Приготовьте смесь воды дробленого льда в пропорции 1:1.
2. Подождите 10—15 минут, чтобы температура ванночки с тающим льдом снизилась до минимума.
3. Поместите нижний конец калибровочного термометра в ванночку. Слегка помешивайте термометром смесь воды и льда с тем, чтобы термометр полностью охладился. Показание термометра должно составлять от 0,0 до 0,5 градуса по шкале Цельсия. Если показание не соответствует этому диапазону, используйте другой термометр.
4. Удостоверившись в точности показаний калибровочного термометра, подвесьте его на крючке под укрытием для приборов. См. приведенные ниже инструкции по размещению термометра для измерения максимальной и минимальной температуры.
5. По прошествии 24 часов сравните показания обоих термометров. Если они расходятся, термометр для измерения максимальной и минимальной температуры следует откалибровать в соответствии с показаниями калибровочного термометра. Положение температурной шкалы с обеих сторон термометра можно отрегулировать, ослабив небольшой винт, находящийся с задней стороны термометра. После ослабления этого винта каждую шкалу можно независимо перемещать вниз и вверх.

Установка термометра для измерения максимальной и минимальной температуры

Закрепите термометр для измерения максимальной и минимальной температуры в укрытии для приборов так, чтобы корпус термометра обдувался воздухом со всех сторон. Термометр следует закреплять на блоках, соединенных с внутренней стенкой укрытия, так, чтобы ни одна из частей термометра не прикасалась к стенкам, основанию или крыше укрытия. Термометр должен находиться на высоте 1,5 метра над поверхностью земли или на высоте 0,6 метра над средним уровнем снежного покрова, в зависимости от того, какое из этих расстояний больше. Укрытие защищает термометр от солнечного излучения и излучения неба, поверхности земли и окружающих объектов, но позволяет воздуху беспрепятственно циркулировать в укрытии. Таким образом, температура воздуха в укрытии соответствует температуре воздуха за пределами укрытия.

Укрытие для приборов следует устанавливать на стойке, надежно закрепленной в земле и предотвращающей вибрацию, вызываемую сильным ветром. Вибрация может приводить к смещению индикаторов термометра для измерения максимальной и минимальной температуры, и, следовательно, к регистрации ошибочных показаний. Дверца укрытия для приборов должна быть обращена на север в северном полушарии и на юг в южном полушарии с тем, чтобы уменьшить воздействие прямого солнечного света на приборы, когда дверца открывается с целью ежедневной регистрации показаний.

Укрытие для приборов должное соответствовать требованиям, приведенным в *«Перечне приборов, используемых в рамках программы GLOBE»,* в разделе *«Комплект приборов и материалов».* Укрытие можно изготовить в соответствии со схемой, приведенной в том же разделе. Внутренние

и наружные поверхности укрытия для приборов должны быть окрашены в белый цвет. Необходимо установить замок, предотвращающий повреждение приборов или искажение показаний посторонними лицами. Внутри укрытия должны быть установлены монтажные блоки, для того, чтобы термометр для измерения максимальной и минимальной температуры не прикасался к внутренней стенке укрытия. Дверца устанавливается на петлях с правой стороны укрытия (это не показано на схеме). Компоненты укрытия соединяются винтами. Размеры указаны на схемах в метрических единицах. См. подробные схемы укрытия для приборов в разделе *«Комплект приборов и материалов»*.

После того, как начнется использование укрытия для приборов, время от времени очищайте его внутренние поверхности от пыли с помощью сухой ткани.

Как измеряется температура воздуха

1. Поручите группе учащихся ежедневно считывать показания термометра в течение 1 часа до или после солнечного полудня. Учащиеся должны стоять как можно дальше от термометра, чтобы тепло, излучаемое телом, не влияло на показания термометра. Это очень важно в холодную погоду. Нельзя прикасаться к регистрирующим температуру компонентам термометра или дышать на него — это также может привести к искажению показаний.
2. Учащиеся должны ежедневно регистрировать текущую температуру, указываемую верхним краем столбика ртути на левой или правой шкале термометра с и-образной трубкой. Глаза учащегося, регистрирующего температуру, должны находиться на одном уровне с верхним краем столбика ртути. Иначе могут быть зарегистрированы слишком заниженные или завышенные показания.
3. Регистрируйте значения максимальной и минимальной температур, указываемые нижними краями индикаторов. Глаза учащегося, регистрирующего температуру, должны находиться на одном уровне с нижним краем индикатора.
4. После регистрации максимальной, минимальной и текущей температуры, учащиеся должны сбросить показания индикаторов. Это делается с помощью небольшого магнита, перемещающего индикаторы вниз до тех пор, пока они не установятся вровень с верхними краями столбика ртути. Для того, чтобы магнит не потерялся, подвесьте его на прочной нитке внутри укрытия для приборов (например, подвесьте его к корпусу термометра).

Если время измерения температуры будет пропущено, сбросьте показания термометра при проведении следующих наблюдений, и в этот раз зарегистрируйте только текущую температуру. Так как между двумя измерениями температуры прошло больше 24 часов, нет возможности узнать, в какой день были зарегистрированы значения максимальной и минимальной температур.

Представление данных

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

Дата и время (всемирное время) сбора данных
Текущая температура воздуха
Максимальная температура воздуха за прошедшие сутки
Минимальная температура воздуха за прошедшие сутки

Наблюдение, описание и идентификация облаков

Учащиеся начинают распознавать различные типы облаков и их наименования.

Оценка плотности облачного покрова: имитация

Учащиеся практикуются, приобретая навыки оценки площади неба, покрытой облаками.

Изучение укрытия для приборов

Подразделившись на группы, учащиеся изучают методы размещения укрытия для приборов и то, каким образом результаты измерений могут зависеть от характеристик укрытия.

Изготовление термометра

Учащиеся изготовляют простые термометры и узнают, как и почему работают жидкостные термометры со стеклянными трубками.

Земля, вода и воздух

На этом практическом учебном занятии учащимся демонстрируется происходящий с различной скоростью теплообмен между землей и водой, вызывающий охлаждение и нагрев и оказывающий щначительное влияние на погодные условия.

Наблюдение облаков

Учащиеся наблюдают за облаками и погодными условиями и начинают понимать взаимосвязь между этими явлениями.

Наблюдение, описание и идентификация облаков

Цель учебного занятия

Учащиеся наблюдают облака, описывают их своими словами и сравнивают свои описания с официальными наименованиями типов облаков.

Краткое описание

Учащиеся наблюдают и зарисовывают облака, описывая их форму. Первоначально они составляют свои собственные описания, постепенно переходя к использованию научных терминов. Они приводят свои описания в соответствие со стандартной классификацией, используя таблицу облачности GLOBE, подразделяющую облака на 10 различных типов. Каждый учащийся подготавливает свой индивидуальный справочник характеристик облаков, который он использует вместе с таблицей облачности GLOBE.

Продолжительность

Два классных занятия. Занятия могут быть повторены в те дни, когда будут наблюдаться другие типы облаков.

Уровень подготовки

Любой.

Основные концепции

Облака классифицируются по их форме и высоте, а также по характеристикам осадков.

Навыки

Наблюдение, *описание* внешнего вида облаков

Идентификация десяти основных типов облаков

Оценка высоты облаков

Регистрация и *организация* данных об облаках в научном дневнике участника программы GLOBE

Материалы и инструменты

Таблица облачности GLOBE

Листы для регистрации результатов наблюдений облаков (см. «Приложение»)

Научные дневники участников программы

Справочники с изображениями облаков

Фотографическая камера или видеокамера для получения изображений облаков (не обязательно)

Подготовка наблюдений

Следует получить справочники характеристик облаков и отметить надлежащие страницы.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Для того, чтобы делать точные прогнозы погоды, необходимо вести тщательные и последовательные наблюдения. Человеческий глаз — один из лучших метеорологических приборов, и визуальные наблюдения не требуют больших затрат. Большая часть имеющейся у нас информации о погодных условиях была получена в результате непосредственных наблюдений, которые велись людьми в течение тысяч лет. Несмотря на то, что возможность классифицировать облака полезна сама по себе, ведение регулярных наблюдений облаков и погодных условий, наблюдающихся в сочетании с облаками различных типов, помогут учащимся установить взаимосвязи между типами облаков и погодными условиями. Умение распознавать тип облаков помогает предсказывать изменения погоды в ближайшем будущем. Мы не описываем эти взаимосвязи в этом руководстве, но издано множество книг по метеорологии, которые помогут вам и вашим ученикам установить такие взаимосвязи. Если вы пригласите метеоролога встретиться с классом и поговорить с учащимися, это, несомненно, будет способствовать стимуляции интереса учащихся к взаимозависимости между типами облаков и характеристиками погодных условий.

В ходе этого занятия учащиеся должны вести тщательные наблюдения облаков, делать зарисовки и описывать их своими словами *перед тем,* **как они начнут пользоваться официальными наименованиями. Занятие можно повторять в другие дни, когда будут наблюдаться разные типы облаков. Фактически, если это допускают условия проведения занятий, можно время от времени делать перерыв и вести наблюдения за облаками на открытом воздухе каждый раз, когда на небе будут замечены облака нового типа. Со временем учащиеся накопят значительный опыт распознавания типов облаков. Если нет возможности выходить с учащимися наружу, наблюдать за облаками можно и через окно.**

Подготовка учащимися личных справочников характеристик облаков

Учащиеся должны подготовить, в своих научных дневниках участников программы GLOBE или в отдельных тетрадях, индивидуальные перечни типов облаков с соответствующими заметками. Каждому идентифицированному ими типу облаков следует отводить отдельную страницу в научном дневнике участника программы GLOBE. В такой справочник можно заносить результаты личных наблюдений и описания, а также сделанные учащимися или вырезанные ими фотографии облаков. Во многие дни учащиеся могут одновременно наблюдать несколько различных типов облаков. Если наблюдаются сразу несколько типов облаков, учащиеся должны зарегистрировать каждый из них на отдельной странице своего научного дневника участника программы GLOBE.

Идентификация и классификация облаков

Во время выполнения практической работы учащимся поручается идентификация десяти наиболее распространенных типов облаков. Используемые наименования типов облаков описывают их форму, высоту, на которой они расположены, и наличие или отсутствие осадков, связанное с облаками того или иного типа.

1. **Различаются три основных типа формы облаков.**
   Кучевые **облака**
   Слоистые **облака**
   Перистые **облака**
2. **Облака различаются по высоте, на которой они расположены (при этом высотой облака считается высота основания облака).**
   В наименованиях облаков, находящихся на большой высоте (выше 6000 метров) используется слово «перистый» или приставка «перисто-»:
   - **Перистые облака**
   - **Перисто-кучевые облака**
   - **Перисто-слоистые облака**

   В наименованиях облаков, находящихся на средней высоте (от 2000 до 6000 метров) используется приставка «высоко-»:
   - **Высококучевые облака**
   - **Высокослоистые облака**

   В наименованиях низко расположенных облаков (на высоте менее 2000 метров) приставки не используются:
   - **Слоистые облака**
   - **Слоисто-дождевые облака**
   - **Кучевые облака**
   - **Слоисто-кучевые облака**
   - **Кучеводождевые (грозовые) облака**

Примечание. Несмотря на то, что основания кучевых и кучеводождевых облаков могут находиться на высоте менее 2000 метров, их толщина часто достаточна для того, чтобы верхние части этих облаков находились на уровне высоких или даже перистых облаков. В таких случаях их называют «вертикально распространенными облаками». Перистыми бывают только самые высокие облака, и наименование «перистые облака» стало синонимом наиболее высоко расположенных облаков.

3. **Осадки выпадают из облаков, в наименованиях которых используется слово «дождевые».**

Советы по идентификации облаков

В ходе идентификации облаков в соответствии с официальной классификацией полезно помнить о нескольких вещах.

Вытянутые ровными разреженными полосами облака того или иного типа, находящиеся высоко в небе, всегда называются перистыми. Если перистые облака содержат волнистые или завихряющиеся структуры, они называются перисто-кучевыми. Если перистые облака образуют непрерывные слои, достигающие большой высоты, они называются перисто-слоистыми.

Облака, достигающие средней высоты, обозначаются наименованиями с приставкой «высоко-». Если они имеют слоистую структуру, их называют высокослоистыми облаками. Если они отличаются волнистой, завихряющейся структурой, их называют высококучевыми.

Облака, формирующиеся на небольшой высоте (менее 2000 метров) относятся к семействам кучевых или слоистых облаков. Облака, относящиеся к семейству кучевых, имеют «всклокоченный», «взбитый» вид. Облака, покрывающие значительную часть неба ровными тонкими слоями, относятся к семейству слоистых.

Темные низкие облака угрожающего вида, из которых *фактически выпадает дождь,* **называются «дождевыми». Слоисто-дождевые облака покрывают все небо широкими полосами; их появление сопровождается обложным (непрерывным и длительным) дождем. Размер слоисто-дождевых облаков больше по горизонтали, чем по вертикали. Из слоисто-дождевых облаков, как правило, выпадает малоинтенсивный дождь (морось) или дождь умеренной интенсивности, но такой дождь идет на большой территории и в течение длительного времени. Кучеводождевые облака отличаются темным основанием и «всклокоченной» верхней частью; форма этих облаков, называемых также грозовыми, часто напоминает наковальню. Из таких облаков часто выпадает обильный дождь или ливень, как правило, сопровождающийся молниями и громом.**

Фотографирование облаков

Фотографии облаков нетрудно найти в книгах и журналах. Тем не менее, учащимся понравится фотографировать облака самостоятельно. Предло¬жите им это занятие после того, как они зарисуют и опишут облака своими словами. Видеосъемка движущихся облаков также позволяет увидеть формирование и поведение облаков в новой перспективе, особенно если вы можете пользоваться треножником и вести ускоренную съемку.

Часть1. Описание облаков своими словами

Подготовка и проведение занятия

1. **Разделите учащихся на группы по два человека в каждой. Поручите им взять свои научные дневники участников программы GLOBE и выйти на открытое место, где можно наблюдать за облаками. Каждый из учащихся должен сделать подробную зарисовку облаков в небе. Если одновременно наблюдаются несколько типов облаков, учащиеся могут зарисовать каждый тип облаков на отдельной странице своего дневника.**
2. **Каждый из учащихся должен зарегистрировать дату и время дня и описать внешний вид облаков, рядом с зарисовкой. При этом можно использовать столько слов, сколько это необходимо для описания внешнего вида облаков. Следует объяснить учащимся, что в данном случае не может быть правильных или неправильных описаний, и что они могут пользооваться любыми словами, которые им кажутся наиболее подходящими. Например, учащиеся могут описывать облака, используя следующие эпитеты.**

   Размер облаков: **небольшие, большие, тяжелые, легкие, плотные**
   Форма облаков: **всклокоченные, растяну¬тые, похожие на вату, бугорчатые, разор¬ванные, однородные, неоднородные, слоис¬тые, неровные, похожие на…**
   Цвет облаков: **серые, черные, белые, серебристые, молочного цвета**
   Общее описание облаков: **грозовые облака, угрожающего вида, мрачные, обволакива¬ющие, красивые, с прожилками, туманные, волнистые, рассеянные, движущиеся, вращающиеся**
3. **По возвращении в класс пары учащихся должны обменяться своими описаниями. Разделив учащихся на группы по четыре человека, попросите их составить «груп-повой список» всех эпитетов, с помощью которых они описывали каждый из наблю¬давшихся типов облаков.**
4. **Пользуясь таблицей облачности GLOBE, учащиеся должны найти одну из фотогра¬фий, которой соответствует их зарисовка, и записать научное наименование этого типа облаков рядом со своей зарисовкой.**

Часть 2. Сравнение описаний, подготовленных учащимися, с официальными описаниями

Подготовка и проведение занятия

1. **(Вы можете отложить это обсуждение до тех пор, когда класс подготовит описания нескольких различных типов облаков.) Начните обсуждение типов облаков в классе. Попросите одну из групп, состоящих из четырех учащихся, нарисовать облако на доске и записать эпитеты, которыми участники этой группы пользовались при описании этого облака. Если наблюдались несколько различных типов облаков, попросите другие группы учащихся зарисо¬вать на доске облака других типов. Попро¬сите других учащихся добавить дополни¬тельные эпитеты, использованные ими при описании этих облаков.**

   Попросите учащихся подразделить исполь¬зованные ими эпитеты на группы, состоящие из сходных эпитетов. Попросите их назвать определенные характеристики облаков (такие, как размер, форма, цвет, высота и т. п.), к которым относятся эти группы эпитетов. Пропустили ли учащиеся какие-либо заметные характеристики облаков? На какой основе, по их мнению, можно классифицировать облака, т. е. на какие характеристики они обращали внимание?
2. **Попросите учащихся указать «официаль-ные» наименования типов облаков, изобра-женных на доске. Объясните им, что в соответствии с официальной классифика¬цией облака подразделяются на различные типы в зависимости от трех характеристик: формы, высоты и наличия осадков. Срав¬ните официальную систему с той системой классификации, которую учащиеся разра¬ботали сами. Какие характеристики учиты¬ваются или не учитываются в той и другой системах?**

   Попросите учащихся описать своими

словами следующие семейства (категории) облаков:

Слоистые облака
Кучевые облака
Перистые облака
Дождевые облака

3. Повторяйте наблюдения, зарисовку и описание различных типов облаков в следующие дни, по мере появления в небе облаков новых типов. Поручите учащимся выделять отдельную страницу своего научного дневника участника программы GLOBE каждому новому типу облаков, который они наблюдают. Поручите им записывать официальное наименование типа облаков и предпочитаемые самими учащимися описания этих облаков. Продолжайте обсуждать основы официальной системы классификации облаков.

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

Учащиеся младших классов могут описывать облака в терминах, соответствующих основному типу облаков, т. е. как перистые, кучевые и слоистые. Они могут также описывать высоту облаков, называя их низкими, умеренной высоты и высокими, а также цвет облаков — белый, серый или черный.

Учащиеся старших классов могут определять связь между появлением облаков того или иного типа и теми или иными погодными условиями. См. описание занятия *«Наблюдение облаков»*. Учащиеся могут также обращать внимание на последовательность, в которой появляются различные типы облаков на протяжении нескольких суток, и изучать факторы, влияющие на формирование облаков.

В ходе этого занятия могут появиться интересные возможности сотрудничества с учителем рисования или литературы, каждый из которых может предложить различные, может быть, не научные, способы описания облаков.

Дальнейшие исследования

Изучите взаимосвязь между ветром и облаками. Постройте график направления и скорости ветров (розу ветров) для каждого наблюдаемого типа облаков.

Разъясните взаимосвязь между гидро-логическим циклом (круговоротом воды в природе) и атмосферными условиями.

Фотографии, сделанные с помощью спутников и пилотируемых космических кораблей, позволяют наблюдать за динамическими процессами в атмосфере нашей планеты и изучать крупномасштабные явления, которые невозможно прослеживать с поверхности Земли. Использование изображений, сделанных из космоса, позволяет предсказывать погоду или прослеживать движение гроз. Обсудите преимущества и недостатки изображений, сделанных из космоса, по сравнению с местной метеорологической информацией.

Наблюдайте за грозами и облаками на расстоянии, чтобы лучше разобраться в местных погодных условиях. Пользуйтесь биноклем, чтобы изучать облака и образуемые ими структуры на расстоянии. Пользуйтесь картами местности, чтобы оценивать расстояние между ориентирами и скорость перемещения облаков.

Некоторые игры помогают практиковаться, приобретая навыки идентификации типов облаков и усваивая новые концепции:

Игра «в облака» №1. Поручите каждому из учащихся подготовить набор из десяти карточек размером примерно 7,5 x 12,5 см, на каждой из которых должно быть записано наименование одного из типов облаков. Следует подготовить также второй набор карточек, на каждой из которых укреплена фотография или зарисовка облаков одного из десяти типов. Пары учащихся складывают свои карточки вместе, лицевой стороной вниз. Партнеры поочередно переворачивают по две карточки, пытаясь найти соответствующие пары наименований и фотографий (зарисовок). Игра продолжается до тех пор, пока не будут найдены все соответствующие пары карточек. Победителем считается игрок, обнаруживший наибольшее количество соответствующих пар карточек.

Игра «в облака» №2. Группы учащихся подготавливают вопросы, относящиеся к облакам: к их внешнему виду, форме, высоте и плотности облачного покрова (т. е. к процентной доле занимаемой ими площади неба). Ответы записываются на карточках размером примерно 7,5 x 12,5 см. Например, «Рассеянные облака» — ответ на вопрос: «Как называются облака, покрывающие от одной десятой до половины площади неба?» Разделите класс на группы игроков. Игроки должны задавать вопросы, соответствующие ответам на показанных им карточках (см. выше).

Оценка плотности облачного покрова: имитация

Цель занятия

Учащиеся понимают трудность оценки плотности облачного покрова в процентах от площади неба и учатся оценивать плотность облачного покрова, пользуясь бумажными моделями (имитациями), а также проверять точность своей оценки.

Краткое описание

Разделившись на пары или небольшие группы, учащиеся используют картон, имитируя облачный покров. Они оценивают плотность облачного покрова в процентах от площади неба и класси¬фицируют облачный покров.

Продолжительность

Одно классное занятие.

Уровень подготовки

Промежуточный и высокий уровень подготовки.

Основные концепции

Использование моделирования для оценки точности наблюдений.

Навыки

Оценка плотности моделированного облачного покрова

Обмен математической информацией

Сбор и *регистрация* данных

Организация данных в таблицах

Материалы и инструменты

Научные дневники участников программы

Листы цветного картона (по 1 синему и по 1 белому листу на каждого учащегося)

Клей или липкая лента

Предварительные условия

Знакомство с системой классификации облачного покрова

Знакомство с дробями и процентами

Предпосылки

Даже опытные наблюдатели испытывают затруд-нения, оценивая плотность облачного покрова. Это связано, в частности, со свойственной всем людям склонностью недооценивать размеры открытого пространства между объектами, по сравнению с размерами пространства, занятого этими объек¬тами (в данном случае, облаками). Учащимся предоставляется возможность самим убедиться в существовании такой недооценки, подумать о последствиях этой недооценки в научной работе и разработать методы, позволяющие производить более точную оценку плотности облачного покрова.

Подготовка и проведение занятия

Повторите вместе с учащимися материал описания практической работы по теме «Оценка плотности облачного покрова». Разъясните им, что они будут моделировать облачный покров, пользуясь картоном, и пытаться оценить плотность облачного покрова, имитированного с помощью кусочков картона. Продемонстрируйте выполнение приведенных ниже операций 3—6, чтобы учащиеся усвоили практические методы моделирования.

1. Выдайте каждому учащемуся необходимые материалы:
   - один лист голубого картона;
   - один лист белого картона, разделенный на 10 равных сегментов;
   - научный дневник участника программы GLOBE;
   - клей или липкую ленту.
2. Разделите учащихся на группы по два человека.
3. Поручите каждой паре учащихся выбрать процентное значение площади облачного покрова, который они хотят смоделировать. Следует выбирать значения, кратные 10 процентам (т. е. 20% 30%q 60% и т. п., но не 5% или 95%) Учащиеся не должны говорить окружающим, какое процентное значение они выбрали.
4. Работая по отдельности, каждая пара учащихся должна вырезать определенное количество белого картона, отражающее выбранное ими процентное значение площади облачного покрова. Например, если выбрано значение 30% следует вырезать 30% площади листа белого картора и выбросить остающиеся 70% этого листа.

5. **После этого учащиеся должны разорвать остающийся у них белый картон на куски неправильной формы, имитирующие облака.**
6. **Учащиеся должны наклеить или закрепить липкой лентой имитирующие облака куски картона на голубом картоне, моделируя таким образом облачный покров.**
7. **Учащиеся поочередно рассматривают модели, подготовленные другими группами, и оценивают изображаемое этими моделями процентное значение площади облачного покрова. Они также оценивают эти имитации в соответствии с принятой классификацией плотности облачного покрова, относя приготовленные изображения неба к категориям «ясное небо», «рассеянные облака», «разорванные облака» и «сплошной облачный покров». Учащиеся записывают результаты своей оценки в научные дневники, пользуясь таблицей, сходной с таблицей, приведенной на рис. АТМ-Ь-1.**

Все учащиеся могут рассмотреть и оценить все приготовленные модели, или вы можете разделить класс на группы таким образом, чтобы определенные учащиеся оценивали только некоторые модели.

8. **Когда учащиеся закончат оценку моделей облачного покрова, изобразите на доске таблицу, с помощью которой можно будет сравнить результаты их оценки с фактическим процентными значениями (см. рис. АТМ-Ь-2).**
9. **Изобразите также вторую таблицу, которая позволит сравнивать правильные классификационые определения с неправильными (см. рис. АТМ-Ь-3).**
10. **Обсудите с классом точность полученных ими оценочных значений.**

Какая оценка оказалась более точной — оценка процентных значений или классификационная оценка?

В каком случае было допущено наибольшее количество ошибок?

Могут ли учащиеся дать количественную оценку общей точности их наблюдений?

Проявили ли учащиеся склонность к переоценке или недооценке фактической плотности облачного покрова?

Какие факторы повлияли на точность их оценки (например, размеры облаков, сосредоточение облаков в одной части неба, площадь части неба, занятой облаками)?

Считают ли учащиеся, что для правильной оценки плотности облачного покрова нужно иметь особый талант, или этому можно научиться?

В каких еще ситуациях могут оказаться полезны навыки такой оценки пространственных пропорций?

Какие классификационные категории было легче всего и труднее всего определить?

Рис. ATM-L-1

Имя	Оценка (%)	Классификация
Джон и Элис	40%	Рассеянные
Хуан и Хосе	70%	Разорванные

Рис. АТМ-Ь-2

Имя	Значение (%)	Недооценка	Правильная оценка	Переоценка
Джон и Элис	50	4	5	12

Рис. АТМ-Ь-3

Имя	Классификация	Недооценка	Правильная классиф.	Переоценка
Джон и Элис	Рассеянные облака	4	9	8

Какие методы позволили учащимся дать точную оценку плотности облачного покрова в процентах?
Какие методы позволили учащимся правильно классифицировать плотность облачного покрова?

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

Учащимся младших классов может потребоваться разъяснение методов определения пропорциональных соотношений площадей, выраженных в дробных эквивалентах, и методов преобразования дробных эквивалентов в процентные.

Учащиеся старших классов могут подготавливать и снимать на видеопленку модели, отражающие прогнозы погоды, переданные местной радиостанцией или по телевидению. Моделируя прогноз погоды, можно пользоваться вырезанными обозначениями преобладающих типов облаков, отмечать цифрами процентные значения плотности облачного покрова и указывать видимость на автомобильных дорогах.

Изучение укрытия для приборов

Цель занятия

Осмысление свойств и характеристик укрытия для приборов.

Краткое описание

Учащиеся изучают некоторые характеристики укрытия для приборов и его размещения. Основное время уделяется построению укрытий с различными свойствами и изучению влияния этих свойств на измеряемую температуру. Учащиеся пытаются пред-сказывать, каким образом, с их точки зрения, та или иная конструкция укрытия повлияет на результаты измерений.

Продолжительность

Обсуждение укрытия и проектирование эксперимента: одно классное занятие. Проведение эксперимента (моделирование укрытий): два или три дополнительных занятия.

Уровень подготовки

Любой.

Основные концепции

Перенос тепла посредством излучения, теплообмена и конвекции.

Навыки

Выдвижение гипотез и *прогнозирование*
Проектирование экспериментов
Сбор данных
Организация и *анализ* данных
Представление результатов эксперимента, устное и письменное

Материалы и инструменты

Как минимум два картонных укрытия для приборов (количество моделей зависит от количества изучаемых характеристик и доступности материалов). В качестве моделей укрытий можно использовать готовые коробки из-под продуктов питания или для обуви. Рекомендуется использовать экспериментальные укрытия одинаковых размеров, чтобы размер и форма укрытия не влияли на результаты эксперимента. Если имеются только листы толстого картона, укрытия могут быть изготовлены в соответствии с согласованным планом.

Для изучения одного из свойств требуется как минимум два картонных укрытия.

В зависимости от количества изучаемых характеристик, могут потребоваться следующие материалы.

Белая краска и черная краска (изучение влияния цвета).

Две кисти (для нанесения краски).

Ножницы для резки картона (необходимые при изготовлении укрытий из листов толстого картона, а также для изучения воздействия прорезей в стенках укрытий).

Бумага (для сравнения характеристик укрытий, изготовленных из различных материалов).

По два или более термометра на каждую группу учащихся (в зависимости от количества одновременно проверяемых характеристик).

Веревка.

Одна или несколько деревянных стоек, достаточно прочных для установки в земле и удержания укрытия для приборов (укрытия можно закреплять на стойках гвоздями).

Гвозди (для закрепления укрытий на стойках, по мере необходимости).

Молоток.

Измерительная планка.

Фактическое укрытие для приборов, используемое в рамках программы GLOBE. Если фактическое укрытие еще не изготовлено, учащиеся могут пользоваться его изображением и описанием его физических характеристик, приве-денными в разделе «Комплект приборов и материалов».

Подготовка занятия

Приготовьте материалы, необходимые для изготовления укрытий. Учащиеся могут принести круглые контейнеры из-под пищевых продуктов или обувные коробки.

Предварительные условия

СБоркаукрытия для приборов.

Предпосылки

Хотя на первый взгляд может показаться, что температуру воздуха измерять нетрудно, регистра¬ция множеством людей в разных странах мира точных значений температуры, которые можно сравнивать — не такое уж простое дело. Для того, чтобы измерения температуры имели смысл, необходимо измерять ее в сравнимых условиях. Воздействие ветра, прямого солнечного света и влаги могут влиять на показания термометра; поэтому необходимо защитить приборы от этих воздействий, устанавливая их в укрытии, изготов¬ленном в соответствии с определенными техничес¬кими требованиями. Кроме того, расположение укрытия для приборов и расположение термометра внутри укрытия также играют критическую роль.

Необходимо быть уверенными в том, что разница между значениями температуры, зарегистрирован¬ными в раздичных районах, связана с фактической разницей между температурой воздуха в этих районах, а не с тем, что, например, в одном случае термометр был установлен в укрытии, размещен¬ном на покрытом травой поле, а в другом — на окне, под воздействием прямого солнечного света.

Подготовка и проведение занятия

Первый день

1. **Следует начать обсуждение, попросив учащихся определить основные характерис¬тики укрытия для приборов, которые могут повлиять на показания установленного в укрытии термометра. К таким характерис-тикам относятся:**
   - **цвет поверхности укрытия;**
   - **наличие прорезей в стенках укрытия;**
   - **материалы, из которых изготовлено укрытие.**

   Следует также обсудить вопрос о том, почему учащиеся считают, что эти характе¬ристики имеют важное значение.
2. **За обсуждением физических характеристик укрытия должно последовать обсуждение размещения укрытия для приборов и размещения термометра внутри укрытия. Можно задать следующие вопросы.**
   - **Почему укрытие должно быть установ¬лено поодаль от зданий и деревьев?**
   - **Почему укрытие следует устанавливать на участке с естественной, например, покрытой травой, поверхностью?**
   - **Почему укрытие следует устанавливать на высоте 1,5 метра над поверхностью земли?**
   - **Почему укрытие должно быть сориенти¬ровано так, чтобы его дверца была обращена на север в северном полушарии и на юг в южном полушарии?**
   - **Почему термометр не должен прикасать¬ся к поверхностям укрытия?**

Учащиеся должны предсказать воздействие каждого из перечисленных выше параметров на результаты измерения температуры. Затем следует проверить их предсказания.

Первый или второй день (в зависимости от продолжительности обсуждения)

1. **Разделите учащихся на группы. Коли-чество групп зависит от числа исследуемых характеристик, доступности материалов и количества учащихся. Можно сформиро¬вать до восьми групп, занимающихся изучением восьми основных параметров, обсуждавшихся выше.**
2. **Каждая группа должна изготовить два укрытия. Это простая задача, если учащи¬еся могут пользоваться заранее приготов¬ленными контейнерами из-под пищевых продуктов или обувными коробками; задача усложняется, если учащиеся должны сами изготовить укрытия из листов толстого картона.**

   Если укрытия изготавливаются из листов толстого картона, фактическая конструк¬ция укрытия (в форме цилиндра или параллелепипеда) не так важна, как тот факт, что все укрытия должны быть, по возможности, одинаковой конструкции и одинаковых размеров.
3. **Каждой группе поручается, по выбору учащихся или по выбору учителя, изучение того или иного свойства укрытия. Те группы, которым поручено изучение физических характеристик укрытия, должны выполнить дополнительную работу. Ниже перечисляются возможные изменения, которые вносятся в конструк¬цию укрытий с целью изучения их характе¬ристик.**
   - **Окраска одного укрытия в белый цвет, а другого — в черный цвет.**
   - **Изготовление одного укрытия без прорезей в стенках, а другого — с прорезями в стенках (оба укрытия окрашиваются в белый цвет).**
   - **Если используются стандартные, заранее приготовленные коробки, изготовляется из тонкой белой бумаги укрытие той же конструкции и тех же размеров, что и укрытие из толстого картона. Картонное укрытие окрашивается в белый цвет.**
4. **Все укрытия следует закрепить на стойках (за исключением укрытий, используемых с**

целью изучения воздействия высоты расположения над землей на результаты измерений). В большинстве случаев можно использовать стойки высотой не более метра. Группа, изучающая воздействие высоты расположения укрытия на резуль¬ таты изменрений, должна установить одно укрытие непосредственно на поверхности земли, а другое закрепить на стойке высотой примерно 1,5 метра.

5. Каждой группе учащихся выдается по два термометра. Перед размещением термомет¬ ров в укрытиях учащиеся должны убедиться в том, что оба термометра указывают одинаковую температуру в помещении. Если показания термометров расходятся, их следует откалибровать, выполнив инструкции, приведенные в описаниях практических работ по теме «Атмосферные исследования». Если показания термометров, помещенных в ванночку со смесью воды и льда, отклоняются от О градусов по шкале Цельсия более, чем на 0,5 градуса, их не следует использовать. Термометры не устанавливаются внутри укрытий до тех пор, пока учащиеся не приготовятся к перемещению укрытий на открытый воздух.

Третий или четвертый день

1. Лучше всего проводить это занятие в солнечную, но слегка ветренную погоду. Сплошная облачность, дождь или снег нежелательны.
2. Каждая группа должна зарегистрировать исходную температуру, указываемую их термометрами (опять же, показания обоих термометров должны совпадать).
3. Термометры следует устанавливать в укрытиях так, чтобы они не прикасались к картонной (или бумажной) поверхности укрытия (за исключением случая, когда группа учащихся изучает воздействие контактирования термометра со стенкой укрытия на результаты измерения). Если используются стандартные, заранее приготовленные картонные коробки, термометр можно подвесить на прочной нитке под верхней стороной (крышей) укрытия.
4. Каждая группа выносит на открытый воздух по два укрытия с размещенными в них термометрами. Группы, изучающие воздействие физических характеристик укрытия (цвета, наличия прорезей, матери¬ ала), должны найти открытый участок, расположенный поодаль от зданий, предпоч¬ тительно в поле. Группы, изучающие воздействие местоположения укрытия на результаты измерении, разделяются на две подгруппы. Одна подгруппа устанавливает укрытие на правильно расположенном участке (на травянистой поверхности, поодаль от зданий). Другая группа устанав¬ ливает укрытие на участке, отличающемся теми или иными недостатками. Таким образом, с целью изучения влияния местоположения укрытия на результаты измерений,
   - одно укрытие устанавливается на участке с идеальными характеристиками, а другое — рядом с освещенной Солнцем стороной здания;
   - одно укрытие устанавливается на участке с идеальными характеристиками, а другое — посередине автомобильной стоянки или на другой асфальтированной поверхности;
   - одно укрытие устанавливается на высоте 1,5 метра над поверхностью земли, а другое — непосредственно на земле, у основания стойки первого укрытия;
   - одно укрытие устанавливается так, чтобы его дверца была обращена на север, а другое — так, чтобы его дверца была обращена на юг.
5. Примерно через пять минут после установки укрытий учащиеся должны зарегистри¬ ровать температуру, указываемую каждым из термометров. Затем следует подождать еще пять минут и снова зарегистрировать температуру. Регистрацию температуры, указываемой обоими термометрами, следует продолжать через каждые пять минут до тех пор, пока она не стабилизируется, т. е. пока температура не перестанет изменяться. Показания одного термометра могут достигнуть максимальной температуры позже, чем показания другого. Поэтому важно проверять показания обоих термометров.
6. После стабилизации температуры в обоих укрытиях учащиеся могут перенести свои укрытия и листки с зарегистрированными значениями температуры обратно в класс¬ ную комнату.
7. Каждая из групп учащихся должна предста¬ вить всему классу краткий отчет о полученных ею результатах наблюдений, после чего учащиеся могут обсудить причины возникновения отмеченной ими разницы температур.
8. Каждая группа учащихся должна подгото¬ вить краткий письменный отчет с указанием зарегистрированных значений температуры. Участники группы должны обсудить полученные ими результаты, в том числе то, каким образом и почему тот или иной фактор повлиял на температуру.

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

Учащиеся младших классов. Количество изучаемых характеристик можно ограничить цветом укрытия, наличием прорезей в стенках укрытия, размещением укрытия рядом со зданием и поодаль от зданий и размещением укрытия на естественной и асфальтированной поверхностях. Укрытия можно размещать на земле, а не закреплять на стойках (даже если укрытия будут размещены на земле в различных местах, воздействие изучаемого фактора будет прослеживаться).

Учащиеся старших классов, учащиеся старших классов могут сравнить существенность различных факторов, приготовив более чем два укрытия для изучения каждой характеристики. Например, учащиеся могут проверить, какой из факторов важнее — цвет поверхности укрытия или наличие прорезей в стенках укрытия, изготовив одно белое и одно черное укрытия с прорезями в стенках и одно белое и одно черное укрытия без прорезей в стенках. Сравнивая показания термометров, полученных под воздействием различных сочетаний факторов, они могут определить, какой из факторов оказывает наиболее существенное влияние на измеряемую температуру. Кроме того, они могут определить, как результаты измерений изменяются в зависимости от конструкции укрытия в различных погодных условиях, например, в пасмурный день и в солнечный день, или в безветренную погоду и в очень ветренную погоду.

Оценка усвоения материала учащимися

Степень понимания учащимися важности конструкции и размещения укрытия можно оценить на основании

- выводов, которые они делают в своих устных и письменных отчетах;
- степени понимания вопросов, демонстрируемого ими в ходе обсуждения;
- их способности отвечать на дополнительные вопросы, например, на вопрос: «Как изменятся показания температуры, если белое укрытие будет покрыто толстым слоем пыли?»;
- точности зарегистрированных ими результатов измерений.

Изготовление термометра

Цель занятия

Учащиеся понимают принципы и причины функционирования стандартного термометра.

Краткое описание

Учащиеся изготавливают термометр из пластиковой бутылки, сходный по свое конструкции с термометрами, используемыми школами в рамках программы GLOBE. Все эти термометры функционируют на основе принципа температурного расширения и сжатия. Эксперимент позволяет также продемонстрировать прицнип переноса тепла.

Продолжительность

Два классных занятия

1. Проведение эксперимента: одно классное занятие
2. Обсуждение принципов расширения, сжатия и переноса тепла посредством теплообмена и конвекции: от 15 до 30 минут
3. Запись данных на доске или диапзозитиве и подготовка графиков: 30 минут
4. Представление результатов, полученных каждой группой, предложение проверяемых переменных параметров и обсуждение любых других выявленных проблем: 30 минут

Уровень подготовки

Промежуточный (средний) уровень подготовки.

Основные концепции

Расширение и сжатие веществ при изменении температуры.

Функционирование жидкостных стеклянных термометров на основе принципа температурного расширения и сжатия.

Теплообмен и конвекция — две формы переноса тепла.

Навыки

Построение экспериментального аппарата

Проведение эксперимента

Наблюдение и *измерение*

Сбор, организация и регистрация данных

Эффективное *сотрудничество* в группе

Материалы и инструменты

(каждой группы учащихся)

Лед

Вода

Одна литровая пластиковая бутылка

Прозрачная или белая пластиковая трубочка

Пластилин. 0,5 кг пластилина должно быть достаточно для изготовления **25—30** термометров

Две двухлитровые пластиковые бутылки с обрезанными горлышками

Ножницы или нож для обрезания горлышек двухлитровых пластиковых бутылок

Пищевой краситель (лучше красный, синий или зеленый, чем желтый)

Часы с секундной стрелкой

Метрическая линейка

Фломастер или ручка для разметки пластиковой трубочки

Описание изготовления термометра

Подготовка занятия

Сбор необходимых материалов.

Повторение принципов переноса тепла.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Ф

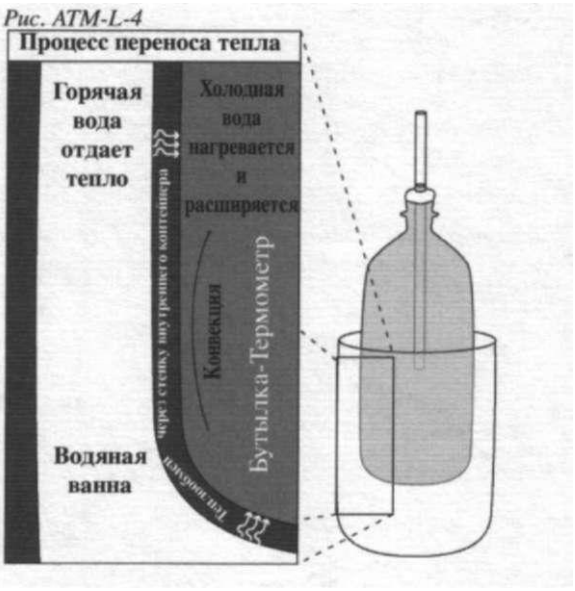
Предпосылки

Более подробную информацию о принципах функционирования термометров см. в подразделе *«Полевые атмосферные исследования»* раздела *«Приветствие»*.

Между термометром, изготовленным из пластиковой бутылки, и термометрами, используемыми для регистрации данных в рамках программы GLOBE, существуют определенные различия: используются различные жидкости, термометр из пластиковой бутылки не является замкнутой системой, и в нем не используется цифровая шкала.

В ходе этого занятия рассматриваются несколько научных принципов. Один из них — принцип температурного расширения и сжатия. Большинство веществ расширяются при нагреве и сжимаются при охлаждении. В диапазоне температур, используемом при проведении настоящего эксперимента, вода тоже расширяется при нагреве и сжимается при охлаждении. (Когда вода начинает замерзать, она снова расширяется.)

Рис. ATM-L-4



Вещества расширяются при нагреве потому, что их кинетическая энергия, или энергия движения, увеличивается с повышением температуры. Молекулы веществ перемещаются быстрее и отдалаются одна от другой, что приводит к расширению материала. Когда вещество охлаждается, расстояние перемещения молекул уменьшается и вещество сжимается.

В случае воды коэффициент расширения при нагреве довольно мал; поэтому большой объем воды расширяется лишь незначительно. Тем не менее, в связи с тем, что весь возникающий дополнительный объем воды направляется в трубочку небольшого диаметра, за этим расширением можно проследить.

Этот опыт позволяет также продемонстрировать перенос тепла посредством теплообмена. Теплообмен происходит, когда энергия передается от одной молекулы к другой при непосредственном соприкосновении поверхностей, например, когда нагревается металлическая ручка сковородки. Металлы хорошо проводят тепло. Дерево плохо проводит тепло. В ходе эксперимента теплая вода в наружном сосуде передает тепло посредством теплообмена, через пластиковую стенку литровой бутылки, воде, находящейся во внутреннем сосуде.

Несмотря на то, что перенос тепла посредством теплообмена может происходить в твердых веществах, жидкостях и газах, он наиболее эффективен в твердых веществах и жидкостях. В атмосфере молекулы воздуха контактируют с поверхностью земли и нагреваются посредством теплообмена. По мере накопления энергии этими молекулами плотность нагревающегося воздуха уменьшается, и он поднимается, т. е. вытесняется более холодным воздухом.

Конвекцией называется перемещение жидкостей и газов на относительно большие расстояния, приводящее к перераспределению тепла по всему объему. Обычным примером конвекции является кипение воды в кастрюле. В этом случае вода контактирует с днищем кастрюли (источником тепла), нагревается и становится менее плотной, чем вода в верхних слоях объема. Горячая вода поднимается, более холодная вода опускается и снова нагревается, контактируя с днищем кастрюли.

Подготовка

Следует разделить учащихся на группы по два или три человека. Ниже приводятся описания операций, выполнение которых поручается различным учащимся.

1-й учащийся — сборщик: подготовливает материалы и собирает термометр.

2-й учащийся — измеритель: отмеряет промежутки времени продолжительностью 2 минуты каждый и делает отметки на пластиковой трубочке, прослеживая перемещение в ней воды; измеряет длину заполненной водой части трубочки в конце эксперимента и сообщает полученные результаты; представляет классу доклад о результатах эксперимента.

3-й учащийся — регистратор: записывает результаты измерений и заносит полученные группой результаты в таблицу данных.

Приготовьте копии описания изготовления термометра и раздайте из всем группам учащихся.

Учитель должен подготовить материалы перед началом классного занятия. Если учащиеся

подразделяются на небольшие группы, им нужно дать предварительные поручения. Учащиеся должны принести с собой литровые и двухлитро¬вые пластиковые бутылки. Отведите примерно неделю на сбор необходимых материалов, если учащимся поручено принести бутылки. Перед проведением эксперимента в классе не забудьте проверить наличие всех необходимых материалов.

Убедитесь в том, что вы понимаете принципы переноса тепла (посредством теплообмена и конвекции) и температурного расширения и сжатия материалов. В ходе обсуждения полезно привести несколько различных примеров каждого из этих процессов. Может потребоваться повторное разъяснение учащимся методов измерения рассто¬яний в миллиметрах.

Лист данных группы учащихся (измерения в мм)

2 минуты	
4 минуты	
6 минут	
8 минут	
10 минут	

Лист данных класса

	Группа А	В	С	Б	Среднее
2 минуты					
4 минуты					
6 минут					
8 минут					
10 минут					

Проведение занятия

На этом занятии можно продемонстрировать изготовление термометра, но, вероятно, более эффективным будет самостоятельное изготовле¬ние термометров индивидуальными учащимися или группами учащихся. Приведенные ниже инструкции изложены также в *«Описании изготовления термометра»* **в** *Приложении,* **копии которого можно раздать учащимся.**

Приготовление термометра

1. **Заполните литровую пластиковую бутылку холодной водой из-под крана до самого края.**
2. **Добавьте в воду четыре капли пищевого красителя. Это упростит слежение за перемещением воды. Лучше всего исполь¬зовать синий, зеленый или красный краси¬тель.**
3. **Скатайте небольшой шарик из пластилина, диаметром примерно 25 мм. Затем раска¬тайте его так, чтобы образовалась цилинд¬рическая палочка пластилина, длиной и диаметром напоминающая карандаш. Расплющите эту палочку пластилина, чтобы получить толстую полоску. Оберни¬те пластиковую трубочку посередине этой полоской пластилина (см. рис. АТМ-Ь-5).**
4. **Поместите пластиковую трубочку в бутылку и закупорьте пластилином соединение между трубочкой и бутылкой. В пластилине не должно быть отверстий или щелей, которые позволили бы воде выте¬кать. Половина трубочки должна находить¬ся внутри бутылки, а другая половина — снаружи. Вожмите пластилиновую пробку в горлышко бутылки достаточно глубоко для того, чтобы заметное количество воды проникло в пластиковую трубочку и остановилась на уровне выше пробки (см. рис. АТМ-Ь-6).**

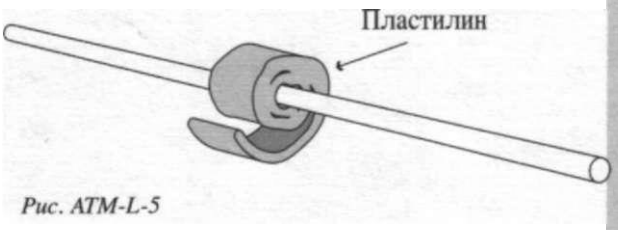


Рис. ATM-L-5

Эксперимент

1. **Поместите заполненную водой литровую бутылку (термометр, изготовленный из бутылки) в пластиковый контейнер, изготовленный из двухлитровой бутылки. Сделайте отметку на пластиковой трубочке в том месте, где находится уровень воды.**
2. **Заполните двухлитровый контейнер горячей водой из-под крана. Подождите две минуты. Отметьте уровень воды в пластиковой трубочке. Наносите метки каждые две минуты в течение десяти минут. По истечении десяти минут измерьте с помо¬щью линейки расстояние между каждыми двумя метками, начиная с первой метки,**

сделанной у основания выходящей из бутылки трубочки. Зарегистрируйте полученные значения на листе данных, используемом группой учащихся. Внимательно наблюдайте за изменениями. Отмечаете ли вы какие-либо изменения? Опишите то, что вы наблюдаете.

3. Поместите в наружный двухлитровый контейнер смесь воды со льдом.
4. Поместите бутылку-термометр в ледяную воду. Зарегистрируйте результаты ваших наблюдений.
5. Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в горячую воду? (Ответ: уровень воды повышается примерно на 4 см, если разница температур составляет 25 градусов по шкале Цельсия.) Почему это происходит?

   Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в холодную воду? (Ответ: уровень понижается.) Почему это происходит?
6. Чем, по вашему мнению, объясняется происходящее?

Рис. ATM-L-6

7. Исходя из вашего ответа на вопрос 6, как функционирует термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, используемый для измерения температуры в солнечный полдень по программе GLOBE?
8. Изменение каких двух других факторов может привести к изменению результатов эксперимента? (Возможные ответы: изменение количества воды, контакти¬рующей с термометром-бутылкой, темпера¬тура воды, размеры контейнера, диаметр трубочки.)
9. Постройте график зарегистрированных группой учащихся показаний на листе данных. По оси X (горизонтальной оси) откладывается время (в минутах), а по оси Y (вертикальной оси) откладываются результаты измерений расстояния от первоначальной метки на трубочке, нанесен¬ной до добавления горячей воды в контейнер, до следующих меток (в милли¬метрах). Не забудьте озаглавить свой график и записать наименования величин, измеряемых по двум осям координат, чтобы этот график был понятен другим.
10. Изобразите таблицу данных, полученных всем классом, на доске или на большом листе ватмана. Занесите данные в эту таблицу. Рассчитайте средние значения расстояний, на которые перемещалась вода в течение каждого двухминутного периода, на основе данных, полученных всем классом.
11. Занесите в таблицу полученные средние значения расстояний, на которые переме¬щалась вода. Не забудьте озаглавить эту новую строку таблицы. Чем отличается график результатов измерений, полученных вами, от графика, построенного на основе измерений, произведенных всем классом?
12. Разъясните значение графика. Что демон¬стрирует этот график? Можно ли сделать на его тоснове какие-либо выводы?
13. Почему перед тем, как делать выводы, иногда важно провести несколько однотип¬ных или повторных экспериментов?

Проблемы, которые могут возникнуть в ходе эксперимента

- Пластилиновая пробка может разгерме¬тизироваться, что приведет к утечке воды.
- Если литровая пластиковая бутылка не будет наполнена водой до самого края, для перемещения воды внутри пластиковой трубочки может потребоваться больше времени. В этом случае возможно, что вода вообще не будет перемещаться.

- **Разница температур между водой в литро¬ вой бутылке и водой в двухлитровой бутылке может оказаться недостаточной. Рекомендуется обеспечить разницу темпера¬ тур в 25 градусов по шкале Цельсия или больше. Если разница температур будет меньше, перемещение воды в пластиковой трубке может оказаться менее заметным. Для того, чтобы получить удовлетвори¬ тельные результаты, достаточно пользо¬ ваться горячей и холодной водой из-под крана.**
- **Учащиеся могут забыть отметить исходный уровень воды в пластиковой трубочке. Напомните им, что эта отметка должна быть сделана сразу после того, как литро¬ вая бутылка будет помещена в двухлитро¬ вую, перед добавлением горячей воды.**
- **Если перемещение достаточного коли¬ чества льда в классную комнату связано с трудностями, вы можете опустить эту часть эксперимента или продемонстрировать ее на примере одного термометра.**

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

Учащиеся младших классов. **Учащиеся младших классов могут изготовить самодельный термометр и наблюдать за перемещением воды в трубочке, не отмечая уровень воды каждые две минуты. Учитель может предварительно приготовить двухлитровый контейнер из бутылки с отрезанным горлышком.**

Учащиеся старших классов. **Учащиеся могут проверить воздействие других факторов, таких, как диаметр пластиковой трубочки, объем контейнера с горячей водой и размеры контейнеров, используемых при изготовлении термометров. Учащиеся могут проектировать собственные эксперименты, проводить их и представлять полученные ими результаты на рассмотрение класса. Они могут калибровать свои самодельные термометры с помощью стандартного термометра.**

Дальнейшие исследования

1. **Пользуясь стандартным термометром, измерьте температуру воды внутри термо¬ метра-бутылки и сравните ее с температу¬ рой воды в наружном контейнере. Изменя¬ ется ли расстояние, на которое перемеща¬ ется вода в пластиковой трубке, в зависи¬ мости от разницы температур во внутренней и наружной бутылках? Проведите эксперимент, зарегистрируйте результаты и представьте их на рассмотрение класса.**
2. **Зависит ли функционирование термометра от размеров используемых контейнеров? Спроектируйте эксперимент, позволяющий проверить эту гипотезу, проведите экспери¬ мент и подготовьте таблицу, демонстри¬ рующую полученные результаты.**
3. **Зайдите в библиотеку и выясните, какие материалы используются при изготовлении различных термометров. Не забудьте выяснить различные принципы, на основе которых функционируют термометры различных типов. Сообщите найденную вами информацию классу.**
4. **Позвоните на местную метеорологическую станцию, на телевизионную станцию или на радиостанцию и спросите, какого типа термометры ими используются. Совершите поездку на метеорологическую станцию. Сделайте фотографии и выставьте их на стенде в классе.**
5. **Изготовьте термометры, используя пласти¬ ковые трубки различных диаметров и понаблюдайте за изменениями процесса. Что, по вашему мнению, вызывает наблю¬ даемые изменения? Влияют ли те же факторы на конструкцию настоящих термометров?**
6. **Выясните, каким образом ученые регистри¬ руют температуру морской воды на различ¬ ных глубинах. На карте океана покажите среднюю температуру воды. Приготовьте таблицу и продемонстрируйте ее классу.**

Оценка усвоения материала учащимися

Учащиеся должны быть способны отвечать на вопросы, задаваемые в ходе эксперимента, и записывать свои ответы. Кроме того, они должны быть способны объяснять принципы функциониро¬ вания термометра во время классных занятий или викторин.

Скопируйте и раздайте учащимся

Описание изготовления термометра

Цель занятия

Разъяснение принципов и причин функционирования жидкостного стеклянного термометра,

Краткое описание

Учащиеся изготовляют термометр из пластиковой бутылки, сходный по своей конструкции с термометрами, устанавливаемыми в укрытиях для приборов в рамках программы GLOBE. Тем не менее, между этими термометрами существуют различия. В термометрах обоих типов используются жидкости, но это разные жидкости. Знаете ли вы, какая жидкость используется в стандартном термометре, используемом в рамках программы GLOBE? Кроме того, на самодельном термометре нет градусной шкалы. Но приниципы функционирования обоих термометров одинаковы.

Термометр, используемый вами для измерения температуры воздуха, так же, как и самодельный термометр, функционирует на основе принципа расширения и сжатия веществ, происходящего при изменении температуры.

Самодельный термометр позволяет также продемонстрировать принцип переноса тепла. Когда горячий объект соприкасается с холодным, тепло переносится из горячего объекта в холодный посредством теплообмена. Например, зимой, положив руку без перчатки на крыло автомобиля, вы передаете тепло руки крылу автомобиля посредством теплообмена.

Как правило, работа выполняется коллективно. Изготовлением термометра и проведением эксперимента с ним также занимается группа учащихся, выполняющих различные функции.

- **1-й учащийся — сборщик: подготовливает материалы и собирает термометр.**
- **2-й учащийся — измеритель: отмеряет промежутки времени продолжительностью 2 минуты каждый и делает отметки на пластиковой трубочке, прослеживая перемещение в ней воды; измеряет длину заполненной водой части трубочки в конце эксперимента и сообщает полученные результаты; представляет классу доклад о результатах эксперимента.**
- **3-й учащийся — регистратор: записывает результаты измерений и заносит полученные группой результаты в таблицу данных.**

Материалы и инструменты

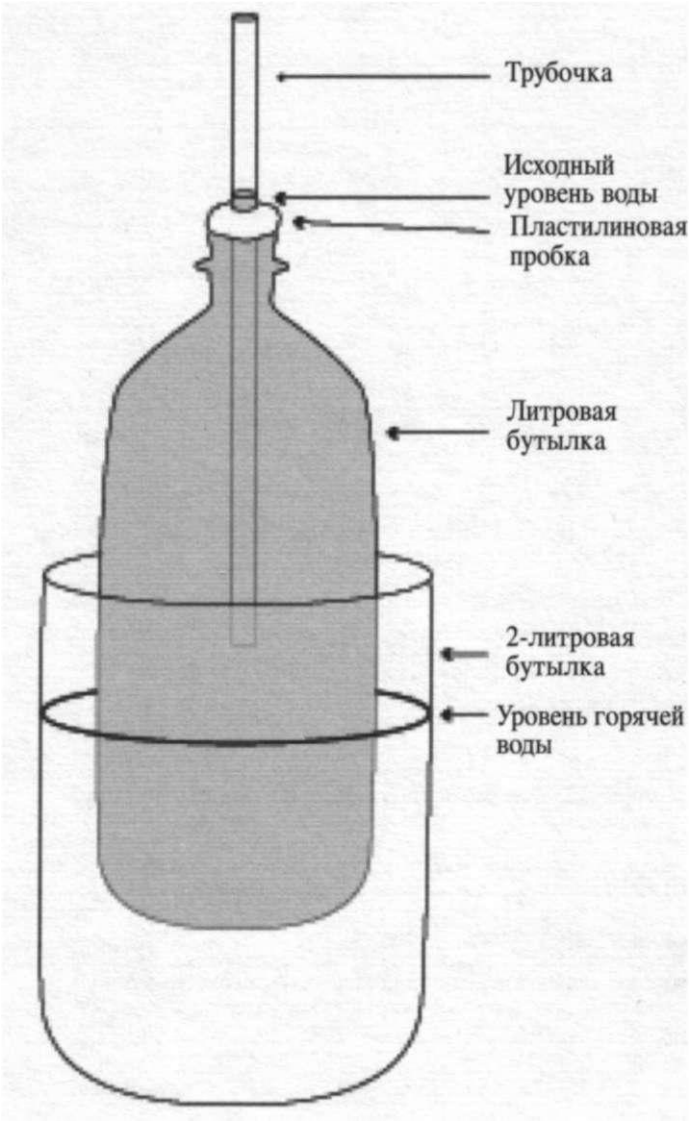
(каждой группы учащихся)

Лед
Вода
Одна литровая пластиковая бутылка
Прозрачная или белая пластиковая трубочка
Пластилин (шарик диаметром примерно 25 мм)
Две двухлитровые пластиковые бутылки с обрезанными горлышками
Ножницы или нож для обрезки горлышек двухлитровых пластиковых бутылок
Пищевой краситель (лучше красный, синий или зеленый, чем желтый)
Часы с секундной стрелкой
Метрическая линейка
Фломастер или ручка для разметки пластиковой трубочки

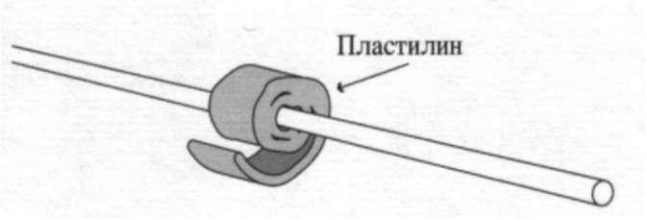
Скопируйте и раздайте учащимся

Изготовление термометра

1. Заполните литровую пластиковую бутылку холодной водой из-под крана до самого края.
2. Добавьте в воду четыре капли пищевого красителя. Это упростит наблюдение за перемещением воды. Лучше всего использовать синий, зеленый или красный краситель.



3. Скатайте небольшой щарик из пластилина, диаметром примерно 25 мм. Затем раскатайте его так, чтобы образовалась цилиндрическая палочка пластилина, длиной и диаметром напоминающая карандаш. Расплющите эту палочку пластилина, чтобы получить толстую полоску. Оберните пласти¬ ковую трубочку посередине этой полоской пластилина.
4. Поместите пластиковую трубочку в бутылку и закупорьте пластили¬ ном соединение между трубочкой и бутылкой. В пластилине не должно быть отверстий или щелей, которые позволили бы воде вытекать. Половина трубочки должна находиться внутри бутылки, а другая половина — снаружи. Вожмите пластилиновую пробку в горлышко бутылки достаточно глубоко для того, чтобы заметное количество воды проникло в пластиковую трубочку и остановилась на уровне выше пробки.



Эксперимент

1. Поместите заполненную водой литровую бутылку (термометр, изготовленный из бутылки) в пластиковый контейнер, изготовленный из двухлитровой бутылки. Сделайте отметку на пласти¬ ковой трубочке в том месте, где находится уровень воды.
2. Заполните двухлитровый контейнер горячей водой из-под крана. Подождите две минуты. Отметьте уровень воды в пластиковой трубочке. Наносите метки каждые две минуты в течение десяти минут. По окончании десяти минут измерьте с помощью линейки расстояние между каждыми двумя метками, начиная с первой метки, сделанной у основания выходящей из бутылки трубочки. Зарегистрируйте полученные значения на листе данных, приведенном на следующих страницах.

Скопируйте и раздайте учащимся

Лист данных группы учащихся

Время	*Результаты измерений в миллиметрах*
2 минуты	
4 минуты	
6 минут	
8 минут	
10 минут	

Внимательно наблюдайте за изменениями. Отмечаете ли вы какие-либо изменения? Опишите то, что вы наблюдаете.

3. **Поместите в наружный двухлитровый контейнер смесь воды со льдом.**
4. **Поместите бутылку-термометр в ледяную воду. Зарегистрируйте результаты ваших наблюдений.**

5. **Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в горячую воду?**

Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в холодную воду?

6. **Чем, по вашему мнению, объясняется происходящее?**

Скопируйте и раздайте учащимся

7. **Исходя из вашего ответа на вопрос 6, объясните, как функционирует термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, используемый для измерения температуры в солнечный полдень по программе GLOBE?**

8. **Изменение каких двух других факторов может привести к изменению результатов эксперимента? (Возможные ответы: изменение количества воды, контактирующей с термометром-бутылкой, температура воды, размеры контейнера, диаметр трубочки.)**

9. **Постройте график зарегистрированных группой учащихся показаний на листе данных. По оси X (горизонтальной оси) откладывается время (в минутах), а по оси У (вертикальной оси) откладываются результаты измерений расстояния от первоначальной метки на трубочке, нанесенной до добавления горячей воды в контейнер, до следующих меток (в миллиметрах). Не забудьте озаглавить свой график и записать наименования величин, измеряемых по двум осям координат, чтобы этот график был понятен другим.**

10. **Изобразите таблицу данных, полученных всем классом, на доске или на большом листе ватмана. Занесите данные в эту таблицу. Рассчитайте средние значения расстояний, на которые перемещалась вода в течение каждого двухминутного периода, на основе данных, полученных всем классом.**

П. **Занесите в таблицу полученные средние значения расстояний, на которые перемещалась вода. Не забудьте озаглавить эту новую строку таблицы. Чем отличается график результатов измерений, полученных вами, от графика, построенного на основе измерений, произведенных всем классом?**

12 **Разъясните значение графика. Что демонстрирует этот график? Можно ли сделать какие-либо выводы на его основе?**

13. **Почему перед тем, как делать выводы, иногда важно провести несколько однотипных или повторных экспериментов?**

Земля, вода и воздух

Цель занятия

Учащиеся понимают, что земля и вода нагреваются и охлаждаются с различной скоростью, и что нагрев воздуха над землей и водой зависит от свойств почвы и воды.

Краткое описание

Учащиеся измеряют изменения температуры в почве, воде и воздухе по мере их нагрева Солнцем.

Продолжительность

Всего от трех до четырех часов; затраты времени на выполнение практических заданий: от одного до двух часов.

Уровень подготовки

Промежуточный (средний) и высокий уровень.

Основные концепции

Различные вещества, такие, как почва, вода и воздух, передают энергию и тепло с различной скоростью.

Навыки

Проектирование и *проведение* эксперимента

Измерение и *регистрация* результатов

Организация данных в табличном формате

Построение графиков

Эффективное *сотрудничество* в группах

Материалы и инструменты

(группы учащихся)

Два пластиковых ведра высотой как минимум 30 см

Сантиметровая линейка

Шесть термометров

Материалы для подвески термометров над ведрами, например, прочная нитка и штыри

Подготовка занятия

Выберите участок на открытом воздухе, где будет проводиться эксперимент. (Это занятие можно проводить и в посещении, заменив солнечный свет сильным искусственным источником света.) Наилучшие результаты удается получить в солнечный, теплый день. Разделите учащихся на небольшие рабочие группы. Можно предварительно про-демонстрировать проведение эксперимента с тем, чтобы учащиеся поняли, какие операции следует выполнять.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Одна из важных причин, которыми объясняется разнообразие погодных условий на Земле, заключается в том, что земля и вода нагреваются и охлаждаются с различной скоростью.

Например, послеполуденные грозы во Флориде часто начинаются в связи с тем, что в дневное время поверхность земли нагревается быстрее воды. (Для того, чтобы лучше понять эти процессы, учащиеся должны выяснить, какие причины вызывают возникновение морских бризов.) В тех частях света, где наблюдаются муссоны (системы ветров, направление движения которых изменяется сезонно), дождливый сезон муссонов отличается перемежающимися периодами активной (дождливой) и пассивной (ясной) погоды, в зависимости от влажности или сухости поверхности земли.

Возможно, что учащиеся наблюдали разницу в скорости нагрева и охлаждения земли и воды, если им приходилось забегать в воду с пляжа в теплый солнечный день после полудня. Они, наверное, помнят, какой горячей казалась поверхность берега и какой прохладной и освежающей была вода. Если они находились на пляже во время захода Солнца и заходили босиком в воду, они, скорее всего, помнят, что поверхность берега была прохладной, тогда как вода казалась теплой. Учащиеся могут изучить различия характеристик воды и земли, проведя простой эксперимент.

Подготовка и проведение занятия

Заполните одно ведро почвой примерно на 15 сантиметров. Заполните другое ведро прохладной водой (например, водой из-под крана, установленного с наружной стороны здания) примерно до того же уровня. Установите оба ведра на солнечном месте. В каждом ведре подвесьте термометры — один на высоте 1 см над поверхностью содержимого, другой на глубине 1 см под поверхностью, и третий на глубине 8 см под поверхностью. Постарайтесь разместить термометры так, чтобы солнечный свет не падал непосредственно на измерительный конец стеклянной трубки термометра. Подождите, чтобы температура стабилизировалась. Зарегистрируйте показания термометров.

Считывайте показания каждого из термометров через каждые две минуты в течение 20 минут. Затем зарегистрируйте показания термометров через один, два и три часа.

Вопросы для обсуждения

Стала ли почва теплее на глубине 1 см после того, как ведра постояли на солнечном месте три часа? Стала ли поверхностная температура воды выше через три часа? Почему?

Что нагрелось быстрее на глубине 8 см — почва или вода? Какие выводы учащиеся могут сделать на основе результатов этого эксперимента?

Поверхность почвы должна нагреваться значительно быстрее поверхности воды (на глубине 1 см). С другой стороны, после трех часов нагрева солнечным излучением вода окажется более теплой на глубине 8 см, чем почва на глубине 8 см. Температура, зарегистрированная на высоте 1 см над поверхностью почвы, должна быть выше температуры, зарегистрированной над водой.

Молекулы жидкости (воды) перемещаются гораздо свободнее, чем молекулы веществ, из которых состоит почва. Поэтому тепло распределяется в воде по большему объему, чем в почве. Вот почему после трехчасового нагрева солнечным излучением вода в ведре теплее на глубине 8 см, чем почва на той же глубине. После захода Солнца тепло, поглощенное почвой, быстро переносится в воздух, и поверхность земли быстро охлаждается. Тем не менее, хотя вода нагревается быстрее земли, уже нагревшаяся вода остывает медленнее. Если учащиеся повторят свои измерения через несколько часов после захода Солнца, они обнаружат, что температура воды на глубине 1 см выше, чем температура почвы на той же глубине.

Наблюдения облаков

Цель занятия

Наблюдение за облаками и погодными условиями, установление взаимосвязей между характеристиками облаков и погодой.

Краткое описание

Учащиеся наблюдают облака в течение пяти дней и определяют взаимосвязь между характеристиками облаков и погодными условиями.

Продолжительность

Десять минут в день в течение пяти дней; возможно, что обсуждение результатов в классе может занять еще 30 минут.

Уровень подготовки

Любой.

Основные концепции

Взаимосвязь между характеристиками облаков, их изменениями и погодными условиями

Навыки

Систематические *наблюдения* в течение определенного периода времени

Корреляция одного наблюдаемого явления с другим

Материалы и инструменты

Научные дневники участников программы GLOBE и таблица облачности.

Подготовка занятия

Разделите учащихся на небольшие рабочие группы. Обсудите методы регистрации результатов их наблюдений в научных дневниках участников программы GLOBE.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Подготовка и проведение занятия

В течение пяти дней учащиеся должны внимательно наблюдать за облаками и записывать результаты своих наблюдений. Если им еще не известны наименования категорий облаков, они могут давать свои собственные описания внешнего вида облаков. Лучше всего вести такие наблюдения три раза в сутки: утром (по пути в школу), сразу после полудня (во время перерыва на ленч) и вечером (на пути домой из школы). Точное время наблюдений не имеет критического значения, хотя было бы полезно производить наблюдения примерно в одно и то же время дня каждый день. (Например, утренние наблюдения рекомендуется проводить примерно в 8 часов утра каждый день, а не в 7 часов утра в один день, но в 10 часов утра на следующий день. Это же относится к полуденным и вечерним наблюдениям.)

В конце каждого дня учащиеся должны также регистрировать погодные условия, наблю-давшиеся за прошедшие сутки. Шел ли дождь утром, было ли небо ясным в полдень? Продолжался ли снег весь день? Наблюдался ли сильный ветер? Ощущалась ли высокая влажность? Учащиеся не обязаны давать количественные значения погодных характе-ристик (т. е. они не дожны делать записи типа «выпало 21 мм дождевых осадков» или «относительная влажность составляла 79%»), но они должны описывать погодные условия настолько подробно и ясно, насколько это возможно.

По мере регистрации наблюдаемых ими характеристик облаков и погодных условий, учащиеся должны выявлять заметные закономерности. Например, следует ли обычно послеполуденная гроза за появлением перистых (тонких, растянутых) облаков по утрам? Выпадают ли осадки при появлении небольших всклокоченных (кучевых) облаков?

После того, как такая регистрация характеристик облаков и погодных условий будет продолжаться в течение недели, попросите учащихся попробовать предсказать завтрашнюю погоду на основании сделанных ими наблюдений. Попросите их объяснить основания, на которых они делают такие предсказания. Они смогут оценить, насколько трудно составить правильный проноз погоды!

Лист регистрации данных

Определение типа облаков

Глоссарий

Листы ввода данных программы GLOBE в сети Web

Атмосферные исследования
Рабочий лист данных

Наименование школы

Имена, фамилии наблюдателей

Метод измерения pH: • лакмусовая бумага • измерительная ручка • прибор

	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Дата							
Всемирное время							
Имена наблюдателей							

Тип облаков (отметьте все наблюдавшиеся типы)

Перистые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Перисто-кучевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Перисто-слоистые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Высокослоистые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Высококучевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Слоистые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Слоисто-кучевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Слоисто-дождевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Кучевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Кучеводождевые	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒

Категории облачного покрова (отметьте одну)

Ясная погода	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Рассеянные облака	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Разорванные облака	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Сплошная облачность	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒

Дождевые осадки

Кол-во суток (время накопления дождя)							
Показания дождемера (мм воды)*							

** Не забывайте:*

Регистрировать значение 0.0, если дождевых осадков или снега не было.

Регистрировать букву «М», если измерения в течение соответствующих суток не производились.

Регистрировать букву «Т», если замечалось следовое количество (менее 0,5 мм) дождевых осадков или снега.

Атмосферные исследования: лист регистрации данных (продолжение)

	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Дата							
Всемирное время							
Имена наблюдателей							

Твердофазные осадки (снег)

Общая глубина снега на земле (мм)							
Кол-во суток: время накопления снега (мм)							
Глубина снега на снегомере (мм)*							
Суточный жидкостный эквивалент количества нового снега (мм)							

Кислотность (pH) осадков

pH дождевой воды или талого снега							

Максимальная, минимальная или текущая температура

Текущая температура воздуха (°C)							
Макс. температура возд. за сутки (°C)							
Мин. температура возд. за сутки (°C)							

Примечания (описание необычных условий)

** Не забывайте:*

Регистрировать значение 0.0, если дождевых осадков или снега не было.

Регистрировать букву «М», если измерения в течение соответствующих суток не производились.

Регистрировать букву «Т», если замечалось следовое количество (менее 0,5 мм) дождевых осадков или снега.

Определение типа облаков

При описании различных типов облаков используются пять основных терминов:

ПЕРИСТЫЕ — очень высокие облака;

ВЫСОКИЕ — облака средней высоты;

КУЧЕВЫЕ — белые «всклокоченные» или «пушистые» облака;

СЛОИСТЫЕ — широкие плоские облака, расслоенные на несколько уровней;

ДОЖДЕВЫЕ— облака, из которых выпадают осадки.

Облака, наблюдаемые в вашем районе, следует отнести к одной из следующих десяти категорий.

Очень высокие облака

Перистые облака

Эти облака напоминают изящные белые перья. Они, как правило, имеют растянутую форму с частыми просветами. Эти облака состоят из кристаллов льда.

Перисто-кучевые облака

Эти облака выглядят, как тонкие белые слои, текстура которых напоминает обрывки ваты или рябь без теней. Они состоят в основном из кристаллов льда и, вероятно, некоторого количества капель очень холодной воды.

Перисто-слоистые облака

Тонкие, почти прозрачные облака, белесый слой которых состоит из ледяных кристаллов. Они могут полностью или частично покрывать небо и приводят иногда к возникновению гало вокруг Солнца.

Облака средней высоты

Высокослоистые облака

Оти облака формируют синеватую или сероватую завесу, полностью или частично покрывающую небо. Солнце просвечивает через эти облака, но они не создают эффекта гало.

Высококучевые облака

Эти облака выглядят, как морские волны, окрашенные в белый и серый цвета с тенями. Они состоят в основном из капель воды и, возможно, некоторого количества кристаллов льда.

Низкие облака

Слоистые облака

Серые облака, находящиеся очень близко к поверхности Земли. Как правило, они выглядят, как сплошная пелена, но иногда бывают и разорванными. Из этих облаков редко выпадают осадки.

Слоисто-кучевые облака

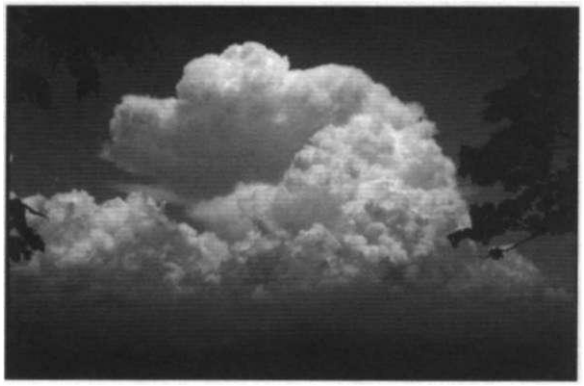
Облака серого или белесого цвета. Основания этих облаков обычно скорее округлые, чем плоские. Эти облака могут формироваться из старых слоистых облаков или из рассеивающихся кучевых облаков. Верхняя часть этих облаков по преимуществу уплощенная.

Слоисто-дождевые облака

Очень темный, окрашенный в серый цвет слой облаков, полностью закрывающий Солнце. Появление этих массивных облаков сопровождается постоянным выпадением осадков.

Кучевые облака

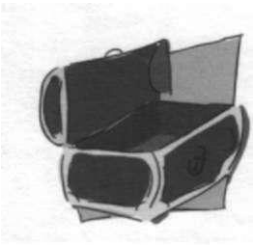
Облака с плоским основанием и плотной, холмообразной верхней частью, напоминающей по форме оргомный кочан цветной капусты. Освещенные Солнцем части этих облаков окрашены в очень яркий белый цвет. Основание, как правило, имеет более темный серый оттенок. Как правило, появление этих облаков не сопровождается выпадением осадков.



Кучеводождевые облака

Большие, тяжелые и плотные облака, как правило, с плоской темной поверхностью и очень высокими и большими верхними частями в форме массивной горы или наковальни. Появление этих облаков обычно сопровождается молниями, громом, а иногда и градом. Время от времени в сочетании с этими облаками наблюдаются торнадо.

Глоссарий



Аэрозоли
: Мельчайшие капли жидкости или твердые частицы, рассеянные или взвешенные в воздухе. Этот термин не применяется по отношению к дождевым каплям, каплям, образующим облака, или кристаллам льда.

Жидкие осадки
: Дождь и морось.

Жидкостный эквивалент (количества твердофазных осадков)
: Содержание жидкости в образце твердофазных осадков, определяемое после таяния образца посредством измерения результирующего количества воды.

Кислотные осадки
: Дождь или снег с показателем pH меньше 5,6; значение pH, равное 5,6, характерно для естественной кислотности дождя и снега и соответствует равновесию кислотности между водой и двуокисью углерода в атмосфере.

Облако
: Содержащаяся в атмосфере сконденсировавшаяся вода, видимая невооруженным глазом. Облака могут состоять из капель воды или кристаллов льда. Кроме того, облака могут включать аэрозоли или твердые частицы, содержащиеся в промышленных газообразных отходах, дыме и пыли.

Очень высокие (перистые) облака
: Облака, формирующиеся на высоте более **6000 м и** состоящие **в** основном из кристаллов льда.

Максимальная температура
: Самая высокая температура, зарегистрированная со времени последнего считывания показаний и сброса показаний термометра.

Мениск
: Поверхность жидкости, содержащейся в тонкой трубке, изогнутая в связи с прилипанием жидкости к внутренней поверхности трубки.

Местный солнечный полдень
: «Солнечный полдень» — термин, используемый в настоящем руководстве для учителей и обозначающий время, когда Солнце достигает самой высокой точки на небосводе в течение дня, по времени точно посередине между восходом и закатом.

Минимальная температура
: Самая низкая температура, зарегистрированная со времени последнего считывания показаний и сброса показаний термометра.

Низкие облака
: Облака, формирующиеся на высоте менее **2000 м, в** основном состоящие **из** жидкой воды, но иногда включающие также снег и частицы льда.

Облака средней высоты
: Облака, состоящие в основном из жидкой воды. Основание этих облаков может находиться на высоте от **2000 м** до **6000** м.

Осадки
: Частицы жидкой или твердой воды в любой форме, выпадающие из атмосферы и достигающие поверхности Земли.

Плотность облачного покрова
: Выраженная в процентах часть площади неба, покрытая облаками.

Текущая температура
: Температура, регистрируемая в момент считывания показаний термометра.

Температура воздуха
: Мера нагрева или охлаждения воздуха.

Твердофазные осадки
: Снег, ледяной град, град, кристаллы льда и, в случае измерения количества осадков, гололед.

Атмосферные исследования (перевод страницы в сети Web)

Лист ввода данных атмосферных исследований

Наименование школы

Время проведения измерений

Год [ ] **Месяц** [выбрать] **День** [ ] **Час** [ ] **Всемирное врем**

Текущее время: 18 июня 1997 г., 20:00 часов (всемирное время)

Имя узла: [ ]

Введите уникальное имя вашего узла в сети weD

Введите максимальное возможное количество информации. Если вы получите дополнительные данные нажмите • (кнопку ввода), и вызовите окно редактирования "Edit a Study Site".

Источник данных ○ **GPS** ○ **Другой источник**

Широта [ ] **гр.** [ ] **мин.** ○ **северн.** ○ **южн.** широты

Введите данные в формате "56 гр. 12.84 мин." **и отметьте**, "северной" или "южной" широты.

Долгота [ ] **гр.** [ ] **мин.** ○ **вост.** ○ **зап.** долготы

Введите данные в формате "102 гр. 43.90 мин." **и отметьте**, "восточной" или "западной" долготы.

Высота [ ] метров над уровнем моря

Расстояние от участка до ближайшего здания или дерева [ ] метров

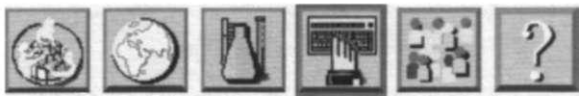
Высота ближайшего здания или дерева [ ] метров

Характер поверхности ○ асфальт ○ голая земля ○ короткая трава (< 10 см) ○ высокая трава (> 10 см)

Введите наиболее подробный код MUC [ ] (по модифицированной классификации ЮНЕСКО)

Введите имя MUC [ ]

[Послать] [Стереть]



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

Наименование школы

Время проведения измерений

Год [ ] **Месяц** [выбрать] **День** [ ] **Час** [ ] **Всемирное время**

Текущее время:1 19 июня 1997 г., 16:00 часов (всемирное время)

Расположение участка [02OUTSIDE]

Вводите только данные, полученные в указанное время и на указанном участке.

Наблюдения облаков

Плотность облачного покрова

○ ясно ○ рассеянн. ○ разорв. ○ сплошной

Тип(ы) облаков

Очень высокие ☐ перистые ☐ перисто-кучевые ☐ перисто-слоистые
Средней высоты ☐ высокослоистые ☐ высококучевые
Низкие облака ☐ кучевые ☐ слоисто-дождевые ☐ слоистые ☐ слоисто-кучевые ☐ кучеводождевые

Примечания:

Температура воздуха

Текущая температура [ ] градусов по шкале Цельсия
Макс, суточная температура [ ] градусов по шкале Цельсия
Мин. суточная температура [ ] градусов по шкале Цельсия

Примечания:

Осадки

Введите количество жидких или твердофазных осадков.
Вводите «Т», если наблюдалось следовое количество осадков.
Вводите «М», если измерения не производились.

ЖИДКИЕ ОСАДКИ

Кол-во дождя [ ] **мм за** [1] суток
pH дождя [ ] **измерялся** [выбрать]
Примечания:

ТВЕРДОФАЗНЫЕ ОСАДКИ

Общая глубина снега [ ] **мм**
Суточная глубина снега [ ] **мм за** [1] суток
Жидкостный эквивалент [ ] **мм**
pH снега **измерялся** [выбрать]
Примечания:

[Послать] [Стереть]

NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder,Colorado

Наименование школы

Время проведения измерений

Год ☐ **Месяц** выбрать **День** ☐ **Час** ☐ **Всемирное время**

Текущее время: 18 июня 1997 г., 20:00 часов
(всемирноевсемирное время)

Расположение участка 02OUTSIDE

ПЛОТНОСТЬ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА

О ясно О рассеянн. О разорв.О сплошной

ТИП ОБЛАКОВ

Низкие облака

П Кучевые

П СОооспстоидожееие е

• Слоистые

п Слоисто-кучевые

« Кучеводождевые

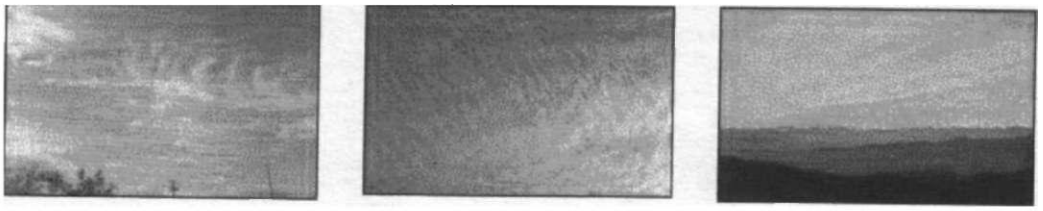
Облака средней высоты

☐ **Высокослоистые**

☐ **Высококучевые**

Очень высокие облака

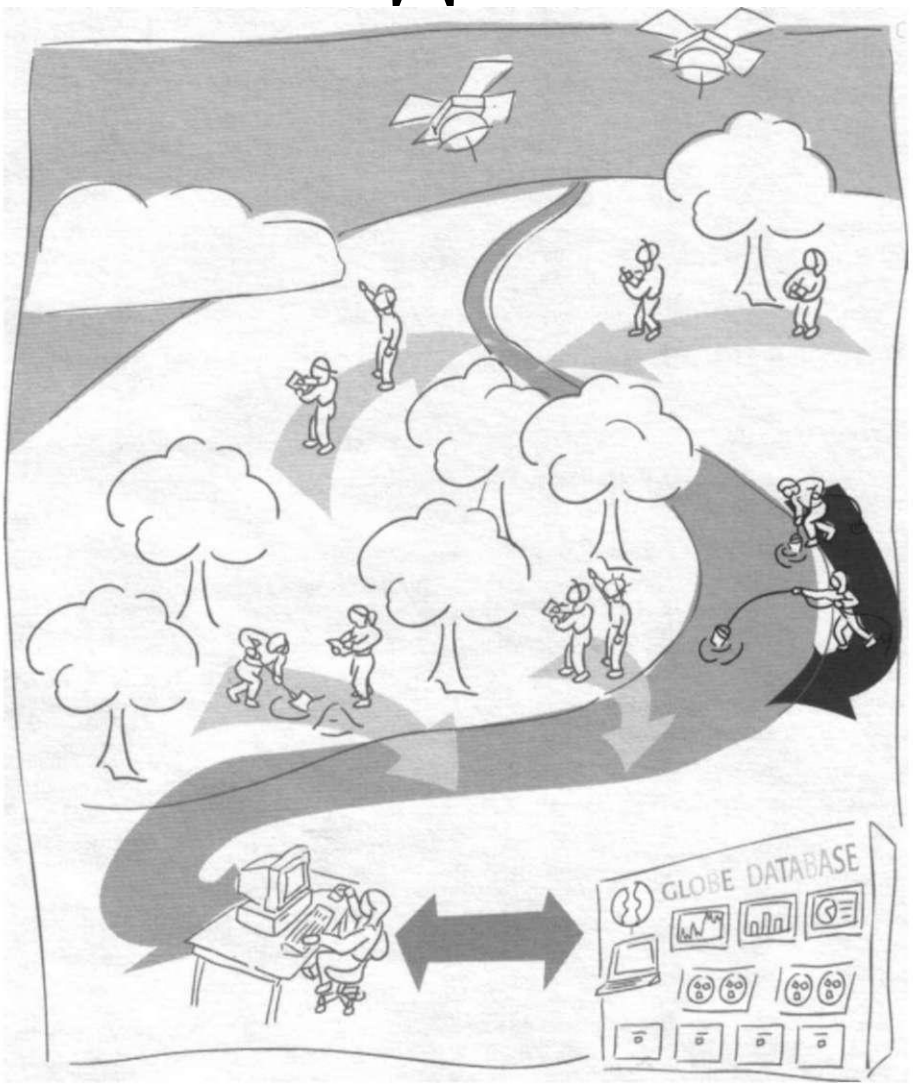
Перистые **Перисто-кучевые** **Перисто-слоистые**



Примечания:

NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder,Colorado

Гидрологические исследования



Программа GLOBE
Учебное исследование

Гидрологические исследования: краткий обзор

Практические работы

Еженедельно измеряемые параметры

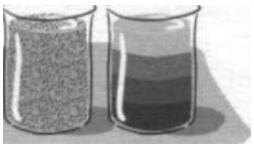
Прозрачность воды
Температура воды
Содержание растворенного кислорода
Кислотность (pH)
Удельная электропроводность
Соленость
Щелочность
Содержание нитратов

Предлагаемая последовательность проведения занятий

Прочтите письмо ученого перед проведением полевых занятий.

Занятие *«Прогулка у воды»* позволяет заложить основу для привлечения интереса к свойствам и химическому составу воды.

Занятие *«Моделирование водосборного бассейна»* позволяет рассмотреть крупным планом изучаемый учащимися водосборный бассейн и определить, как участок гидрологических исследований соотносится с местным водосборным бассейном.



«Подготовка к выполнению практических работ» позволяет учащимся приобрести навыки использования приборов и выполнения практических работ, обеспечивающие сбор надежных данных.

Начало отбора полевых образцов: класс проводит занятие на участке исследований и начинает выполнение еженедельных измерений параметров воды.

Проведение следующих учебных занятий позволяет сосредоточить внимание учащихся на основных научных концепциях.

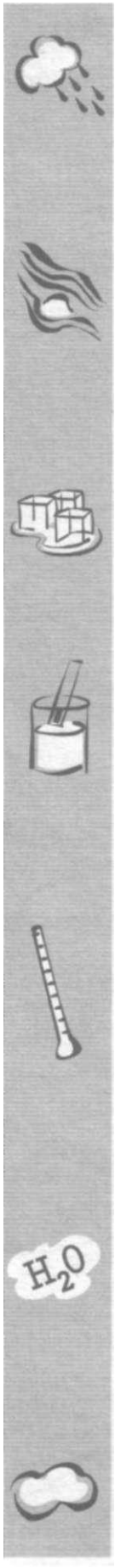
Занятия *«Детективы-гидрологи»* и *«Игра в pH»* позволяют учащимся познакомиться с основными переменными параметрами химического состава воды' и приборами, которые необходимы для выполнения определенных измерений.

Занятие *«Повсюду вода! (Сравнительный анализ)»* дает учащимся возможность познакомиться с методами анализа закономерностей, выявляемых на основе собранных ими данных, и сравнения полученных ими данных с данными, собранными учащимися других школ. Это занятие проводится многократно и периодически повторяется по мере накопления данных.

Занятие *«Моделирование водяного баланса»* знакомит учащихся с методами моделирования на основе собранных ими данных.

Занятие *«Открытие макрофауны беспозвоночных»* позволяет изучить взаимосвязь между измеренными характеристиками воды и обитающими в воде беспозвоночными. Это занятие проводится многократно и периодически повторяется по мере изменения условий окружающей среды.

После проведения занятий учащиеся начинают связывать гидрологические данные с другими данными, зарегистрированными в рамках программы GLOBE.



Содержание

Гидрологические исследования: приветствие

Письмо ученых учащимся Приветствие-5

Познакомьтесь: д-р Бэйлс и д-р Конклин Приветствие-6

Введение

Крупным планом Введение-1

Подготовка к полевым занятиям Введение-6

Обзор учебных занятий Введение-7

Цели обучения Введение-7

Оценка успехов учащихся Введение-8

Практические работы

Порядок выполнения гидрологических исследований .. Практические работы-2

Сбор образцов ВОДЫ ..... Практические работы-5

Определение прозрачности ВОДЫ ..... Практические работы-7

Измерение температуры ВОДЫ ..... Практические работы-11

Измерение содержания растворенного кислорода .... Практические работы-14

Определение кислотности (pH) ..... Практические работы-18

Измерение удельной Электропроводности ..... Практические работы-23

Определение солености ..... Практические работы-26

Титрование солености

(дополнительная практическая работа) ..... Практические работы-33

Определение щелочности ..... Практические работы-36

Измерение содержания нитратов ..... Практические работы-38

Учебные занятия

Прогулка у ВОДЫ ..... Учебные занятия-2

Моделирование ВОДОСборнОГО бассейна ..... Учебные занятия-5

ДетекТИВЫ-ГИДрОЛОГИ ..... Учебные занятия-8

Игра В рН ..... Учебные занятия-12

Подготовка К выполнению практических работ ..... Учебные занятия-16

ПОВСЮДУ ВОДа! ..... Учебные занятия-25

Открытие макрофауны беСПОзВОнОчныХ ..... Учебные занятия-41

МОДелирОВание ВОДЯНОГО баланса ..... Учебные занятия-56

Приложение

Рабочий лист регистрации Данных Приложение-2

Рабочий лист калибровочных Данных Приложение-4

ОСНОВЫ контурного картографирования Приложение-5

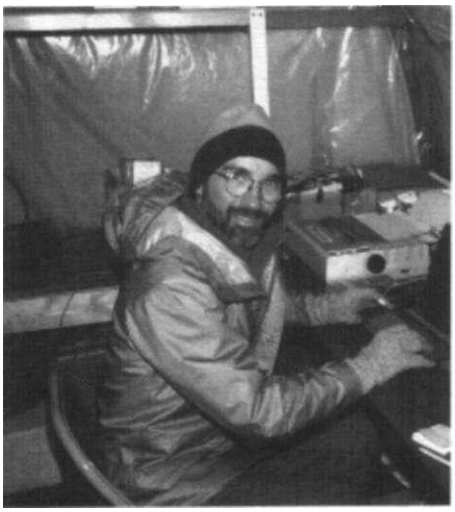
Графики Приложение-6

Глоссарий Приложение-18

Листы ВВОДа Данных программы GLOBE В сети Web Приложение-23

Скопируйте и раздайте учащимся

Письмо ученых учащимся



Дорогие учащиеся-участники программы GLOBE!

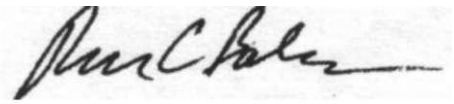
Мы, ведущие научные специалисты программы GLOBE в областях гидрологии и гидрохимии, приветствуем новых участников научной программы, помогающей заполнить важнейший пробел в наших знаниях о Земле.

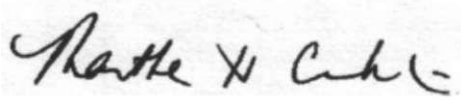
Гидрологи изучают воду, которая является одним из жизненно важных ресурсов нашей планеты. Вода необходима всем живым существам. Вы и учащиеся других школ из разных стран мира будете производить измерения различных характеристик воды, которые позволят создать базу гидрологических данных, превосходящую по объему все имеющиеся подобные базы данных. Программа GLOBE позволит одновременно получить образцы воды из большего количества водоемов, чем когда-либо раньше. Мы надеемся, что вас заинтересует возможность выполнения таких исследований, помо-гающих решать важнейшие проблемы во всепланетном масштабе.

Измеряя характеристики, позволяющие определить качество воды на вашем участке исследований, вы многое узнаете о воде как о существенном элементе локальной окружающей среды и о том, как ее свойства изменяются на протяжении года.

Мы чрезвычайно заинтересованы в получении ваших данных и рады возможности использовать эти данные с тем, чтобы ответить на вопросы, относящиеся к глобальным и локальным водным ресурсам. Поэтому, пожалуйста, не забывайте о нас. По мере накопления данных вы услышите от нас предположения, относящиеся к их интерпретации. Мы надеемся, что с вашей помощью нам удастся найти ответы на важные вопросы, касающиеся качества воды.

Искренне ваши,





д-р Роджер Бэйлс, профессор,

д-р Марта Конклин, доцент

Университет штата Аризона

Тусон, Аризона, США

Скопируйте и раздайте учащимся

Познакомьтесь: д-р Роджер Бэйлс и д-р Марта Конклин

Роджер Бэйлс и Марта Конклин преподают и ведут гидрологические исследования и исследования водных ресурсов в Университете штата Аризона в г. Тусон, Аризона, США.

GLOBE. *Вы являетесь ведущими иссле¬дователями программы GLOBE в области гидрологических измерений и состоите в браке?*

Д-р Конклин. Да. У нас двухлетняя дочь и только что, в январе, родился сын.

GLOBE. *То есть вы — научный коллектив, состоящий из мужа и жены. Как и когда вы встретились?*

Д-р Конклин. Мы встретились, когда проход¬или подготовку перед получен¬ием степени магистра. Мы оба интересовались химией воды.

GLOBE. *Вода это окись водорода. Что вас интересует в химии этого соединения?*

Д-р Бэйлс. Нас интересуют и беспокоят примеси, содержащиеся в воде.

Д-р Конклин. Химически чистая вода не существует в природе, так как вода растворяет огромное количество веществ. В воде растворяются или содержатся в виде взвесей всевозможные материалы. Цель нашей работы в рамках програм-мы GLOBE — понять, что проис-ходит в воде и к чему приводит добавление к ней различных веществ.

Д-р Бэйлс. Согласно данным директора Управления по охране окружающей среды США, примерно 40% поверхностных вод в нашей стране загрязнено до такой степени, что в ней нельзя ловить рыбу или купаться. Такому загрязнению часто подвергаются небольшие водоемы, в том числе требо-ваниям, предъявляемым к чисто¬те воды, не соответствуют многие водоемы в сельско¬хозяйственных районах. Можно было бы подумать, что кто-то контролирует качество воды в этих водоемах, но в большинстве случаев это не так. Программа GLOBE позволит нам получить информацию о множестве еще не контролируемых водостоков, рек и озер.

Д-р Конклин. В мире существует множество водоемов, и каждый из них уникален. Передача результатов измерений учащимися — прекрасная возможность собрать информацию.

GLOBE. *Почему сбор данных должны производить учащиеся школ? Почему нельзя поручить сбор этих данных ученым или выпуск¬никам колледжей и универси¬тетов?*

Д-р Бэйлс. Нас не так много. Даже если бы мы вдвое увеличили количество мест, в которых берутся образцы воды, нам все равно не удалось бы охватить достаточную территорию.

GLOBE. *Беспокоят ли вас естественные примеси, попадающие в воду? Или вас беспокоят вещества, загрязняющие воду в результате человеческой деятельности? Или, может быть, вас интересуют оба процесса?*

Д-р Бэйлс. Оба. Примеси — а я называю словом «примеси» любые вещества, содержащиеся в воде, не обязательно нежелательные загрязнители, — попадают в воду в результате растворения каменных пород, пыли и газов. Некоторые примеси выпадают из атмосферы вместе с дождем и

снегом и затем проникают в водостоки и озера. Некоторые примеси попадают в водостоки и озера вместе с отходами, которые производят люди.

GLOBE. *Вы упомянули о воздействии каменных пород на состав воды. Разве камни растворяются в воде?*

Д-р Конклин. Да, но очень медленно. Результаты длительного взаимодействия воды и каменных пород можно видеть в древних горных районах, например, в Аппалачах. Эти горы размыты и поэтому невысоки.

GLOBE. *Почему загрязнены водоемы, находящиеся в сельскохозяйственных районах?*

Д-р Бэйлс. Сельскохозяйственные культуры выращиваются с использованием удобрений и пестицидов. Удобрения и пестициды, предотвращающие размножение вредителей, распыляются по полю, на котором выращивается урожай. К сожалению, дождевая вода и вода в ирригационных сооружениях уносит некоторое количество удобрений и пестицидов в водостоки и озера. Они проникают также в грунтовые воды.

GLOBE. *В прошлом, собирали ли учащиеся школ данные, используемые гидрологами?*

Д-р Конклин. Учащиеся собирали данные об озерах и речных водосборных системах, но не в масштабе программы GLOBE.

GLOBE. *Расскажите нам немного о себе. Где вы родились? Где вы выросли?*

Д-р Бэйлс. Я родился в городе Лафайетт, штат Индиана, и закончил среднюю школу в городе Блумингтон, в том же штате. Потом я получил диплом специалиста по гражданскому строительству и проектированию в области охраны окружающей среды в Университете им. Пердью.

Вслед за этим я получил степень магистра наук в этой же области в Калифорнийском университете в Беркли.

Д-р Конклин. Я родилась в штате Нью-Джерси, но вскоре после этого моя семья переехала в Иллинойс, а потом в Европу, которая сильно отличалась от Америки. Мы прожили пять лет в Голландии, где я заинтересовалась научными исследованиями. Потом я два года училась в школе-пансионате в Англии, а затем вернулась в Америку и закончила среднюю школу в пригороде Бостона.

GLOBE. *Советовал ли вам кто-нибудь не заниматься наукой потому, что вы — женщина?*

Д-р Конклин. Нет. Я училась в основном в школах для девочек, и в них никогда не поднимался вопрос о том, могут ли девочки изучать математику или другие научные дисциплины.

GLOBE. *Когда вы начали заниматься гидрологией?*

Д-р Конклин. Во время подготовки к получению степени магистра. Я заинтересовалась химическими реакциями, которые происходят в каплях воды, взвешенных в атмосфере. Поэтому я начала изучать химию воды.

GLOBE. *Что же происходило?*

Д-р Конклин. Мы только что открыли, что могут образовываться кислотные туманы, которые опаснее кислотных дождей. Дождевая капля падает, быстро проходя через атмосферу и впитывая загрязнители из воздуха, но капли тумана могут находиться в воздухе многие часы. Они впитывают гораздо больше загрязнителей, и вероятность вдыхания людьми этих капель гораздо выше.

GLOBE. *Как вы развлекаетесь и отдыхаете?*

Д-р Бэйлс. Мы играем с нашими детьми. Кроме того, у нас две собаки, лабрадоры, и дача в горах над Тусоном. Я очень люблю ходить по горам и на лыжах, и мы все еще

занимаемся этим столько, сколько можем, а также ездим на велоси¬педах.

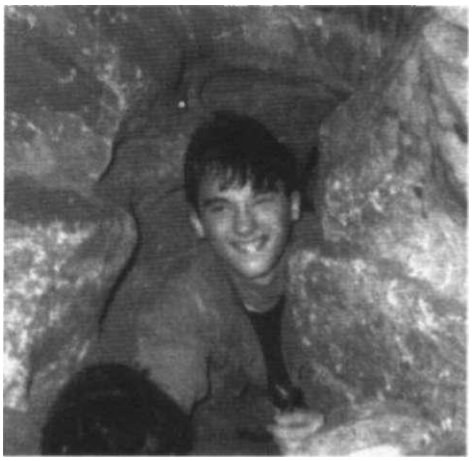
GLOBE. *Приходилось ли вам восклицать «Эврика!», как Архимед, когда вы сделали открытие во время научной работы?*

Д-р Конклин. Я экспериментатор, а не теоретик. Я провожу лабораторные экспери¬менты и пытаюсь понять происхо¬дящие процессы. Меня чрезвы¬чайно интересуют случаи несоот¬ветствия результатов лаборатор¬ных экспериментов с моими ожиданиями. Я испытываю радость, пытаясь выяснить, что же происходит на самом деле.

GLOBE. *Как ученый, считаете ли вы, что неудачные эксперименты полезны?*

Д-р Конклин. Да. Они гораздо полезнее экспери¬ментов, результаты которых соответствуют моим предположениям. Если результаты не соответствуют ожиданиям, значит, моя гипотеза была неправильна, и мне необходимо выдвинуть другую гипотезу. В этом и заключается интерес научных исследований.

GLOBE. *Таким образом, научные исследо-вания были бы скучны, если бы гипотезы всегда оправдывались?*



Роджер Бэйлс в возрасте 16 лет исследует пещеру.

Д-р Конклин. Это было бы ужасно скучно!

GLOBE. *Когда вы начинаете понимать механизм того или иного про-цесса, значит ли это, что вы можете предсказывать события?*

Д-р Бэйлс. Именно так. Когда мы понимаем, почему происходят те или иные явления, мы можем сказать: «Значит, если в будущем условия изменятся, они будут

Марта Конклин, в возрасте 15 лет, на морском берегу в Брайтоне.

воздействовать на водоем или реку таким образом.» Я предсказываю, какие изменения в реках и озерах будут происходить в результате местных климатических изменений, изменений глобального климата или выпадения кислотных осадков.

GLOBE. *Что такое выпадение кислотных осадков?*

Д-р Бэйлс. Кислотными осадками называют дождь или снег, отличающиеся очень низким показателем pH в связи с содержанием в них раство-ренных сильных кислот, абсорби-рованных из атмосферы; многие такие кислоты образуются в результате человеческой деятель¬ности. Кислотные дожди наносят вред многим экологическим системам.

GLOBE. *Я представляю себе кислоту, как вещество, вызывающее ожоги при попадании на кожу. Но кислотный дождь вызывает такие же ощуще-*

ния, как и обычный дождь. Чем отличается кислотный дождь от обычного?

Д-р Бэйлс. Кислотный дождь состоит из сильной кислоты, смешанной с водой. Показатель pH для такого дождя ниже, чем показатель pH для нормальных дождевых осадков. Кислотный дождь не содержит так много кислоты, как лимонный сок или электролит в батареях, но его кислотность может приближаться к кислотности уксуса. В экстремаль¬ных случаях вода кислотного тумана может содержать столько же кислоты, сколько ее в лимон¬ном соке. Основной причиной повышения кислотности дождей является сжигание минерального топлива, такого, как бензин, уголь и природный газ.

GLOBE. *Продукты сгорания такого минерального топлива попадают в атмосферу и взаимодействуют с водой?*

Д-р Бэйлс. Дождь и снег впитывают эти кислоты из атмосферы и осаждают их на поверхности Земли. То, что поднимается с выхлопными газами, опускается с дождем и снегом.

GLOBE. *Какое удовлетворение приносят научные исследования? Каковы плоды вашего труда?*

Д-р Бэйлс. Ученый чувствует, что он вносит вклад в понимание потенциальных общественных проблем и надеется, что он помогает их решению. Мы изучаем прошлое, как, например, в Гренландии, чтобы представить себе будущее — то, каким образом может измениться окружающая нас среда по мере сжигания все большего количества минерально¬го топлива и по мере изменения состава атмосферы и воды.

Д-р Бэйлс изучает керны льда, полученные на леднике в Гренландии.

Д-р Конклин. Одна из самых интересных и волнующих вещей в науке заключается в приобретении новых знаний и в том, что, приобретая эти знания, я встречаюсь с новыми людьми. Если я не знаю что-нибудь относящееся к моей области исследований, я могу найти другого человека, который это знает. Таким образом, у меня появляются новые друзья.

Д-р Бэйлс. Людям необходимо принимать разумные, обоснованные решения в отношении нашей планеты, даже если они принимают эти решения только во время голосования. Поэтому, когда я говорю своим студентам о глобальном потепле¬нии, о загрязнении воздуха, о загрязнении воды, я помогаю им лучше понимать процессы, проис¬ходящие на Земле, и это приносит мне удовлетворение.

GLOBE. *Разве количество имеющихся знаний недостаточно? Что заставляет вас стремиться к новым знаниям?*

Д-р Конклин. Экологические системы состоят из такого множества компонентов, что знаний одного человека недостаточно, чтобы полностью понимать происходящие в них процессы, но чем больше мы знаем, тем лучше мы умеем предсказывать то, что будет происходить в дальнейшем.

GLOBE. *Кто были ваши герои в детстве?*

Д-р Конклин. Одна из причин, по которым я заинтересовалась экологическими науками, состоит в том, что я всегда чувствовала необходимость улучшить условия жизни людей. Поэтому, если у меня и есть какие-нибудь герои, они относятся к числу ученых, которые ставили перед собой такую же цель. Например, Лайнус Полинг,

получивший Нобелевскую премию по химии и в области укрепления мира, а также Альберт Эйнштейн.

GLOBE. *Знакомы ли вы со своими коллегами из других стран?*

Д-р Бэйлс. Конечно. Мы не можем делать все сами, и они не могут делать все сами, поэтому мы сотрудничаем и обмениваемся ресурсами и данными.

GLOBE. *Каков распорядок вашей ежедневной научной работы? Есть ли у вас свои лаборатории?*

Д-р Конклин. Обычно мой рабочий день занят работой в моем кабинете, преподаванием, собеседованиями со студентами, подготовкой к занятиям, подготовкой статей, анализом данных, полученных моими студентами и большим количеством работы с компьютером. Я захожу в лабораторию и наблюдаю за тем, что в ней делается.

GLOBE. *Возникает впечатление, что все больше работы выполняется с помощью компьютеров. Правильное ли это впечатление?*

Д-р Конклин. Да, сбор данных недостаточен. Необходимо понимать собранные данные. Поэтому анализ данных часто производится с помощью компьютеров.

Д-р Бэйлс. Обычно я затрачиваю несколько часов в день на подготовку к занятиям и преподавание. Затем я провожу один или два часа за компьютером, переписываясь с другими учеными по электронной почте, читая работы, подготовленные моими студентами и записывая свои замечания или формулируя вопросы и намечая направления работы для моих сотрудников. Потом я затрачиваю один или два часа на работу с моими студентами, готовящимися к получению степени магистра. Остальное время занимают встречи с людьми и дела, связанные с университетом.

GLOBE. *Можете ли вы рассказать какие-нибудь забавные истории, относящиеся к вашей работе?*

Д-р Бэйлс. Мне приходится много работать на заснеженных вершинах гор, потому что вода в основном осаждается на горных вершинах в виде снега, а не в виде дождевых осадков, по крайней мере в западной части США. Мне кажется забавным тот факт, что я провел столько лет в учебных заведениях, чтобы получить докторскую степень, а получив ее, должен проводить многие дни, забираясь в горы и копая ямы в снегу лопатой! Когда моя мать послала меня учиться в колледж, она не сказала мне, что настанет время, когда я буду копать ямы.

GLOBE. *Таким образом, ученые могут измерять количество примесей в атмосфере, анализируя керны льда, которому сто лет, десять тысяч лет или даже сто тысяч лет?*

Д-р Бэйлс. Да. На самом деле, прошлым летом я провел четыре недели в Гренландии, где мы бурили скважины в леднике и добывали керны. Я спал в палатке, установленной на льду, в течение 12 суток.

GLOBE. *Так что вы были окружены льдом со всех сторон. Какие еще впечатления остались у вас от этой поездки?*

Д-р Бэйлс. Все вокруг белое или синее. Снег и небо. Конечно, Солнце не заходило, потому что мы были далеко на севере весной и летом. Мы бурили скважины во льду и хотели закончить работы как можно скорее, перед тем, как начнется буря. Разрезы льда позволяют заметить время наступления промышленной революции. Характеристики льда, накопившегося за последние триста лет, явно отличаются от более древних слоев льда в кернах, полученных нами прошлым летом. В кернах льда можно видеть также признаки лесных пожаров.

GLOBE. *Почему, с вашей точки зрения, участие учащихся в программе GLOBE будет полезным?*

Д-р Конклин. Я надеюсь, что учащиеся научатся определять санитарное состояние экологической системы. Общест¬ венность допускает, что мы можем продолжать выбрасывать в воздух загрязняющие вещества, и что окружающая среда справится с таким загрязнением. Я надеюсь, что учащиеся, проверяя состав воды в локальных системах, смогут распознать признаки их загрязнения. Я надеюсь также, что они научатся выполнять качественные измерения.

GLOBE. *Что может заинтересовать современных учащихся в вашей области исследований?*

Д-р Конклин. Вода — один из наших важнейших ресурсов. Гидрология — очень перспективная область, которая будет становиться все более важной по мере истощения источников чистой воды.

Д-р Бэйлс. Учащимся хочется делать не только интересные вещи на открытом воздухе, но и вносить свой вклад в улучшение условий окружающей среды и в усовершенствование общества. Наша профессия несомненно позволяет вносить такой вклад, потому что вода имеет фундаментальное значение для всей жизни на Земле.

GLOBE. *Можете ли вы дать какой-либо совет учащимся, желающим заниматься научными исследова¬ ниями экологических систем и, в частности, гидрологией?*

Д-р Конклин. Об этом не хочется говорить, но прежде всего необходимо изучить основы — математику, физику, химию, биологию. Научиться формулировать вопросы, потому что важнейшие открытия делают те, кто умеет задавать правильные вопросы. Кроме того, необходимо научиться хорошо писать.

GLOBE. *Почему умение хорошо писать имеет большое значение?*

Д-р Конклин. Человек может иметь блестящие способности, но если он не умеет сообщить полученные им результа¬ ты другим, никто не узнает о его способностях и о его результатах.

Д-р Бэйлс. И следует как можно больше узнать о природе, ведя непосредственные наблюдения.

Введение

Крупным планом

Мы не только пьем воду — мы состоим из воды. Вода составляет от 50 до 90 процентов веса всех живых организмов. Вода — одно из самых распространенных и важных веществ на Земле. Вода поддерживает жизнь растений и животных, играет важнейшую роль в формировании погодных и климатических условий, формирует рельеф поверхности планеты посредством эрозии и других процессов и покрывает примерно 70% площади поверхности Земли.

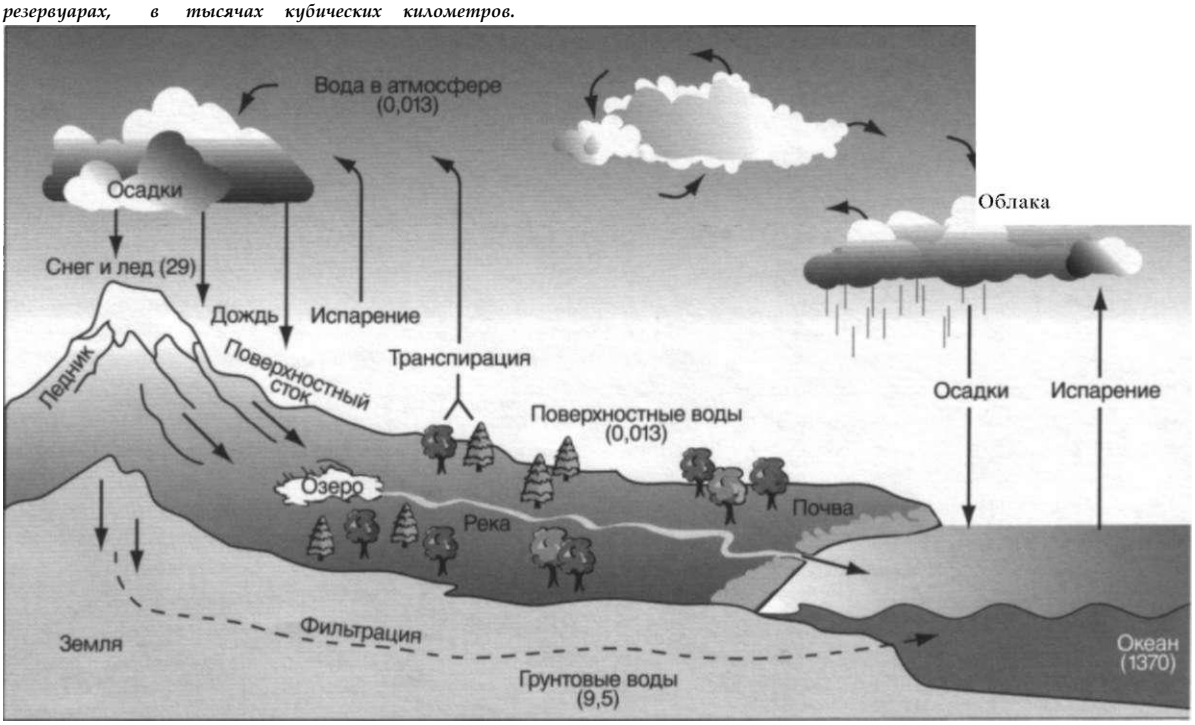
Вода постоянно циркулирует между поверхностью Земли и ее атмосферой, совершая гидрологический цикл, который называют также круговоротом воды в природе. Гидрологический цикл — один из основных процессов в природе. Вода в океанах, реках, озерах, в почве и в растительности нагревается Солнцем и другими источниками тепла и испаряется в воздух, в котором она содержится в виде водяного пара. Водяной пар поднимается в верхние слои атмосферы, охлаждается и превращается в жидкую воду или лед, образуя облака. Когда капли воды или кристаллы льда становятся достаточно крупными, они выпадают на поверхность Земли в виде дождя или снега. Выпавшая на поверхность Земли вода распределяется тремя путями — частично просачивается в почву и впитывается растениями или скапливается в подземных резервуарах грунтовых вод, частично стекает в ручьи и реки и, в конечном счете, в океаны, и частично испаряется в воздух.

Вода в озере, снег на горах, влажный воздух и утренняя роса — части одного цикла, одной системы. Общее количество воды, испаряющейся с поверхности планеты за год, равно общему годовому количеству осадков. Изменение любой части этого цикла, например, количества растительности в определенном регионе или методов использования земель, оказывает влияние на другие части цикла.

Несмотря на обилие воды на Земле, мы не можем использовать ее большую. Если представить себе, что общее количество воды на Земле составляет 100 литров, то 97 литров придется на долю соленой морской воды. Большая часть остающейся пресной воды существует в виде льда. Мы можем использовать только примерно 3 миллилитра из 100 литров; эта пресная вода выкачивается насосами из-под земли или берется из рек и озер.

Вода участвует во многих важнейших химических реакциях; большинство веществ растворяются в воде. В связи с эффективностью воды в качестве растворителя, химически чистая вода редко

Рис. НУО-1-1. Гидрологический цикл; в скобках указано количество воды, содержащейся в различных резервуарах, в тысячах кубических километров.



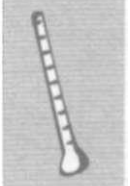
Источник: Mackenzie andMackenzie, 1995, и Graedel and Crutzen, 1993.

встречается в природе. Вода содержит множество естественных примесей и примесей, внесенных человеком, которые попадают в нее на разных стадиях гидрологического цикла. От этих примесей зависит определенный химический состав, или *качество,* воды. Дождь и снег захватывают небольшие частицы пыли *(аэрозоли),* взвешенные в воздухе, а воздействие солнечного света приводит к реагированию с водой газов, образующихся при сгорании бензина и других видов минерального топлива, с образованием серной и азотной кислот. Эти загрязнители возвращаются на поверхность земли в виде *кислотных дождей* или *кислотного снега.* Кислоты, содержащиеся в воде, постепенно растворяют каменные породы, в результате чего в воду попадают *растворенные твердые вещества.* Небольшие, но заметные глазом частицы камней и почвы также попадают в воду, в связи с чем в воде содержатся *взвешенные твердые частицы,* большое количество которых приводит к замутнению воды. Когда вода просачивается в землю, она тесно контактирует с каменными породами, и в ней растворяется еще большее количество минералов. Эти растворенные или взвешенные в воде примеси определяют качество воды.

В ходе настоящего исследования учащиеся определяют качество воды, измеряя следующие важнейшие показатели.

Прозрачность

Свет, необходимый для жизни зеленых растений, проникает на большую глубину в чистой, прозрачной воде, чем в воде, *замутненной* взвешенными твердыми частицами, или в окрашенной воде. Существуют два наиболее распространенных прибора для измерения прозрачности воды или степени проникновения света в воду — диск Секки и трубка для замера мутности воды. Измерение прозрачности воды с помощью диска Секки впервые произвел в 1865 г. аббат Пьетро Анджело Секки, научный консультант римского папы. Этот простой и широко распространенный метод измерения позволяет определять глубину, на которой черно-белый диск диаметром 20 см, погруженный в воду, становится незаметным для глаза, или становится снова заметен при подъеме диска. Есть и другой метод измерения прозрачности воды: вода заливается в трубку, дно которой окрашено примерно так же, как диск Секки; при этом определяется глубина воды в трубке, на которой рисунок дна трубки становится незаметен для глаза. Диск Секки используется в глубоких, спокойных водах, а трубкой для замера мутности можно пользоваться, определяя прозрачность как стоячей, так и проточной воды на мелководье или в поверхностном слое более глубоких вод.



Солнечный свет дает энергию, необходимую для фотосинтеза, процесса, позволяющего растениям развиваться, поглощая углерод, азот, фосфор и другие питательные вещества, и выделяя кислород. Поэтому глубина проникновения солнечного света в воду определяет глубину, на которой могут расти сине-зеленые водоросли и другие растения, а также относительную активность их роста. Прозрачность воды уменьшается по мере повышения содержания окрашивающих воду веществ, взвешенных в ней частиц и плотности водорослей. Вода окрашивается в результате обитания в ней и биологической активности некоторых бактерий, фитопланктона и других организмов, химическими веществами, вымываемыми водой из почвы, а также разлагающимися растительными остатками. Поэтому количество потребляемых растениями питательных веществ, попадающих в водоем из установок для переработки отходов, канализационных резервуаров, ирригационных стоков удобряемых полей, а также приносимых ветром и водой растительных остатков, влияет на прозрачность воды. Взвешенные твердые частицы часто попадают в воду в результате ведения сельскохозяйственных и строительных работ, во время ливней и ураганов, а также в результате перемешивания донных осадков.

Прозрачность воды в естественных условиях, как правило, составляет от 1 метра до нескольких метров. Низкое значение прозрачности (менее 1 метра) указывает на повышенную биологическую активность в водоеме. Низкое значение прозрачности может объясняться также высокой концентрацией взвешенных твердых частиц. Прозрачность чрезвычайно чистой воды в озерах с низкой биологической активностью или в прибрежных водах (например, около коралловых рифов) может составлять до 30—40 метров.

Температура воды

Температура воды в большой степени зависит от количества солнечной энергии, поглощаемой водой и окружающими ее почвой и воздухом. Увеличение количества солнечной энергии приводит к повышению температуры воды. Температура воды повышается также в результате стока технической воды, используемой на производстве. Испарение воды с поверхности водоема может приводить к снижению температуры очень тонкого слоя воды у самой поверхности. Измерение температуры необходимо для понимания закономерностей изменений, происходящих на протяжении года, так как температура водоема оказывает большое влияние на количество и разнообразие обитающих в воде животных и растений. Относительно холодные озера, в которых зимой наблюдается небольшое

количество растительности, «цветут» весной и летом, когда температура воды повышается и богатые питательными веществами придонные слои воды перемешиваются с верхними слоями. Перемешивание слоев воды наблюдается также осенью. Вслед за таким перемешиванием и потеплением воды весной наступает период бурного роста и размножения микро-скопических водных растений и животных. Многие рыбы и другие живущие в воде животные мечут икру и размножаются в это время года, когда темпера¬тура воды повышается и резко увеличивается количество пищи. В мелководных озерах, однако, такой цикл не наблюдается, так как вода в них перемешивается на протяжении всего года. Чрез¬мерное потепление воды может быть смертель¬ным для чувствительных видов, таких, как фо¬рель и лосось, которые предпочитают холодную воду с высоким содержанием кислорода.

Содержание растворенного кислорода

Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода (H_2O). Тем не менее, в воде любого водоема содержатся молекулы растворенного газообразного кислорода (02). Растворенный кислород — естественная примесь в воде. Обитающие в воде животные, такие, как рыбы и зоопланктон, которым питаются рыбы, не дышат кислородом, содержащимся в молекулах воды — для их дыхания требуются молекулы газообразного кислорода, растворенного в воде. Если содержание растворенного в воде кислорода недостаточно, обитающие в воде животные погибают от удушья. Снижение концентрации растворенного в воде кислорода до менее чем 3 мг/л вредно для большинства видов обитающих в воде животных.

В атмосфере примерно каждая пятая молекула — молекула кислорода; в воде содержится только от одной до десяти молекул кислорода на каждый миллион молекул. Бурное смешивание воды и воздуха, происходящее, например, в быстрых ручьях, приводит к повышению содержания растворенного в воде кислорода. Содержание кислорода в воде повышается также благодаря реакции фотосинтеза в водных растениях. Кисло¬род потребляется рыбами, зоопланктоном и бактериями, разлагающими органические вещест¬ва. Органические вещества — остатки мертвых растений и животных — попадают в водоемы естественным путем вместе с водой из лесов, степей и сельскохозяйственных угодий. Каков бы ни был источник попадающих в воду органических веществ, в медленно текущих ручьях и реках, расположенных рядом с такими источниками органических остатков, наблюдается низкое содержание растворенного кислорода (значи¬тельно менее половины уровня насыщения). Кроме того, теплая вода удерживает меньшее количество растворенного кислорода, чем холодная; поэтому периоды критического снижения содержания кис¬лорода в воде, опасные для рыбы и зоопланктона, наблюдаются летом. Например, при температуре 25°С максимальное содержание растворенного в воде кислорода составляет 8,3 мг/л, тогда как при температуре 4°С максимальная концентрация растворенного кислорода равна 13,1 мг/л.

Показатель кислотности (pH)

pH — показатель содержания кислот в воде. Показатель pH воды оказывает влияние на большинство происходящих в воде химических процессов. Показатель pH чистой воды без примесей, не контактирующей с воздухом, равен 7. Показатель pH воды с примесями равен 7, если содержание кислот и щелочей в такой воде одинаково (сбалансировано). Если показатель pH меньше 7, значит, в воде содержится избыточное количество кислот; если уровень pH выше 7, значит, в воде содержится избыток щелочей.

Шкала показателя pH отличается от шкалы концентрации, используемой при измерении содержания других примесей. Показатель pH измеряется по логарифмической шкале, т. е. из¬менение значения pH на одну единицу соот¬ветствует десятикратному изменению содержа¬ния кислоты в воде. Таким образом, в воде с показателем pH, равным 3, содержание кислот в десять раз выше, чем в воде с показателем pH, равным 4, а в такой воде содержание кислот, опять же, в десять раз выше, чем в воде с показателем pH, равным 5.

Кислотность естественной, не загрязненной дождевой воды составляет от 5 до 6 — даже дождь, выпадающий в самом незагрязненном районе Земли, отличается определенной естественной кислотностью. Такая естественная кислотность дождя вызывается двуокисью углерода, содержащейся в воздухе и растворяющейся в дождевых каплях. Кислотность дистиллированной воды, контактирующей с воздухом, такая же, как и дождевой воды. Показатель pH большинства загрязненных кислотных дождей равен примерно 4, хотя pH городских туманов в некоторых случаях состав¬лял менее 2. Показатель pH воды в большинстве озер, ручьев и рек составляет от 6,5 до 8,5. В районах, почва которых содержит определенные минералы (например, сульфиды), наблюдаются водоемы с более высокой естественной кислот¬ностью. Горные работы также могут приводить к попаданию повышающих кислотность минералов в водосборный бассейн. Водоемы с естественной

повышенной щелочностью наблюдаются, как правило, в районах, почва которых содержит такие минералы, как кальцит или известняк.

Кислотность (pH) воды оказывает существенное влияние на живущие в воде организмы. Саламандры, лягушки и другие амфибии особенно чувствительны к повышенной кислотности. Большинство насекомых, амфибий и рыб не встречаются в водоемах с показателем pH менее 4.

Удельная электропроводность

Чистая вода плохо проводит электричество, но вода с примесями, такими, как растворенные соли, отличается повышенной электро-проводностью. Так как у нас нет времени и средств для того, чтобы подробно анализировать состав воды, общее содержание примесей в пресной воде можно определить на основе ее удельной электропровод¬ности — способности воды проводить электричес¬кий ток. Чем больше примесей содержится в воде, тем выше ее удельная электропроводность.

В большинстве сельскохозяйственных и городских систем водоснабжения общее содержание раство¬ренных в воде твердых веществ должно быть значительно ниже 1000—1200 частей примесей на миллион частей воды, т. е. удельная электро¬проводность воды должна составлять менее чем примерно 1500— 1800 микросименсов на сантиметр (примечание: 1 часть на миллион = 1 мг/л). Если регистрируется более высокая электропровод¬ность, загрязнение воды может повредить чувст¬вительным сельскохозяйственным культурам. В бытовых условиях предпочтительно использова¬ние воды, общее содержание растворенных твердых веществ в которой не превышает примерно 500 частей на миллион (т. е. воды, удельная электропроводность которой составляет примерно 750 микросименсов на сантиметр. Налет, остающийся на «чистой» посуде после ее промывки в автоматической посудомоечной машине, образуется в результате осаждения растворенных в воде твердых веществ. При изготовлении многих видов продукции, в частности, электронных компонентов, требуется использование воды, свободной от примесей. Чистый горный снег, собранный в удаленных от человеческого жилья районах, отличается электропроводностью примерно 5—30 микросименсов на сантиметр.

Соленость

Морская вода отличается высокой соленостью; в ней растворено гораздо больше твердых веществ, чем в пресной воде. Соленость, т. е. показатель содержания солей в воде, измеряется как коли¬чество частей примесей на тысячу частей воды. Средняя соленость океанской воды на Земле составляет 35 частей на тысячу. По большей части соленость морской воды объясняется присутст¬вием натрия и хлора, элементов, из которых состоит обычная поваренная соль (№0). Так как пропорциональное содержание хлора в солях, растворенных в морской воде, мало изменяется в зависимости от места, в котором были отобраны образцы воды, общую соленость воды можно определять на основе содержания в ней хлора. В заливах и эстуариях рек соленость воды изменяет¬ся в очень широком диапазоне, так как в этих местах пресная вода рек смешивается с морской водой. Соленость таких *солоноватых* вод варьи¬рует от 0,5 части на тысячу (типичная соленость пресной воды) до уровня солености, типичного для морской воды.

На каждом из континентов Земли имеются также внутренние соленые озера. В числе наиболее значительных внутренних соленых озер можно назвать Каспийское море в Средней Азии, Большое Соленое озеро в Северной Америке и несколько озер в районе Большого разлома в Восточной Африке. Вода в некоторых из этих озер отличается еще более высокой соленостью, чем морская вода. Эта озерная вода становится соленой потому, что впадающие в них реки приносят с собой соли, попадающие в воду в результате размыва или растворения континентальных каменных пород. Когда вода испаряется, соли остаются в жидкой воде, что приводит к повышению концентрации растворенных веществ. На определенной стадии вода становится *насыщенной* растворенными твердыми веществами, которые выпадают на дно в виде твердых осадков. Соленость океанской воды изменяется очень медленно, на протяжении многих тысяч лет, тогда как соленость внутренних водоемов может изменяться быстрее, в зависи¬мости от изменения количества осадков и времени выпадения дождя или таяния снегов.

Содержание солей в водоеме — один из основных факторов, определяющих состав фауны и флоры этого водоема. Поэтому в пресных и соленых водоемах обитают различные организмы. Растения и животные, живущие в пресной воде и потребляю¬щие пресную воду (с соленостью менее 1 части на тысячу), как правило, отличаются содержанием солей в организме (во внутриклеточной жидкос¬ти), превышающим соленость воды, в которой они живут или которую они потребляют. Такие организмы обычно выделяют соли в качестве продуктов метаболизма. Растения и животные, обитающие в соленой воде, отличаются внутрен¬ним содержанием солей, равным солености окру¬жающей воды или меньшим; поэтому применяе¬мые ими механизмы поддержания баланса солей в организме отличаются от механизмов, наблю¬даемых у пресноводных организмов. В солонова-

тых водах (с соленостью от 1 до 10 частей на тысячу) наблюдаются растения и животные, устойчивые к изменениям солености.

Щелочность

Щелочность — показатель сопротивления воды к понижению показателя pH при добавлении в нее кислот. Добавление кислот в воду происходит, в основном, в результате выпадения дождя или снега, хотя почва в некоторых районах также является существенным источником кислот. Щелочность воды повышается по мере растворения каменных пород, содержащих карбонаты кальция, такие, как кальцит и известняк. Когда в озере или в реке наблюдается слишком низкая щелочность (как правило, менее 100 мг/л), большое количество кислот, попадающих в воду вместе с ливневым водостоком или во время быстрого таяния снегов, может привести (по крайней мере, на некоторое время) к нейтрализации всех щелочей, содержащихся в воде, и к снижению показателя pH воды до уровня, вредного для амфибий, рыбы и зоопланктона. Озера и реки в районах с небольшой толщиной почвенного слоя, например, в горах, часто отличаются низкой щелочностью. Щелочность воды в этих водоемах может особенно быстро изменяться весной, во время быстрого таяния снегов. Так как загрязнители, как правило, вымываются из снежного покрова на первом этапе таяния снегов, весной, т. е. в критический период размножения водных организмов, часто наблюдается повышение содержания кислотных загрязнителей в водоемах.

Содержание нитратов

Как пресноводные, так и морские растения потребляют три основных питательных вещества: углерод, азот и фосфор. Фактически, большинство растений потребляют эти элементы в одинаковой пропорции, и не могут развиваться, если содержание одного из этих элементов в воде недостаточно. Углерод относительно широко распространен в воздухе в виде двуокиси углерода, которая растворяется в воде; поэтому ограничение роста водных растений вызывается, как правило, дефицитом азота или фосфора. В некоторых случаях рост растений приостанавливается в результате дефицита других веществ, потребляемых в меньших количествах (например, железа), а также в результате недостаточности солнечного освещения. Азот содержится в воде в самых различных формах: растворенного молекулярного азота (1Ч), органических соединений, аммиака ($ИН_4$+), нитритов (М)^{л}) и нитратов (Ж)$_3$). Нитраты, как правило, важнейшие из этих соединений. Нитриты обычно содержатся только в воде с пониженным содержанием кислорода. Азот в форме нитратов содержится в воде в качестве естественной примеси, попадающей в нее из атмосферы вместе с дождем, снегом, туманом или пылью, или образующейся в ходе разложения органических веществ в почве и донных осадках. Кроме того, азот попадает в воду из ирригационных стоков сельскохозяйственных угодий; фермеры добавляют азотные удобрения в почву, и некоторое количество этих удобрений вымывается из почвы дождем.

Если в озеро или в реку попадает избыточное количество питательного вещества, необходимого для роста растений, такого, как азот, вода становится *обогащенной,* и это способствует дальнейшему росту сине-зеленых водорослей и других растений. Такой процесс обогащения воды называется *эвтрофикацией.* Вызываемый таким обогащением воды избыточный рост растений может приводить к ухудшению вкуса и запаха воды в озерах, из которых поступает питьевая вода, что вредно как для людей, пользующихся ею, так и для рыбы и других животных, обитающих в таких озерах. Озабоченность избыточным содержанием азота или фосфора в озерах и прибрежных водах часто возникает в связи со сливом канализационных отходов. Концентрацию нитратов всегда определяют как содержание элементарного азота. Таким образом, содержание нитратов следует выражать как количество миллиграммов азота, входящего в состав нитратов (1чГ0_3—К), на литр воды (в одном моле N0 ~ содержится 14 г азота), а не как количество К$0^{л}$ (в одном моле К0_3~ содержится 62 г К0_3). В большинстве водоемов с естественными примесями содержание нитратного азота составляет менее 1 мг/л, но в некоторых районах наблюдается более высокая концентрация — до 10 мг/л.

Важность измерений

В каком состоянии находятся поверхностные воды Земли — ручьи, реки, озера, прибрежные воды? Как изменяется их состояние на протяжении года? Изменяются ли характеристики этих водоемов из года в год? *Гидрологические исследования* в рамках программы GLOBE позволяют вашим учащимся, вместе с учащимися других участвующих в программе школ, ответить на эти вопросы посредством постоянного широкомасштабного контроля характеристик естественных водоемов. Наше понимание закономерностей изменения качества воды в национальном и глобальном масштабе основано на свойствах образцов, собранных лишь на нескольких характерных участках. Такой отбор образцов производился, как правило, только несколько раз. Например, имеющаяся у нас информация о многих озерах основана на анализе образцов, отбор которых производился лишь один

или два раза более чем десять лет тому назад. Для того, чтобы мы могли оценить происходящие изменения, необходимо получить текущую информацию о характеристиках водоемов. Если эти изменения уже происходят, сравнение характеристик образцов воды, полученных в загрязненных и не загрязненных районах, поможет нам понять наблюдаемые явления.

Результаты измерений содержания растворен-ного кислорода и показателя pH непосредственно указывают на то, насколько благоприятна вода для обитающих в ней растений и животных. В этом случае также интересно проследить годовой цикл изменений содержания растворенного кислорода, щелочности и показателя pH и сравнить изменения, характерные для различных водоемов. При этом можно задать следующие вопросы. Поддерживается ли содержание растворенного кислорода на максимальном уровне, допустимом при данной температуре воды, или содержание кислорода снижается в определенное время года? Если содержание кислорода снижается, следует выяснить причину этого явления. Мы можем пронаблюдать, снижается ли значение pH сразу после дождя или во время быстрого таяния снегов, когда талая вода стекает в озеро или ручей. Если мы выявим снижение значения pH, это, по всей видимости, свидетельствует о том, что дождевая или талая вода отличалась низкой щелочностью. Фактически, следует ожидать, что в водоеме с низкой щелочностью значение pH будет снижаться после дождя или таяния снега. Но для того, чтобы подтвердить эту гипотезу, необходимо произвести измерения.

Учащиеся должны производить эту серию измерений в рамках программы GLOBE, учитывая по меньшей мере две цели общественного характера. Во-первых, желательно лучше понять то, что происходит с местными земельными и водными ресурсами. Эти знания помогут нам принимать более разумные и обоснованные решения в отношении методов использования ресурсов и управления ими. Во-вторых, желательно оценить, в какой степени человеческая деятельность влияет на качество нашей воды, а следовательно, влияет и на то, как мы сможем использовать наши водные ресурсы в будущем. В большинстве стран текущие программы измерений охватывают только несколько водоемов, характеристики которых измеряются только несколько раз в год. Мы надеемся, что измерения, которые вы будете производить в рамках программы GLOBE, помогут нам получить недостающую информацию и углубить наше понимание санитарного состояния естественных водных ресурсов Земли.

Подготовка к полевым занятиям

Обзор

Учащиеся будут отбирать образцы воды из выбранного водоема, обрабатывать эти образцы, определяя их состав, и анализировать полученные данные с тем, чтобы лучше понимать качество воды и его влияние на окружающую среду.

В таблице НУО-1-1 перечислены рекомендуемые практические работы, рассчитанные на учащихся с тремя различными уровнями подготовки. Выбор практических работ производится по усмотрению учителей, в зависимости от возможностей учащихся. Пожалуйста, не забывайте о том, что при выполнении более сложных практических работ необходимо принимать меры по обеспечению безопасности.

Таблица НУИ-П. Гидрологические измерения: уровни подготовки учащихся.

Уровень	Измерения
Начальный	Прозрачность воды
	Температура воды
	pH воды (измерение лакмусовой бумагой)
	Электропроводность или соленость воды
Средний	Прозрачность воды
и высокий	Температура воды
	Содержание растворенного кислорода
	pH (измерение прибором)
	Электропроводность или соленость воды
	Щелочность воды
	Содержание нитратов

Расписание измерений

Измерения следует производить один раз в неделю, в одно и то же время дня и в один и тот же день недели. Выполнение еженедельных измерений особенно важно в те периоды, когда условия на участках гидрологических исследований быстро изменяются. Образцы воды, необходимые для выполнения всех практических работ, можно отбирать во время каждого посещения участка исследований.

Выбор участка исследований (критерии перечислены в порядке приоритета)

1. Ручей или река
2. Озеро, резервуар, залив или океан
3. Пруд
4. Ирригационный канал или другой водоем, если на вашем участке исследований по программе GLOBE нет доступа ни к одному из водоемов перечисленных выше типов.

Группы учащихся

Измерения должны производиться группами учащихся по 2-3 человека в каждой. К числу обязанностей, распределяемых между членами каждой группы относятся сбор образцов, обработка образцов и регистрация данных. Чрезвычайно полезно поручать нескольким группам измерения одного из параметров (например, поручать двум группам измерить содержание растворенного в воде кислорода). Это позволит большему количеству учащихся принимать участие в измерениях и поддерживать определенный контроль качества данных. Группы учащихся, выполняющие одинаковые измерения, должны сравнивать получаемые ими результаты с тем, чтобы определить сходство или расхождение данных. Если двумя группами были получены различные значения одного и того же параметра, учащиеся должны проверить правильность выполнения измерений и повторить измерения, чтобы определить причину расхождения результатов. Контроль качества данных должен быть важным элементом научных исследований и процесса обучения.

Обзор учебных занятий

Если выполнение практических работ, связанных с измерениями каждого из параметров, будет сочетаться с проведением *учебных занятий,* учащиеся получат возможность пройти исчерпывающий курс химии водоемов. На первый взгляд может показаться, что проще всего было бы поручить учащимся только выполнять измерения и вводить данные на страницы программы GLOBE в сети Web. Тем не менее, целями обучения являются осмысление научных принципов, изучение процессов и развитие навыков критического мышления. *Учебные занятия* помогут вам представить *практические работы* в правильном контексте.

Цели обучения

Гидрологические исследования позволяют учащимся понять важность, уникальные свойства и состав воды. Применяя аналитические методы, учащиеся начинают понимать химию воды и то, какое важное значение химический состав воды имеет для водной среды обитания.

Завершив все занятия и практические работы по теме *Гидрологические исследования,* учащиеся усвоят следующие концепции и приобретут следующие навыки.

Концепции

Химический состав воды — важный фактор, воздействующий на среду обитания.

Температура воды может влиять на другие факторы, от которых зависит химический состав воды.

Разнообразие видов, обитающих в воде, зависит от ее химического состава.

Приборы позволяют точнее определять состав и характеристики воды, чем органы чувств.

Вопросы формулируются на основе полученных данных.

Графики и карты — полезные средства визуализации данных.

В ходе выполнения измерений большое значение имеет контроль точности и надежности данных.

Почва содержит воду, и содержание воды в почве влияет на рост растений.

Сток дождевых осадков зависит от характеристик изучаемого участка.

Повышение температуры и увеличение продолжительности воздействия солнечного света приводят к повышению активности эвапотранспирации.

Направление, объем и скорость стоков воды меняются со временем.

Водяной баланс можно моделировать на основе данных о температуре, количестве осадков и широте участка исследований.

Навыки

Ведение наблюдений

Применение методов отбора образцов в полевых условиях

Калибровка научного оборудования

Выполнение указаний по применению методов и использованию аналитических наборов

Регистрация и *передача* точных данных

Считывание показаний приборов

Устное *описание* полученных результатов

Письменное *описание* полученных результатов

Формулирование вопросов

Формулирование и *проверка* гипотез

Планирование экспериментов, выбор приборов и материалов, *моделирование*

Использование приборов, измеряющих характеристики воды

Использование приборов, повышающих точность восприятия

Построение и *интерпретация* графиков

Расчет средних значений

Сравнение данных, полученных в различных местах и в различное время

Анализ данных с выявлением закономерностей и расхождений

Использование базы данных участников программы GLOBE

Оценка успехов учащихся

Учитель может индивидуально оценивать роль, которую играют учащиеся в выполнении настоящего проекта, или поручать самим учащимся оценивать успехи их одноклассников; общие результаты выполненных учащимися исследований можно зачесть в числе пройденного ими материала. Можно периодически проверять научные дневники учащихся-участников программы GLOBE, прослеживая усвоение учащимися основных научных концепций, понимание ими процессов и приобретение ими навыков. Кроме того, на основе выполняемых учащимися исследований можно оценивать их навыки устного и письменного описания полученных ими результатов. Отчеты и доклады следует подготавливать с использованием материала, внесенного в научные дневники учащихся-участников программы GLOBE.

В дополнение к регистрации данных с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE, в тех случаях, когда это может оказаться полезным для повышения образовательного уровня учащихся, им следует поручать анализ данных и подготовку письменных отчетов. Поручите учащимся описать измеряемые ими параметры и свести все индивидуальные отчеты в один документ, подводящий итоги исследований, выполненных ими на участке. Представьте подготовленный учащимися окончательный отчет в местные и общегосударственные учреждения, контроли-рующие водоснабжение и качество воды.

Справочная литература

T. E. Graedel and P. J. Crutzen [Т. Э. Грэдел и П. Дж. Крутцен] (1993), *Atmospheric Change: An Earth System Perspective [Аттмосферные изменения в перспективе глобальной экосистемы],* изд. W. H. Freeman and Company, Нью-Йорк.

F. T. Mackenzie and J. A. Mackenzie [Ф. Т. Макензи и Дж. Э. Макензи] (1995), *Our Changing Planet: An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change [Изменяющаяся планета: введение в глобальную экологию и изучение глобальных изменений условий окружающей среды],* изд. Prentice Hall, Нью-Джерси.

Порядок выполнения гидрологических исследований

Сбор образцов воды

Определение прозрачности воды

В первую очередь учащиеся измеряют прозрачность воды на нетронутом участке отбора образцов.

Измерение температуры воды

Сразу же после отбора образцов воды (или находясь на участке отбора образцов) учащиеся измеряют температуру воды.

Измерение содержания растворенного кислорода

Учащиеся измеряют содержание растворенного кислорода в отобранных ими образцах воды или непосредственно на участке отбора образцов.

Определение кислотности (pH)

Учащиеся измеряют кислотность (pH) отобранного образца воды. При этом используется лакмусовая бумага (метод 1) или ручка либо прибор для измерения pH (метод 2).

Измерение удельной электропроводности

Учащиеся измеряют удельную электропроводность отобранного ими образца пресной воды.

Определение солености

Учащиеся измеряют соленость отобранного ими образца морской или солоноватой воды с помощью денсиметра.

Титрование солености (дополнительное занятие)

Учащиеся со средним или высоким уровнем подготовки измеряют соленость отобранного ими образца морской или солоноватой воды, применяя метод титрования содержания хлора.

Определение щелочности

Учащиеся измеряют щелочность отобранного ими образца воды.

Измерение содержания нитратов

Учащиеся измеряют содержание нитратного азота в отобранном ими образце воды.

Порядок выполнения гидрологических исследований

Подготовка к проведению гидрологических измерений

Выбор участка гидрологических исследований

В идеальном варианте участок гидрологических исследований должен находиться на территории водосборного бассейна, являющегося важным отличительным признаком участка исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км. На территории такого водосборного бассейна следует выбрать определенный участок, где будут производиться гидрологические измерения характеристик воды (температуры, прозрачности, pH, содержания растворенного кислорода, щелочности, удельной электро-проводности или солености и содержания нитратов). Если на территории водосборного бассейна имеется водоем, вызывающий особенный интерес, его можно выбрать в качестве участка исследований. В других случаях следует выбирать водоемы в следующем приоритетном порядке.

1. Ручей или река
2. Озеро, резервуар, залив или океан
3. Пруд

Если на территории вашего участка исследований по программе GLOBE нет доступного водоема, относящегося к одной из перечисленных выше категорий, можно использовать ирригационный канал или любой другой водоем.

Все образцы воды следует отбирать в одном и том же месте на участке гидрологических исследований, которое называется участком отбора образцов.

Если отбираются образцы проточной воды, например, из ручья или реки, выберите место отбора образцов в месте, где течение замедляется, но не у быстрины и не в месте, где вода застаивается. Если образцы отбираются из водоема со стоячей водой, например, из озера или резервуара, выберите место отбора образцов рядом со стоком водоема или примерно в центральной части водоема, но не около истока. Рекомендуется отбирать такие образцы с моста или с мола. Если в месте отбора образцов солоноватой или соленой воды наблюдаются приливы и отливы, следует узнать расписание приливов и отливов в пункте, ближайшем к выбранному вами участку исследований.

Описание участка

После выбора участка гидрологических исследований не забудьте определить его координаты с помощью приемника GPS. Зарегистрируйте координаты участка и другую требуемую информацию, описывающую этот участок, на листе ввода данных о выборе участка гидрологических исследований. Для выполнения измерений солености воды потребуется определение широты и долготы места, в котором отбираются образцы, с указанием времени приливов и отливов в этом месте. Вы можете определить эти координаты и значения времени с помощью приемника GPS, выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Использование приемника GPS,* или узнав координаты и расписание приливов и отливов в организации, предоставляющей такую информацию.

Частота выполнения измерений

Все измерения химических параметров воды следует производить примерно в одно и то же время дня еженедельно. Если водоем, из которого вы отбираете образцы, замерзает зимой, не забудьте вводить соответствующую информацию на листе ввода данных до тех пор, пока вы не сможете снова отбирать образцы воды.

Примечание. В некоторые периоды результаты измерений становятся более интересными. Во время ледохода на реке увеличение объема воды и повышение содержания взвешенных в воде частиц приводят к резким изменениям измеряемого химического состава воды. Сразу же после начала таяния льда на озере также наблюдаются резкие изменения состава воды, связанные с перемешиванием верхних слоев воды в озере с придонными слоями. Часто придонные слои воды поднимаются к поверхности озера, что приводит к дополнительным неожиданным изменениям результатов измерений. Не забывайте наблюдать за сезонными и ежемесячными изменениями.

Обеспечение и контроль качества данных

Необходимо разработать план обеспечения и контроля качества данных, позволяющий проверять точность и надежность получаемых показаний. Точностью данных называется степень их соответствия фактическим значениям измеряемых характеристик. Надежностью данных называется последовательность и согласованность получаемых результатов. Как точность, так и надежность данных обеспечиваются следующими методами.

- Сбор образцов воды следует производить, точно соблюдая инструкции.
- Анализ образцов воды и измерения следует производить сразу же после отбора образцов.
- Следует тщательно калибровать измери¬тельные приборы, правильно их использовать и вовремя производить их техническое обслуживание.
- Необходимо строго выполнять указания, приведенные в описаниях практических работ.
- Следует повторять измерения, проверяя их точность и выявляя причины возникновения ошибок.
- Следует сводить к минимуму загрязнение аналитических химикатов и измерительного оборудования.
- Необходимо проверять, соответствуют ли цифры, введенные в базу данных учащихся-участников программы GLOBE, цифрам, зарегистрированным на листе ввода данных о выборе участка гидрологических исследований.

Калибровка

Калибровкой называется процедура проверки точности измерительного оборудования. Напри¬мер, для того, чтобы убедиться в правильном функционировании приборов, измеряющих кислотность (pH) воды, измерения производятся с использованием раствора, кислотность которого точно известна заранее. Процедуры калибровки различных приборов неодинаковы и приводятся в описаниях соответствующих практических работ. Некоторые приборы следует калибровать в полевых условиях в тот день, когда производятся измерения. Другие калибровочные процедуры можно выполнять в классной комнате непосредст¬венно перед перемещением приборов на участок полевых исследований. Тем не менее, в некоторых случаях может потребоваться повторная проверка калибровки прибора в полевых условиях посредст¬вом измерения параметра раствора с известными характеристиками. См. описания практических работ *Удельная электропроводность* и *Кислотность (pH).*

Своевременность И последовательность выполнения операций при измерениях

Измерения прозрачности воды, температуры воды и содержания в воде растворенного кислорода следует производить на участке отбора образцов непосредственно после получения образца воды. Измерения следует выполнять в течение получаса после наполнения водой ведерка для отбора образцов. Если ведерко с водой простояло больше получаса, отберите новый образец воды. Если задержка неизбежна, можно набирать образцы воды в закрытые бутылки (см. описание метода сбора образцов воды в бутылки) и анализировать их, вернувшись в классную комнату. Тем не менее, мы настоятельно рекомендуем производить все измерения непосредственно на участке отбора образцов. Мы не рекомендуем измерять содержа-ние кислорода, растворенного в воде, в классной комнате, так как это измерение необходимо производить в течение 30 минут после отбора образца. Измерения pH и содержания нитратов можно производить в классной комнате не позже чем через 2 часа после отбора образца, а измерения щелочности, электропроводности и солености воды можно производить в течение 24 часов после отбора образца.

Важное примечание. Последовательность опера¬ций, выполняемых во время измерений, имеет большое значение. В первую очередь следует производить измерение прозрачности воды, после чего сразу же следует измерить температуру воды и содержание в ней растворенного кислорода, а за¬тем уже можно выполнять измерения кислотнос¬ти (pH), удельной электропроводности или солености, щелочности и содержания нитратов.

Важное примечание. Результаты измерений содержания растворенного в воде кислорода теряют ценность, если неизвестна температура того же образца воды. Измеряйте содержание растворенного кислорода только в том случае, если вы измерили температуру воды. Если вы отбираете образцы соленой или солоноватой воды, с тем, чтобы можно было интерпретировать результаты измерения содержания растворенного кислорода, необходимо также измерить соленость воды.

Повторные измерения

Разделите класс на несколько групп так, чтобы измерения каждого из параметров производи-лись как минимум двумя группами учащихся. После того, как одна из групп закончит измерения, поручите ей передать использовавшееся ею оборудование второй группе. Обе группы учащих¬ся должны использовать одно и то же ведерко для отбора образцов воды.

Если будет замечено существенное расхождение между значениями измерявшегося двумя группа¬ми учащихся параметра, третья группа учащихся должна повторить те измерения, которые произво¬дились первой и второй группами. В таблице на следующей странице приводятся максимальные допустимые расхождения между измеряемыми значениями параметров.

Параметр	Максимальное расхождение
Прозрачность	1,0 см
Температура воды	0,5°C
Содержание растворенного кислорода	0,4 мг/л (набор фирмы LaMott) 1,0 мг/л (набор фирмы Hach)
pH (лакмусовая бумага)	1,0 ед. pH
pH (показания прибора)	0,2 ед. pH
Электропроводность	2% диапазона шкалы (40 мкСм/см)
Соленость (денсиметр)	0,4 части на тысячу
Соленость (титрование)	0,4 части на тысячу
Щелочность	4 мг/л $CaCO_3$ (набор фирмы LaMott)
	1 капля (набор фирмы Hach)
	17 мг/л $CaCO_3$ (в верхнем диапазоне)
	6,8 мг/л $CaCO_3$ (в нижнем диапазоне)
Содержание нитратов	(1,0 мг/л)

Каждая группа учащихся должна регистри-ровать данные на своем собственном листе ввода данных гидрологических исследований. В базу данных учащихся-участников программы G L O B E следует загружать среднее значение, рассчитанное на осно¬ве всех полученных значений, удовлетворяющих перечисленным выше допускам. Игнорируйте зна¬чения, превышающие допустимое максимальное расхождение. Следует отметить, что в случае определения прозрачности воды, в базу данных учащихся-участников программы G L O B E следует вводить все полученные значения.

Ликвидация жидких отходов

После выполнения измерений все растворы (за исключением растворов, используемых для анализа содержания нитратов и титрования солености) и жидкости следует собрать в пласти-ковый контейнер для отходов с широким горлыш-ком и навинчивающейся крышкой, из которого эти отходы можно вылить в умывальник, промыв сливную горловину умывальника водой из-под крана. Если правила обеспечения безопасности, действующие в вашем школьном округе, предус¬матривают другую процедуру удаления отходов, выполняйте действующие правила. Отходы, образующиеся после измерения содержания нит¬ратов и титрования солености (обычно содержа¬щие, соответственно, кадмий и соединения хрома), следует ликвидировать в соответствии с правила¬ми обеспечения безопасности, принятыми в вашем школьном округе.

Сбор образцов воды

Приборы и материалы

Четырехлитровое ведерко, к ручке которого надежно привязана прочная веревка
Бумажные полотенца
Полиэтиленовые бутылки для образцов воды, вместимостью 500 мл
Научные дневники участников программы GLOBE, ручки, листы ввода данных
Латексные перчатки (рекомендуются)

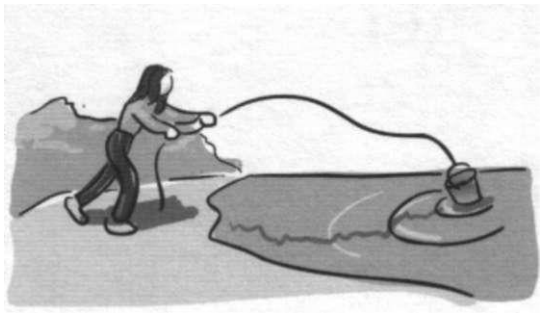
Если учащиеся имеют БЕЗОПАСНЫЙ доступ к воде (т. е. если вода находится на расстоянии протянутой руки), измерения температуры воды, pH, содержания растворенного кислорода и удельной электропроводности можно производить на участке отбора образцов непосредственно у поверхности воды. Тем не менее, для измерения щелочности, солености и содержания нитратов необходимо набирать образец воды в ведерко. Измерения параметров воды следует производить сразу же после отбора образцов. Если нет другой возможности, образцы воды можно набирать в бутылки и производить измерения pH, щелочности и солености или электропроводности после возвращения в классную комнату. Перед перемещением образца воды необходимо стабилизировать содержание в нем кислорода, выполнив предварительные операции, перечисленные в описании практической работы «Содержание растворенного кислорода». Отбирая образцы воды, параметры которых будут измеряться сразу же, или образцы воды, набираемые в бутылки и анализируемые после возвращения в классную комнату, применяйте следующие методы.

С помощью трубки для замера мутности воды определяется прозрачность проточной воды в мелководных реках, ручьях или других мелководных водоемах. С помощью диска Секки определяется прозрачность воды только в глубоких водоемах со стоячей водой, причем измерения с помощью диска Секки, как правило, производятся наблюдателями, стоящими на мосту или на молу, поодаль от прибрежной части водоема.

Метод отбора образцов

1. Держась за веревку, привязанную к ведерку, опустите ведерко в воду так, чтобы оно частично заполнилось водой. Если ведерко плавает, вода не сможет перелиться через край ведерка; покачайте ведерко веревкой, чтобы залить его водой. После того, как вода попадет в ведерко, вытащите его и прополоскайте его набранной водой, чтобы очистить поверхности ведерка, после чего вылейте воду и снова наберите образец воды. Не пользуйтесь дистиллированной водой с целью промывки ведерка — это может привести к изменению результатов измерений. Никогда не допускайте использования ведерка для отбора образцов с целью уборки или в других посторонних целях,

Промывка ведерка для сбора образцов воды.



Забрасывание ведерка для сбора образцов воды.

так как это повлияет на результаты измерений.

Если вы отбираете образцы воды из ручья, закидывайте ведерко в место, где вода хорошо перемешивается, поодаль от берега. В идеальном случае следует отбирать образец воды в таком месте, где наблюдается хотя бы медленное течение.

Если образец воды отбирается из ручья с быстрым течением, крепко держите веревку, чтобы течение не унесло ведерко.

Если вы отбираете образцы воды из озера, в заливе или на берегу океана, закидывайте ведерко с берега как можно дальше. Образцы следует всегда отбирать из верхнего слоя воды. Ведерко не должно заполняться водой полностью и тонуть. Будьте осторожны, чтобы не замутить воду донными осадками.

2. Отбирая образец, заполняйте ведерко водой на две трети или на три четверти, после чего вытаскивайте его из воды.

Сбор образцов воды в бутылки

Хотя все измерения в ходе гидрологических иссле¬дований рекомендуется производить непосредст¬венно на участке отбора образцов, измерения кислотности (pH), щелочности, содержания нитратов и удельной электро-проводности или солености можно выполнять в классной комнате. Измерение содержания растворенного кислорода можно производить в классной комнате только после стабилизации содержания кислорода в образце в полевых условиях.

Набирая образцы воды в бутылки и перемещая их в классную комнату, выполняйте следующие инструкции. Эти инструкции не относятся к измерениям температуры воды, содержания растворенного кислорода и прозрачности воды.

1. Наклейте на полиэтиленовые бутылки вместимостью 500 мл ярлыки с указанием наименования вашей школы, фамилии учителя, наименования участка отбора образцов и даты и времени отбора образцов.
2. Промойте бутылку и крышку водой из того водоема, из которого вы отбираете образцы.
3. Наполняйте бутылку водой из исследуемого водоема до тех пор, пока вода не образует выгнутую поверхность над краями горлышка бутылки — с тем, чтобы в бутылке не осталось воздуха после того, как вы закроете ее крышкой.
4. Загерметизируйте соединение крышки с бутылкой хозяйственной липкой лентой.

   Примечание: Лента служит в качестве ярлыка и указывает на то, открывали ли бутылку. Поверхность ленты НЕ ДОЛЖНА сопriасаться с самим образцом воды.
5. Храните образцы воды, набранные в бутылки, в холодильнике при температуре примерно 4°C. Измерения содержания нитратов и pH следует производить не позже, чем через 2 часа после отбора образцов; измерения щелочности и солености или электро¬проводности воды можно производить в течение суток после отбора образцов.
6. После вскрытия бутылки в первую очередь производите измерение кислотности (pH), а затем измерения солености или электропроводности, щелочности и содержания нитратов. В идеальном случае, после вскрытия бутылки все измерения следует производить в течение одного лаборатор¬ного занятия.

Обеспечение безопасности

См. листы научных данных о материалах, поставляемые вместе с аналитическими наборами и буферными веществами. Кроме того, см. правила обеспечения безопас¬ности, действующие в вашем школьном округе.

В любых случаях, лицам, пользующимся наборами химикатов, рекомендуется надевать латексные перчатки и защитные очки.

Определение прозрачности воды

Предназначение практической работы

Определение прозрачности воды с использованием диска Секки (в стоячей глубокой воде) или трубки для замера мутности воды (в проточной воде или на мелководье).

Обзор

Диск Секки — широко распространенное средство измерения прозрачности воды (глубины проникновения света в воду). Значение прозрачности воды, определяемое с помощью диска Секки, зависит от количеств взвешенных в воде и окрашивающих воду веществ, попадающих в водоем вместе с вымываемыми твердыми осадками или образующихся в результате жизнедеятельности организ-мов. Трубка для замера мутности воды используется с целью определения прозрач-ности проточной воды или в тех случаях, когда использование диска Секки практически не целесообразно.

Продолжительность измерений

10—15 минут.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота измерений

Измерения производятся еженедельно.

Важнейшие концепции

Определение прозрачности воды с использованием диска Секки или трубки для замера мутности воды.

Рассеяние света.

Взвешенные в воде частицы.

Поглощение света.

Цвет воды.

Производительность.

Навыки

Использование диска Секки или трубки для замера мутности воды.

Планирование выполнения измерений.

Регистрация данных.

Интерпретация результатов.

Приборы и материалы

Диск Секки

Веревка длиной 5 м (или другой длины, в зависимости от глубины водоема на участке отбора образцов).

Распыляющие (аэрозольные) контейнеры с черной и белой латексной эмалевой краской.

Отрезок стальной трубы диаметром 2,5-3 см и длиной 15 см.

Сверло.

Круглый деревянный диск толщиной 2,5 см и диаметром 20 см.

2 шурупа с крючками на головке.

Леска длиной 15 см.

Флакон с клеем для дерева или универсальным клеем.

Фломастеры, наносящие несмываемые метки (красный, синий и черный).

Измерительная планка.

Трубка для замера мутности воды

Прозрачная пластиковая трубка длиной примерно 1 м (в зависимости от прозрачности воды на участке отбора образцов) и диаметром 4,5 см (например, прозрачная пластиковая оболочка лампы дневного света, которую можно найти в хозяйственном магазине).

Белая крышка, надежно закрепляемая на основании трубки (хорошо подходит заглушка для поливинилхлоридной трубы).

Черный фломастер, наносящий несмыва-емые метки.

Измерительная планка.

Подготовка

Если диск Секки невозможно заказать, его следует изготовить. См. инструкции по изготовлению диска в описании практической работы.

Если используется трубка для замера мутности воды, ее следует изготовить перед переходом на участок отбора образцов.

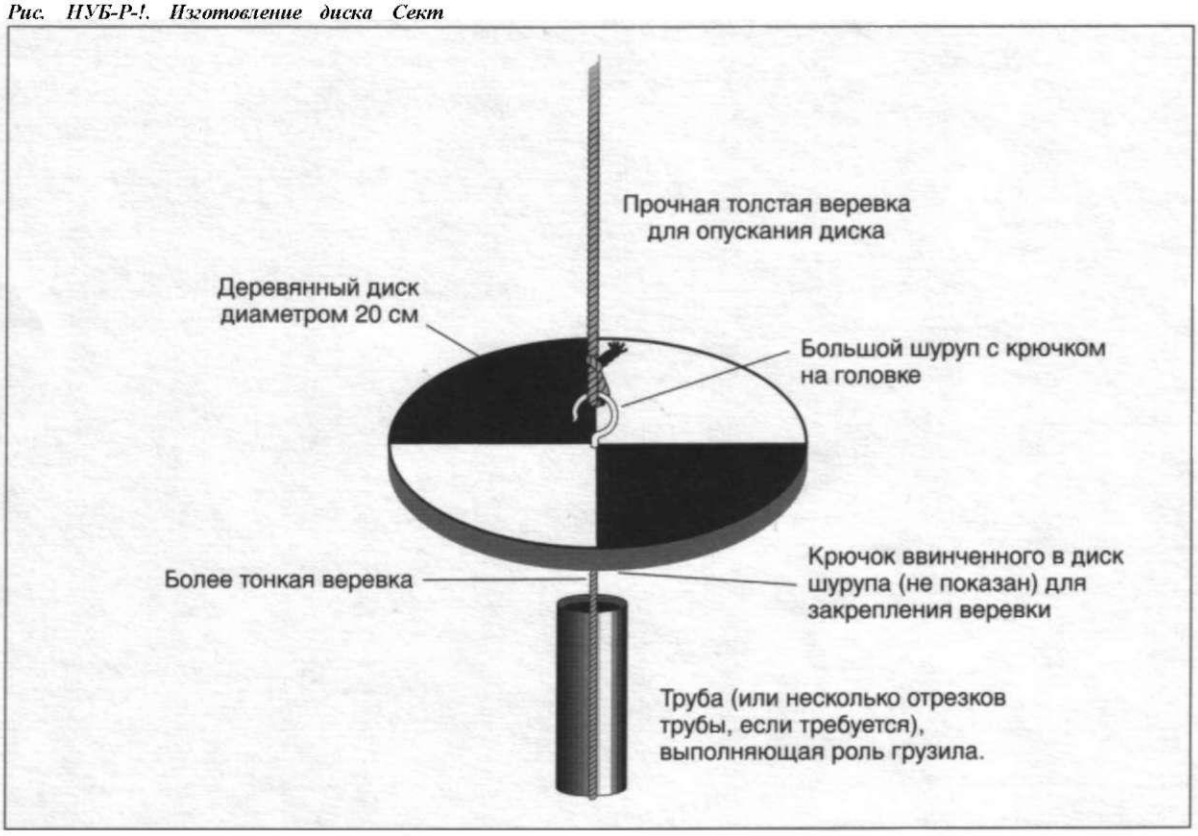
Предварительные условия

Перед тем, как учащиеся начнут производить первые измерения, следует вкратце обсудить методы использования диска Секки или трубки для замера мутности при определении прозрачности воды.

Изготовление диска Секки

1. Разделите поверхность деревянного диска на четыре квадранта, нанося тонкие линии карандашом (начертите две перпендикулярные прямые, проходящие через центр диска).
2. Закрасьте два противоположных квадранта черной краской, а два других квадранта — белой краской.
3. Ввинтите шурупы с крючками на головках в центре верхней (окрашенной) и нижней поверхностей диска, после чего привяжите к крючку шурупа, ввинченного в верхнюю поверхность диска, веревку длиной 5 метров (или длиннее).
4. Привяжите более короткий отрезок веревки к крючку шурупа, ввинченного в нижнюю поверхность диска, и протяните этот отрезок веревки через трубу. Завяжите большой узел в основании трубы так, чтобы она, будучи подвешена под диском, не падала, опираясь на узел.
5. Подвесив диск на веревке, привязанной к крючку с верхней стороны диска, возьмите измерительную планку и разметьте веревку фломастером, оставляющим несмываемые метки, обозначив отрезки длиной 10 см. На высоте 50 см над диском сделайте синюю отметку, а на высоте 1 метр над диском — красную отметку. После этого диск готов к выполнению измерений.

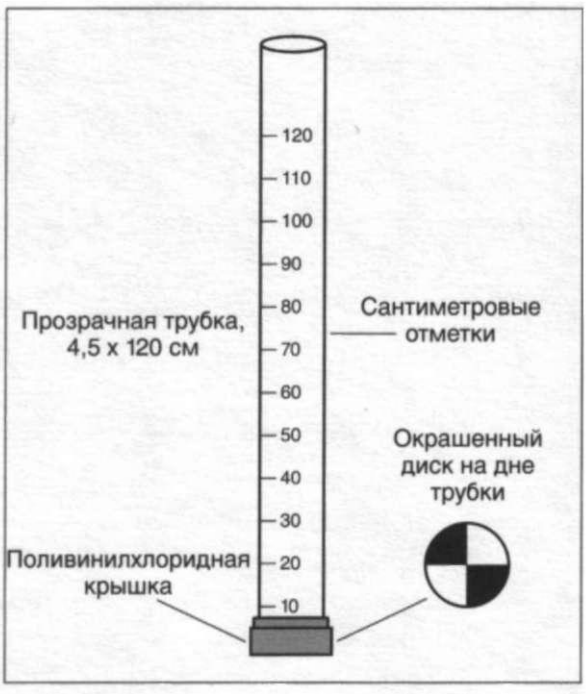
Рис. НУБ-Р-!. Изготовление диска Секк



Изготовление трубки для замера мутности воды

1. Закрепите поливинилхлоридную крышку на одном конце прозрачной трубки. Крышка должна надеваться плотно, так, чтобы в трубку не проникала вода.
2. Вырежьте из дерева, пластика или картона диск, соответствующий трубке по диаметру.
3. Разделите диск на четыре квадранта и закрасьте противоположные квадранты черным и белым цветом. Запрессуйте диск в полиэтилен или покройте его лаком, чтобы он не пропитывался водой.
4. Приклейте диск к основанию трубки окрашенной стороной вверх (так, чтобы она была обращена к верхнему, открытому концу трубки).
5. Пользуясь фломастером и измерительной планкой, разметьте шкалу на боковой стенке трубки, начиная с верхнего края диска (0 см).

Рис. HYD-P-2. Изготовление трубки для замера мутности воды



Измерение прозрачности воды

Измерения с помощью диска Секки или трубки для замера мутности воды следует производить в тени, так, чтобы Солнце находилось за спиной. Это позволит получать точные и воспроиз-водимые показания. Если измерения невозможно произво¬дить в естественной тени, воспользуйтесь зонтиком или большим куском картона, чтобы затенить участок, на котором выполняются измерения. В случае использо-вания трубки для замера мутности воды достаточно тени, отбрасываемой лицом, производящим измерения.

Различные люди замечают исчезновение диска Секки или дна трубки для замера мутности воды на различной глубине. Поэтому всякий раз, когда это возможно, измерения прозрачности должны производиться независимо тремя учащимися, и все полученные ими результаты следует загружать в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Измерения с помощью диска Секки

1. Медленно опускайте диск в воду до тех пор, как он перестанет быть виден. Если это возможно, возьмитесь за веревку у самой поверхности воды и пометьте соответствующую длину веревки (например, с помощью булавки). Если отметить длину веревки у самой поверхности воды невозможно, отметьте длину веревки на известном расстоянии над водой.
2. Поднимайте диск до тех пор, как вы его увидите. Возьмитесь за веревку у самой поверхности воды или на известном расстоянии над водой и отметьте соответствующую длину веревки. Теперь веревка должна быть помечена в двух местах, находящихся на расстоянии не более чем несколько сантиметров одно от другого.
3. Зарегистрируйте обе глубины на листе ввода данных гидрологических исследо¬ваний, округлив значения до 1 см.
4. Если отмеченные глубины отличаются одна от другой более чем на 10 см, повторите измерения, зарегистрировав новые значения глубины на листе ввода данных гидрологических исследований.
5. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Определение плотности облачного покрова,* определите плотность облачного покрова. Определите расстояние от поверхности воды до места, отмечавшегося каждым из наблюдателей на веревке, и

зарегистрируйте значения плотности облачного покрова и расстояния от поверхности воды до метки на веревке на листе ввода данных гидрологических исследований. Если веревка отмечалась у самой поверхности воды, зарегистрируйте значение «О».

6. Введите измеренные значения глубины, плотности облачного покрова и расстояния от метки на веревке до поверхности воды в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Примечание. Вводите данные, зарегистрированные каждым из наблю¬ дателей, не усредняя результаты.

Примечание. Если диск Секки достигает дна водоема на участке отбора образцов, и вы все еще его видите, зарегистрируйте глубину водоема и расстояние от метки на веревке до поверхности воды и введите символ «более чем» (>) перед зарегистрированными значениями как на листе ввода данных, так и при загрузке значений в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

измерения с помощью трубки для замера мутности воды

1. Заливайте образец воды в трубку до тех пор, когда дно трубки, наблюдаемое прямо сверху через столб воды в трубке, перестанет быть заметным. Поворачивая трубку и смотря на ее дно, проверяйте, различимы ли черные и белые части изображения на дне.
2. Зарегистрируйте глубину воды на листе ввода данных гидрологических исследо¬ ваний с точностью до 1 см.
3. Введите измеренные значения глубины в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Вводите данные, зарегистрированные каждым из наблюдателей, не усредняя результаты.

Примечание. Если, заполнив трубку водой полностью, вы все еще видите ее дно, заре¬ гистрируйте глубину столба воды, введя символ «более чем» (>) перед значением глубины.

Измерение температуры воды

Предназначение практической работы
Измерение температуры образца воды.

Обзор
Значение температуры образца воды требуется для измерения содержания растворенного кислорода и кислотности (pH), а также используется при изучении глобальных гидрологических вопросов.

Продолжительность измерений
5 минут, после калибровки термометра.

Уровень подготовки учащихся
Любой.

Частота измерений
Измерения производятся еженедельно.
Калибровка производится каждые три месяца.

Важнейшие концепции
Температура, измерение температуры.
Тепло, перенос тепла, теплопроводность.
Точность данных.
Надежность данных.

Навыки
Надлежащее использование термометра.
Считывание показаний на шкале прибора.
Регистрация данных.

Приборы и материалы
Спиртовый термометр.
Часы.
Леска достаточной длины для опускания термометра в воду.
Резиновое кольцо.
Листы для ввода данных.

Подготовка
Перемещение приборов и материалов на участок гидрологических исследований.

Предварительные условия
Отсутствуют.

Калибровка и контроль качества данных

Измерения температуры занимают только нес¬колько минут. Важнее всего выждать в течение времени, достаточного для того, чтобы тем¬пература термометра сравнялась с температурой воды — т. е. примерно в течение трех—пяти минут.

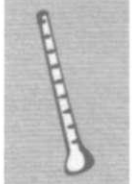
Жидкостный термометр следует калибровать как минимум один раз каждые три месяца, а также перед первым его использованием. Инструкции по калибровке термометра приведены в описании практической работы *Максимальная, минимальная и текущая температура* раздела *Атмосферные исследования.*

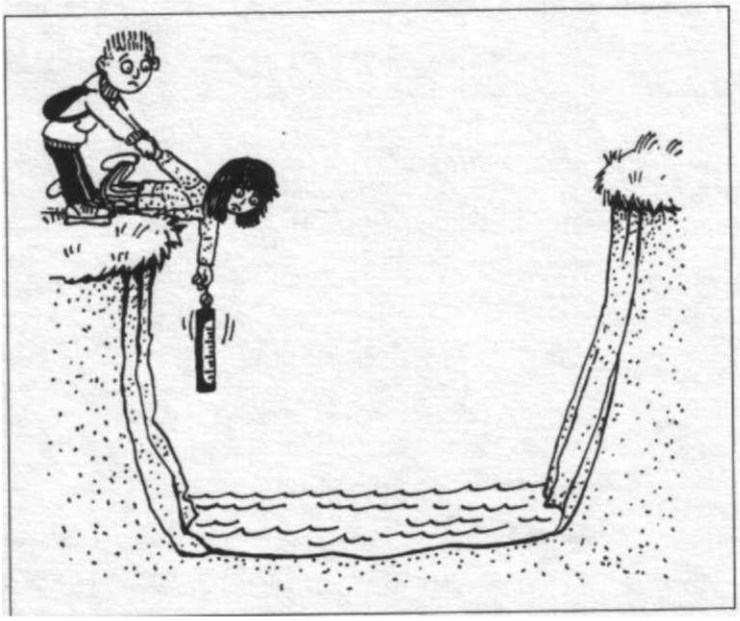
Измерение температуры воды

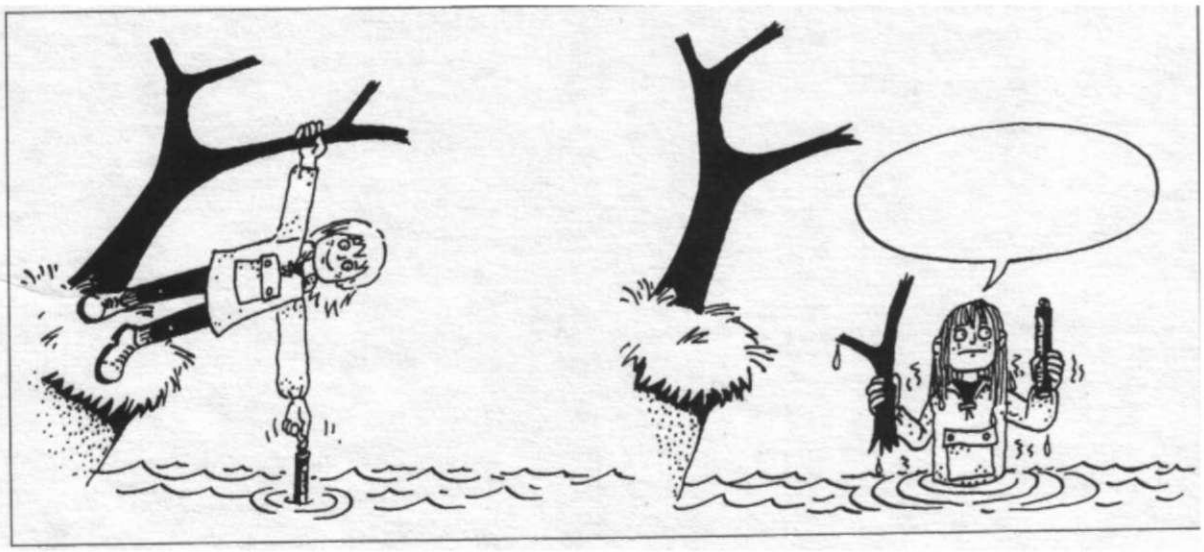
1. Надежно привяжите один конец лески к термометру, а другой конец — к резиновому кольцу. Наденьте резиновое кольцо на кисть руки, чтобы термометр не потерялся, если вы случайно уроните его в воду.
2. Взявшись за термометр с конца, противоположного измерительному наконечнику, встряхните его несколько раз, чтобы удалить пузырьки воздуха, остающиеся в жидкости внутри трубки термометра. Зарегистрируйте показание температуры.
3. Погрузите термометр в образец воды на глубину 10 см и выждите в течение трех—пяти минут.
4. Поднимите термометр так, чтобы можно было видеть показание температуры, но не выше. Быстро зарегистрируйте показание температуры. Если температура окружающего воздуха существенно отличается от температуры воды или если наблюдается сильный ветер, показание термометра может быстро измениться после его удаления из воды; старайтесь считывать показания термометра так, чтобы его измерительный наконечник оставался погруженным в воду. Снова опустите термометр в воду и подождите около минуты или до тех пор, когда тем¬пература стабилизируется. Снова заре¬гистрируйте показание температуры. Если оно не изменилось, перейдите к выполнению операции 5.

5. Зарегистрируйте показание температуры, а также дату и время выполнения измерений, на листе ввода данных гидрологических исследований.

6. Рассчитайте среднее значение температуры на основе показаний, зарегистрированных несколькими группами учащихся. Если все измеренные показания не расходятся более чем на 1°C, загрузите среднее значение температуры в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если наблюдается более значительное расхождение показаний, повторите измерения.







Источник: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Общество экологического образования, Чешская республика.

Измерение содержания растворенного кислорода

Предназначение практической работы

Измерение количества кислорода, растворен-ного в образце воды.

Обзор

Выживание растений и животных, обитающих в водоеме, в значительной степени зависит от содержания растворенного кислорода в воде. Содержание растворенного кислорода в воде зависит, в свою очередь, как от естественных процессов, так и от деятельности людей.

Продолжительность измерений

Калибровка: 15 минут.

Полевые измерения: 15 минут.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Частота измерений

Измерения производятся еженедельно.

Каждые полгода необходима калибровка.

Важнейшие концепции

Растворенный кислород.

Сравнение с эталоном.

Точность и надежность данных.

Навыки

Надлежащее использование набора для измерения содержания растворенного кислорода.

Регистрация данных.

Приборы и материалы

Набор для измерения содержания растворенного кислорода (см. «Комплект приборов и материалов»).

Предупреждение: этот набор содержит опасные химикаты.

Дистиллированная вода.

Полиэтиленовая бутылка вместимостью 250 мл, с крышкой.

Термометр.

Листы ввода данных.

Латексные перчатки и защитные очки.

Подготовка

Обучение выполнению процедуры подготовки и консервации образца, описание которой приведено ниже.

Перемещение приборов и материалов на участке гидрологических исследований.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Калибровка и контроль качества данных

Калибровку следует производить раз в шесть месяцев с тем, чтобы проверять точность приме¬няемого вами метода и пригодность используемых вами химикатов.

1. Дважды промойте бутылку вместимостью 250 мл дистиллированной водой. Отмерьте 100 мл дистиллированной воды с помощью мензурки.
2. Залейте дистиллированную воду в бутылку вместимостью 250 мл. Плотно закройте бутылку крышкой и сильно взбалтывайте ее содержимое в течение пяти минут.
3. Откройте крышку бутылки и измерьте температуру воды. Проследите за тем, чтобы измерительный наконечник термометра не прикасался ко дну или к стенкам бутылки. Подождите 1 минуту перед считыванием показания температуры.
4. Зарегистрируйте температуру на листе ввода данных гидрологических исследований.
5. Выполните указания по измерению содержания растворенного кислорода.

Регистрируйте на листе ввода данных значение содержания кислорода в эталонном образце дистиллированной воды, выраженное в мг/л (кислорода в дистиллированной воде). Содержание растворенного кислорода в эталонном образцу взболтанной дистил-лированной воды, выраженное в мг/л, не должно отличаться более чем на 0,4 мг/л от значения, ожидаемого для насыщенной кислородом (взболтанной) дистиллированной воды. Ожидаемое значение содержания кислорода в насыщенной кислородом дистиллированной воде определяется следующим образом.

Таблица HYD-P-1. Растворимость кислорода в воде, перемешанной с воздухом при давлении 750 мм рт ст.

Темп. (°C)	Растворимость (мг/л)	Темп. (°C)	Растворимость (мг/л)	Темп. (°C)	Растворимость (мг/л)
0	14,6	16	9,9	32	7,3
1	14,2	17	9,7	33	7,2
2	13,8	18	9,5	34	7,1
3	13,5	19	9,3	35	7,0
4	13,1	20	9,1	36	6,8
5	12,8	21	8,9	37	6,7
6	12,5	22	8,7	38	6,6
7	12,1	23	8,6	39	6,5
8	11,9	24	8,4	40	6,4
9	11,6	25	8,3	41	6,3
10	11,3	26	8,1	42	6,2
11	11,0	27	8,0	43	6,1
12	10,8	28	7,8	44	6,0
13	10,5	29	7,7	45	5,9
14	10,3	30	7,6	46	5,8
15	10,1	31	7,4	47	5,7

1. Найдите в таблице НУО-Р-1 значение температуры, соответствующее температуре вашего эталонного образца.
2. Найдите соответствующее значение растворимости кислорода (в мг/л) и зарегистрируйте его на листе ввода калибровочных данных. Например: растворимость кислорода в эталонном образце дистиллированной воды при температуре 22°C должна составлять 8,7 мг/л.
3. Найдите в таблице НУО-Р-2 значение калибровочного коэффициента, соответствующего высоте над уровнем моря, на которой вы находитесь, и зарегистрируйте это значение на листе ввода калибровочных данных. Например: значение калибровочного коэффициента насыщения воды кислородам на высоте 1544 м над уровнем моря составляет 0,83.
4. Умножьте значение растворимости кислорода, найденное при выполнении операции 2, на значение калибровочного коэффициента, определенного при выполнении операции 3. Например: на высоте 1544 м над уровнем моря при температуре 22°C,

   8,74 мг/л x 0,83 = 7,25 мг/л

5. Это значение (в приведенном примере 7,25) — ожидаемое значение содержания кислорода во взболтанном эталонном образце дистиллированной воды.

6. Сравните это ожидаемое значение со значением, полученным вами при анализе вашего взболтанного эталонного образца дистиллированной воды. Если эти значения расходятся более чем на 0,4 мг/л (при использовании набора фирмы ЬаМоИ) или не более чем на 1 мг/л (при использовании набора фирмы Насп), попробуйте снова произвести измерение содержания кислорода в дистиллирован¬ной воде. Если расхождение все равно будет составлять более 0,4 мг/л, но менее 1 мг/л, зарегистрируйте полученное значение содержания кислорода в дистиллированной воде ***(00)*** на листе ввода калибровочных данных.

7. Если расхождение будет составлять более 1 мг/л, зарегистрируйте полученное вами значение и замените химикаты в вашем аналитическом наборе перед выполнением дальнейших измерений. После получения новых химикатов повторите процедуру калибровки.

Измерение содержания растворенного кислорода

Отбор образца

1. Трижды промойте бутылку для отбора образца и руки водой из исследуемого водоема. Трижды промойте бутылку дистиллированной водой.
2. Закройте бутылку крышкой.
3. Погрузите бутылку в воду исследуемого водоема и снимите крышку. Бутылка должна заполниться водой.
4. Постучите по бутылке, чтобы высвободить захваченные пузырьки воздуха.
5. Продолжая удерживать бутылку под водой, закройте ее крышкой. Выньте закрытую крышкой бутылку из воды.
6. Проверьте, не остались ли в бутылке пузырьки воздуха. Если вы заметите оставшиеся в бутылке пузырьки, повторите процедуру отбора образца.

Консервация и анализ образца

1. Пользуйтесь набором для определения содержания растворенного кислорода, соответствующим требованиям, приведенным в разделе «Комплект приборов и материалов» настоящего руководства. Точно выполняйте инструкции. Если для измерения количества порошковых химикатов используется ложечка для взвешивания, не допускайте контактирования ложечки с жидкостью.
2. Зарегистрируйте значения, полученные группами учащихся, на листе ввода данных гидрологических исследований.
3. Рассчитайте среднее значение на основе показаний, зарегистрированных группами учащихся. Если эти показания не отли-чаются от среднего более чем на 1 мг/л, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. В противном случае повторите измерения.
4. Слейте все использованные жидкости в контейнер для отходов.

Аналитические наборы для определения содержа¬ния растворенного кислорода состоят из двух частей: химикатов для консервации (стабилизации) образца и аналитических химикатов. В процессе консервации образца к образцу воды добавляются химикат, выпадающий в осадок в присутствии растворенного кислорода, а затем химикат, окрашивающий раствор. В процессе анализа образца в образец воды добавляется, по каплям, *титрирующий* раствор до тех пор, пока образец не обесцветится. Значение содержания растворенного кислорода определяется на основе количества добавленного в образец титри-рующего раствора.

Таблица НУО-Р-2. Значения калибровочных коэффициентов для различных значений атмосферного давления и высоты над уровнем моря.

Давление (мм от ст)	Дарение	Высота !„"	Калибровочный коэффициент
768	102,3	-84	1.01
760	101.3	0	1,00
752	100.3	85	ода
745	99,3	170	0.98
787	98,8	256	0,97
730	97,3	343	0,96
722	96.3	431	0.95
714	95,2	519	0.94
707	94,2	608	0,93
699	932	698	0.92
692	92,2	789	0,91
684	91.2	880	0,90
676	902	972	0.89
669	89.2	1066	0.88
661	88.2	1160	0,87
654	87,1	1254	0,86
646	86.1	1350	0,85
638	85,1	1447	0,84

Давление (мм рт. см	Давление (кПа)	Высота <м|	Калибровочный коэффициент
631	84,1	1544	0.83
623	83,1	1643	0,82
616	82,1	1743	0.81
608	81,1	1843	0.80
600	80,0	1945	0.79
593	79.0	2047	0,78
585	78,0	2151	0.77
578	77,0	2256	0.76
570	76.0	2362	0,75
562	75,0	2469	0,74
555	74.0	2577	0,73
547	73.0	2687	0,72
540	71,9	2797	0,71
532	70,9	2909	0.70
524	69,9	3203	0,69
517	68,9	3137	0,68
509	67.9	3253	0,67
502	66,9	3371	0,66

Определение кислотности (pH)

Предназначение практической работы

Измерение показателя pH.

Обзор

Показатель pH, или кислотность, образца воды — важнейший фактор, позволяющий опреде-лять пригодность воды для обитания фауны и флоры.

Уровень подготовки учащихся

Все.

Продолжительность измерений

Фактические измерения занимают 5 минут. От 10 до 15 минут затрачивается на подготовку в классе, и еще 5 минут — на калибровку в полевых условия по методу 2.

Частота измерений

Измерения и калибровка производятся еженедельно.

Важнейшие концепции

- Показатель pH и его измерение.
- Воздействие температуры на показатель pH.
- Калибровка.
- Буферные и стандартные растворы для определения pH.

Навыки

- *Использование* оборудования для измерения pH.
- *Регистрация* данных.

Приборы и материалы

Метод 1

- Лакмусовая бумага (учащиеся с начальным уровнем подготовки)
- Химические стаканы вместимостью 50 мл или 100 мл.

Метод 2

- Ручка для измерения pH (учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки).
- Одна миниатюрная (ювелирная) отвертка (для калибровки).
- Три химических стакана вместимостью 50 мл или 100 мл.
- Полиэтиленовая бутылочка вместимостью 50 мл с крышкой или чистая баночка для детского питания с крышкой.
- Буферный раствор с pH = 7.

Альтернативный вариант:

- Прибор для измерения pH (учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки).
- Пять химических стаканов вместимостью 50 мл или 100 мл.
- Три полиэтиленовых бутылочки вмести-мостью 50 мл с крышками или три чистых баночки для детского питания с крышками.
- Три буферных раствора с pH = 4, pH = 7 и pH = 10.

При измерении pH как ручкой, так и прибором, используются также следующие материалы:

- Измерительная мензурка вместимостью 100 мл.
- Бумажные полотенца.
- Косметические салфетки.
- Дистиллированная вода в пластиковой бутылке.
- Палочка или ложечка для перемешивания.
- Хозяйственная липкая лента.
- Фломастер, оставляющий несмываемые метки.
- Латексные перчатки и защитные очки.

Подготовка

Подготовьте ручку или прибор для измерения pH в соответствии с инструкциями изготови-теля. Не забудьте выждать в течение достаточного времени (более одного часа). Ручки и приборы для измерения pH служат дольше, если они хранятся во влажном состоянии. Подготовьте в классной комнате буферные растворы с известным зна-чением pH. Откалибруйте ручку или прибор для измерения pH перед их перемещением на участок отбора образцов воды. Возьмите с собой все требуемые приборы и материалы, в том числе буферные растворы.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Настоящая практическая работа заключается в определении кислотности (pH) образца воды, отобранного на участке гидрологических исследо¬ваний. Мы рекомендуем учащимся с начальным уровнем подготовки пользоваться лакмусовой бумагой для определения pH, учащимся со средним уровнем подготовки — ручкой для измерения pH, а учащимся с высоким уровнем подготовки — прибором для измерения pH.

Измерение pH

Метод 1. Измерение pH лакмусовой бумагой

Учащиеся с начальным уровнем подготовки

1. Промойте химический стакан вмести¬мостью 50 мл или 100 мл водой из исследуемого водоема как минимум дважды.
2. Заполните химический стакан примерно наполовину водой из исследуемого водоема.
3. Погрузите полоску лакмусовой бумаги в образец воды и подождите как минимум минуту. Убедитесь в том, что в воду погружены все сегменты полоски лакмусовой бумаги.
4. Выньте полоску бумаги из воды и сравните результирующий цвет четырех сегментов полоски со шкалой на тыльной стороне коробки с лакмусовой бумагой. Попытайтесь найти последовательность четырех цветов на шкале, точно соответствующую последовательности цветов четырех сегментов использованной полоски лакмусовой бумаги.
5. Если показания неопределенны, для надлежащего реагирования лакмусовой бумаги с водой может потребоваться больше времени. Лакмусовая бумага дольше реагирует с водой, электропроводность которой составляет менее 400 микросименсов на сантиметр (см. описание практической работы *Измерение удельной электропроводности).* Если требуется дополнительное реагирование лакмусовой бумаги, погрузите полоску бумаги в образец воды еще на одну минуту, и снова проверьте окраску ее сегментов. Повторяйте эту процедуру до тех пор, пока вы не удостоверитесь в получении надежного результата. Если показания будут все еще неопределенными после реагирования в течение 10 минут, начните измерения снова с помощью другой полоски лакмусовой бумаги. Если измерения окажутся неудачными и во второй раз, укажите это на листе ввода данных гидрологических исследований.
6. Зарегистрируйте соответствующее показание pH и занесите его на лист ввода данных гидрологических исследований. Загрузите полученное значение в базу данных учащихся-участников программы ОШВЕ.

Примечание. Показания лакмусовой бумаги мо¬гут оказаться неточными, если электропровод¬ность вашего образца воды составляет менее 300 микросименсов на сантиметр (лакмусовая бумага не функционирует надлежащим образом в воде с электропроводностью ниже этого уровня). См. описание практической работы *Измерение удельной электропроводности.*

Метод 2. Измерение pH с помощью ручки или прибора

Учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки

Для того, чтобы измерить кислотность (pH) вашего образца воды с помощью прибора для изме¬рения pH, необходимо: 1) приготовить буферные растворы, 2) откалибровать приборы, 3) проверить показания прибора, измерив кислотность бу¬ферных растворов в полевых условиях и 4) измерить pH вашего образца воды в полевых условиях.

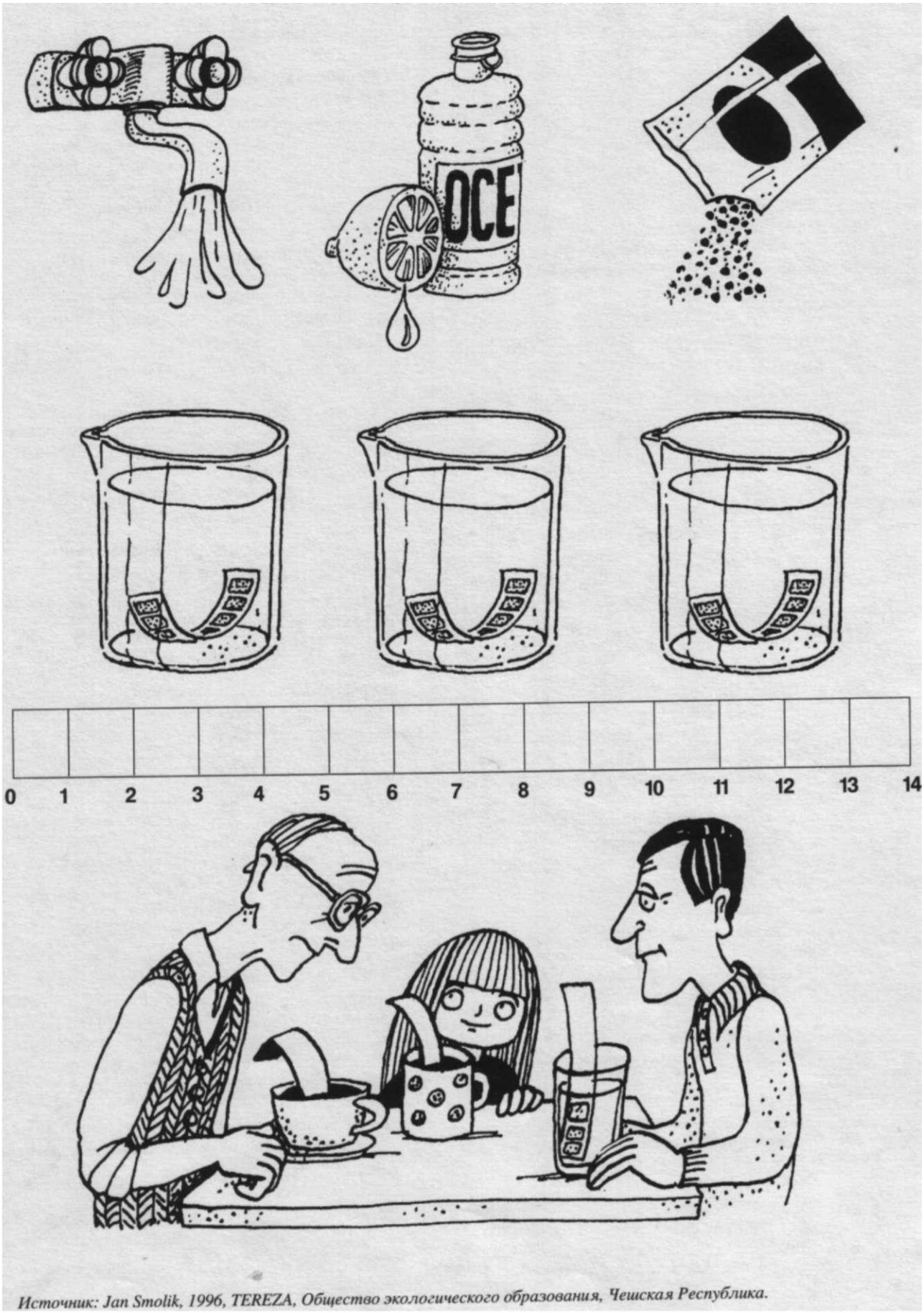
Калибровка

Калибровку следует производить перед выполне¬нием каждой серии измерений. Калибровку можно производить в классной комнате перед пере¬мещением приборов на участок отбора образцов воды.

Этап 1. Приготовление буферных растворов

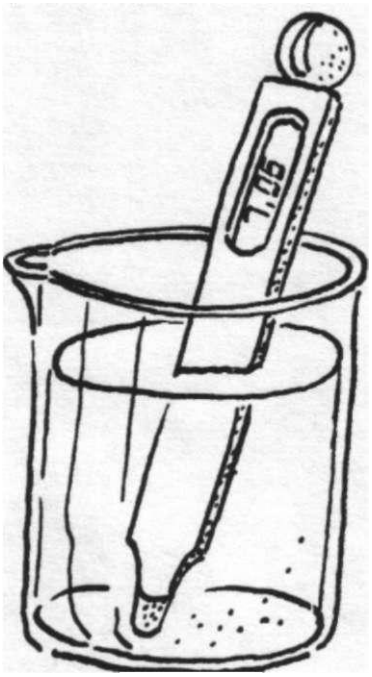
Предварительно приготовленные буферные растворы можно хранить в течение 1 года, если они не будут загрязнены какими-либо примесями. Если вы пользуетесь порошковым химическим агентом для приготовления буферных растворов, растворите его в дистиллированной воде так, как описывается ниже. Если вы используете предвари¬тельно приготовленными буферными растворами, отмерьте 50 мл раствора с помощью мензурки и перейдите к выполнению операции 4.

В отношении каждого буферного раствора (с pH = 4, pH = 7 и pH = 10) выполняются сле-дующие операции.



Источник: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Общество экологического образования, Чешская Республика.

1. Запишите значение pH буферного раствора и дату на двух отрезках липкой ленты. Закрепите один из отрезков ленты на чистом сухом химическом стакане вместимостью 100 мл, а другой — на бутылочке вместимостью 50 мл или на хорошо очищенной баночке для детского питания.
2. Пользуясь мензуркой, отмерьте 50 мл дистиллированной воды и слейте ее в химический стакан.
3. Удерживая пакет с порошковым химическим агентом над химическим стаканом, оторвите один из концов пакета и высыпьте порошок в воду, встряхивая пакет. Убедитесь в том, что все содержимое пакета попало в воду. Перемешивайте раствор палочкой или ложечкой до тех пор, пока весь порошок не растворится.
4. Слейте буферный раствор в обозначенную ярлыком бутылочку. Надежно закройте бутылочку крышкой. По прошествии одного месяца выбросьте бутылочку с раствором.
5. Продолжайте приготовление других буферных растворов, повторяя выполнение операций 1 —4.

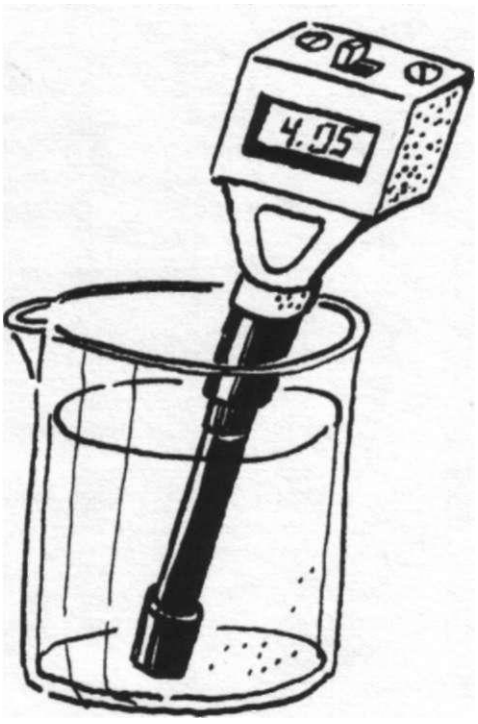


Этап **2.** Калибровка ручки или прибора для измерения pH

A. Калибровка ручки для измерения pH

Примечание. Если ручка для измерения pH не оснащена устройством автоматической компенсации изменения температуры, температура буферного раствора должна составлять 25°C.

1. Подготовьте электрод в соответствии с указаниями изготовителя.
2. Дважды промойте электрод (стеклянный щуп) и окружающие его поверхности дистиллированной водой, пользуясь пластиковой бутылкой, и осушайте увлажненные поверхности косметической салфеткой после каждой промывки. Промывайте ручку над контейнером для жидких отходов или над умывальником, а не над сосудом с буферным раствором, и не прикасайтесь к электроду (стеклянному щупу) пальцами.
3. Включите ручку с помощью расположенного на ее верхнем конце переключателя и полностью погрузите электрод в буферный раствор с pH = 7,0 (см. рис. НУО-Р-3).
4. Осторожно помешивая буферный раствор электродом, подождите, чтобы показания ручки стабилизировались.
5. Пользуясь ювелирной отверткой, поворачивайте маленький винт в отверстии на тыльной стороне ручки до



Источник: Jan Btoiik, 1996, TEKEXA, Общество образования, Чешская республика.

тех пор, пока ручка не будет точно указывать значение 7,0.

6. Выньте ручку для измерения pH из раствора и промойте электрод дистиллированной водой. Слейте буферный раствор обратно в бутылочку с ярлыком и надежно закройте бутылочку.

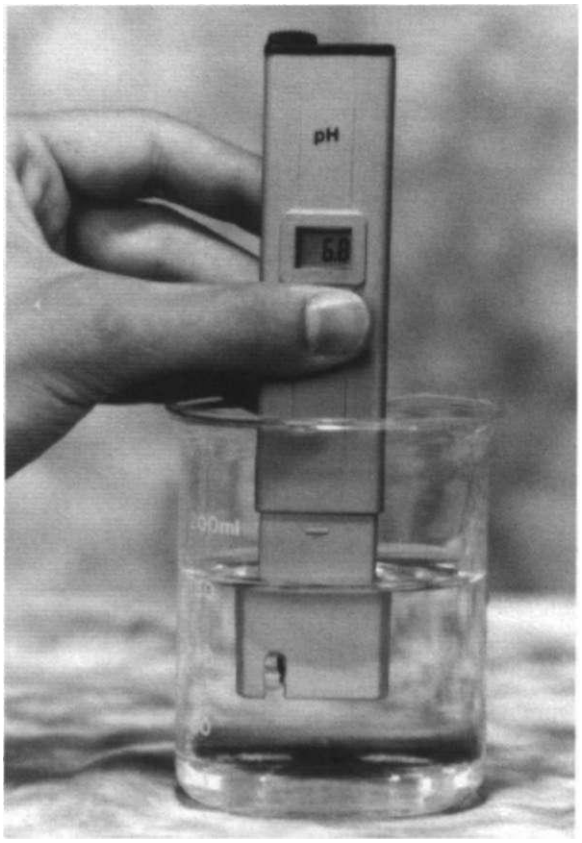
Б. Калибровка прибора для измерения pH

1. Подготовьте электрод в соответствии с указаниями изготовителя.
2. Дважды промойте электрод (стеклянный щуп) и окружающие его поверхности дистиллированной водой, пользуясь пластиковой бутылкой; осушайте увлажненные поверхности косметической салфеткой после каждой промывки. Промывайте ручку над контейнером для жидких отходов или над умывальником, а не над сосудом с буферным раствором, и не прикасайтесь к электроду (стеклянному щупу) пальцами.
3. Включите прибор, нажав кнопку (ON/OFF). Нажмите кнопку CAL, чтобы переключить прибор в режим калибровки.
4. Полностью погрузите электрод в буферный раствор с pH = 7,0, но не погружайте прибор в воду глубже, чем это необходимо (см. рис. HYD-P-3).
5. Осторожно помешивая буферный раствор электродом, подождите, чтобы показания ручки стабилизировались. После стабилизации показаний нажмите кнопку HOLD/CON, чтобы подтвердить указываемое значение и закончить калибровку. Если электрод прибора все еще погружен в буферный раствор, прибор должен указывать значение, соответствующее показателю pH раствора (4, 7 или 10).
6. Выньте прибор для измерения pH из буферного раствора, промойте электрод дистиллированной водой и осушите его косметической салфеткой.
7. Повторите операции 3—6, пользуясь раствором с pH = 4, а затем раствором с pH = 10.
8. Отложите прибор, установив его на бумажном полотенце и выключите его, нажав на кнопку ON/OFF.
9. Слейте буферный раствор обратно в бутылочку с ярлыком и надежно закройте бутылочку.

Этап 3. Повторная проверка показаний ручки или прибора для измерения pH в полевых условиях

1. Возьмите буферные растворы с собой на участок исследований. Обращайтесь с ними так же, как вы обращаетесь с образцами воды. Измерьте pH буферных растворов и зарегистрируйте полученные в полевых условиях значения pH буферных растворов на листе ввода данных. Если полученные значения pH буферных растворов отличаются от фактических значений более чем на 0,2 pH, произведите калибровку прибора снова.
2. После проверки показаний ручки или прибора для измерения pH с помощью буферных растворов можно начинать измерение кислотности (pH) фактического образца воды.

Рис. HYD-P-3. Использование ручки для измерения pH.



Измерение pH образца воды

1. Промойте электрод (стеклянный щуп) и окружающие его поверхности дистиллированной водой, пользуясь пластиковой бутылкой. Осушите увлажненные поверхности косметической салфеткой.
2. Заполните чистый сухой химический стакан вместимостью 100 мл водой из исследуемого водоема до отметки 50 мл.
3. Погрузите электрод в воду. Убедитесь в том, что весь электрод погружен в воду, но не погружайте прибор в воду глубже, чем это необходимо.
4. Помешайте образец воды электродом и подождите, чтобы показание стабилизи¬ ровалось.
5. После стабилизации показания зарегистрируйте значение pH и занесите его на лист ввода данных гидрологических исследований.
6. Повторите выполнение операций 1—5 в отношении другого образца воды, чтобы проконтролировать качество данных. Два полученных вами значения pH образца воды не должны отличаться одно от другого более чем на 0,2, т. е. должны соответствовать точности прибора.
7. Промойте электрод дистиллированной водой, осушите его косметической салфеткой, закройте электрод крышечкой и выключите прибор.
8. Рассчитайте среднее значение pH на основе показаний, зарегистрированных группами учащихся. Если все зарегистрированные показания не отличаются от среднего значения более чем на 0,2, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если зарегистрировано только одно показание, отличающееся от среднего на большую величину, игнорируйте это показаний и рассчитайте среднее значение на основе остальных показаний. Если все остальные показания не отличаются от нового среднего значения более чем на 0,2, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если результаты существенно отличаются один от другого, обсудите порядок выполнения измерений и возможные причины возникновения ошибки с учащимися, но не загружайте полученное значение в базу данных. Если это возможно, повторите практическую работу, чтобы получить результат измерений, соответствующий допускам.

Примечание. Показания ручки или прибора для измерения pH могут оказаться неточными, если электропроводность вашего образца воды составляет менее 100 микросименсов на сантиметр (ручки и приборы для измерения pH не функционируют надлежащим образом, если электропроводность воды ниже этого уровня). См. описание практической работы *Измерение удельной электро-проводности.*

Измерение удельной электропроводности

Предназначение практической работы

Измерение электропроводности воды на участке гидрологических исследований.

Обзор

Удельная электропроводность воды указывает на общее количество растворенных в воде твердых веществ.

Продолжительность измерений

5 минут.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота измерений

Измерения и калибровка производятся еженедельно.

Важнейшие концепции

Электропроводность, факторы, от которых зависит электропроводность.

Стандартизация и калибровка.

Точность и надежность данных.

Навыки

Использование прибора для измерения электропроводности.

Регистрация данных

Приборы и материалы

Прибор для определения общего содержания растворенных твердых веществ (прибор для измерения электропроводности).

Стандартный раствор.

Дистиллированная вода.

Пластиковая бутылка.

Косметическая салфетка.

Три химических стакана вместимостью 50 мл или 100 мл.

Миниатюрная (ювелирная) отвертка (для калибровки).

Подготовка

Выполните процедуру *калибровки* перед перемещением приборов и материалов на участок отбора образцов воды.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Примечание. Измерения удельной электропроводности производятся только в отношении образцов пресной воды. В случае отбора образцов солоноватой или соленой воды вместо электропроводности измеряется соленость.

Предпосылки

Удельная электропроводность измеряется в микросименсах на сантиметр (мкСм/см). 1 мкСм = 1 mho.

Электропроводность (электрическая проводимость) образца воды — показатель способности воды проводить электрический ток. Чем больше примесей (растворенных твердых веществ) содержится в воде, тем выше ее электропроводность. Измеряя электропроводность образца воды, мы можем определить общее количество твердых веществ, растворенных в воде. Для того, чтобы преобразовать значение электропроводности образца воды (выраженное в микросименсах на сантиметр) в значение концентрации твердых веществ, растворенных в воде (выраженное как количество частей на миллион); для этого значение электропроводности следует умножить на определенный коэффициент, известный для воды в естественном состоянии (значение которого может составлять от 0,54 до 0,96). Значение этого коэффициента зависит от типа растворенных в воде твердых веществ. В тех случаях, когда тип растворенных твердых веществ не определяется, широко применяется значение коэффициента, равное 0,67.

Общее количество растворенных веществ (TDS), выраженное как количество частей на миллион, равно произведению электрической проводимости, выраженной в микросименсах на сантиметр, и коэффициента 0,67.

Калибровка

Калибровку прибора для измерения электропроводности следует производить перед выполнением каждой серии измерений. Перед использованием прибора и не реже одного раза в шесть месяцев следует проверять функционирование устройства компенсации изменения температуры. Стандартные калибровочные растворы следует заменять ежегодно.

Калибровка

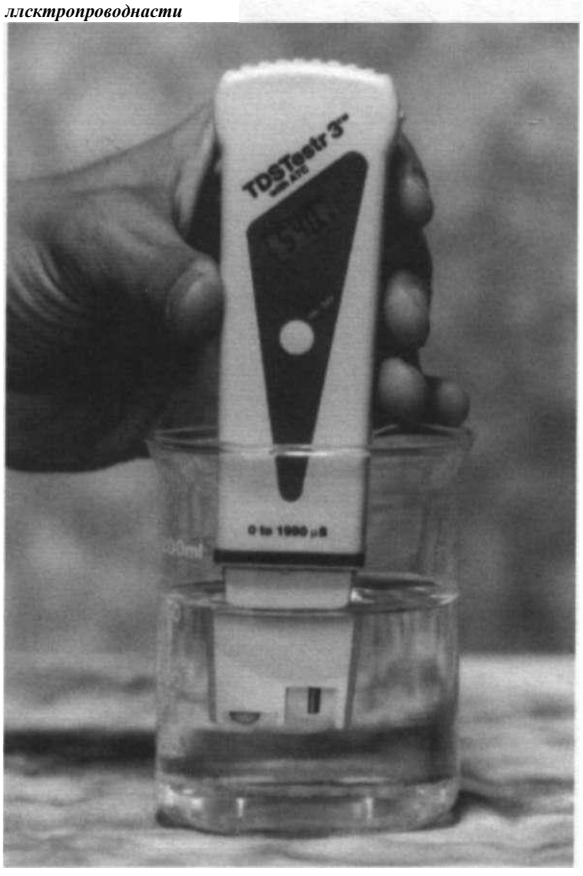
1. Сосуд со стандартным раствором, плотно закрытый крышкой, следует хранить в холодильнике. На ярлыке хранящегося сосуда со стандартным раствором должна быть указана дата приготовления или приобретения раствора.
2. Снимите крышку прибора.
3. Поставьте рядом два чистых, сухих химических стакана вместимостью 100 мл каждый, и заполните оба стакана стандартным раствором до уровня, достаточного для погружения электрода. Примечание. Можно применять и другие стандартные растворы. Калибровку приборы следует производить с учетом характеристик используемого раствора.
4. Включите прибор, нажав кнопку ON/ OFF.
5. Промойте электрод (на нижнем конце прибора) дистиллированной водой из пластиковой бутылки. Не промывайте поверхности над коричневой линией. Высушите увлажненные поверхности косметической салфеткой.
6. Погрузите электрод в первый химический стакан со стандартным раствором на одну или две секунды. Выньте прибор из первого стакана и погрузите его во второй химический стакан со стандартным раствором, не промывая электрод (см. рис. HYD-P-4).
7. Слегка помешайте раствор электродом в течение нескольких секунд, после чего подождите, чтобы показание прибора стабилизировалось.
8. Если показание прибора не соответствует известной удельной электропроводности стандартного раствора, следует отрегулировать прибор так, чтобы его показание соответствовало известной электропроводности раствора. Пользуясь небольшой отверткой, поворачивайте калибровочный винт прибора до тех пор, пока его показание не будет равно стандартному значению электропровод¬ ности. Примечание: В отношении приборов различной конструкции могут применяться различные методы регулировки.
9. Слейте стандартный раствор из двух химических стаканов. Не сливайте использованный во время выполнения этой процедуры стандартный раствор обратно в бутылку с неиспользованным раствором!
10. Промойте электрод дистиллированной водой и высушите его салфеткой. Тщательно промойте химические стаканы.
11. Нажмите кнопку ОШОРР, чтобы выклю чить прибор. Закройте прибор крышкой.

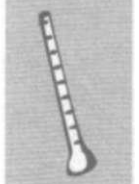
Проверка механизма компенсации изменения температуры

Результаты измерения электропроводности воды зависят от температуры воды. Для того, чтобы ваш прибор указывал значение электропроводности, эквивалентное значению, регистрируемому при температуре 25°С, необходима компенсация изменения температуры.

Измерьте электропроводность стандартного раствора при температуре 5°С, 15°С, 25°С и 35°С. Если указываемое прибором значение электропро¬ водности выходит за пределы допустимого диапазона (+/- 40 мкСм/см), указанного для вашего стандартного раствора при температуре 25°С, обратитесь за помощью к изготовителю прибора.

Рис. Н¥0-Р-4. Использование прибора для измерения ллсктропроводнасти





Контроль качества данных в полевых условиях

Независимо от того, где производилась калибровка прибора — в классной комнате или в полевых условиях, требуется выполнять следующую процедуру измерения электро-проводности стандартного раствора в тех же условиях, в каких будет производиться измерение электропроводности образца воды. При этом показание прибора должно соответствовать известной электропроводности стандартного раствора. Если показание прибора будет отличаться от ожидаемого значения, следует произвести повторную калибровку прибора и снова выполнить измерения электропроводности.

Измерение электропроводности

1. Снимите крышку прибора и включите его, нажав кнопку ON/OFF.
2. Промойте электрод дистиллированной водой и осушите его салфеткой.
3. Заполните чистый сухой химический стакан вместимостью 100 мл водой из исследуемого водоема.
4. Погрузите электрод в образец воды (см. рис. HYD-P-4).
5. Слегка помешайте воду электродом в течение нескольких секунд, после чего подождите, чтобы показание прибора стабилизировалось.
6. Зарегистрируйте показание прибора на листе ввода данных гидрологических исследований.
7. Рассчитайте среднее значение удельной электропроводности образцов воды на основе показаний, полученных группами учащихся. Если зарегистрированные учащимися показания не отличаются более чем на 40 мкСм/см от полученного среднего значения, загрузите среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если измерения производились более чем тремя группами учащихся и одна из групп получила показание, отличающееся от среднего значения более чем на 40 мкСм/см, игнорируйте это показание и рассчитайте среднее значение на основе остальных показаний. Если все остальные показания не отличаются от нового среднего значения более чем на 40 мкСм/см, загрузите это среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если полученные группами учащихся показания существенно отличаются одно от другого, обсудите с учащимися порядок выполнения измерений и возможные причины возникновения ошибки, но не загружайте полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если это возможно, повторите измерения, чтобы получить значение, удовлетворяющее предъявляемым требованиям.

Определение солености

Предназначение практической работы

Измерение солености образца воды с помощью денсиметра.

Обзор

Содержание солей (соленость) водоема — один из важнейших факторов, определяющих состав обитающей в водоеме флоры и фауны. Плотность воды связана с количеством растворенных в воде солей. Денсиметр позволяет измерять удельный вес воды. Соленость воды определяется на основе значений удельного веса и температуры воды.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Продолжительность измерений

Фактические измерения занимают 10 минут.

Частота измерений

Измерения производятся еженедельно.

Важнейшие концепции

- Приливы и отливы.
- Метод измерения солености на основе значения удельного веса.
- Удельный вес.
- Соленость воды.
- Стандартизация показаний.
- Точность и надежность данных.

Навыки

- *Использование* денсиметра и термометра.
- *Использование* таблиц преобразования значений.
- *Планирование* порядка выполнения измерений.
- *Регистрация* данных.
- *Интерпретация* результатов.

Приборы и материалы

- Денсиметр.
- Таблица преобразования значений.
- Прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл.
- Спиртовый термометр.
- Поваренная соль (NaCl).
- Дистиллированная вода.
- Весы.
- Две литровых пластиковых бутылки.
- Хозяйственная липкая лента.

Подготовка

Перед выполнением измерений требуется произвести калибровку (см. описание ниже). Приборы и материалы перемещаются на участок отбора образцов воды.

Предварительные условия

Проводится краткое обсуждение солености воды и ее взаимосвязи с удельным весом воды.

Учащиеся учатся выполнять процедуру калибровки прибора.

Примечание. Измерение солености производится только в отношении образцов солоноватой и соленой воды. В случае пресной воды вместо измерения солености производится измерение удельной электропроводности.

Калибровка и контроль качества данных

Применяемый метод измерения следует проверять как минимум два раза в год с использованием стандартных растворов. Каждый год следует приготавливать новые стандартные растворы.

Стандартные растворы для измерения солености

Стандартные растворы для измерения солености не поставляются вместе с денсиметром. Эти растворы приготавливаются следующим образом.

1. Разведите поваренную соль в воде так, чтобы получить стандартный раствор с соленостью 35 частей на тысячу. Пользуйтесь этим стандартным раствором и контрольным раствором для проверки точности показаний денсиметра.

Приготовление стандартного раствора с соленостью 35 частей на тысячу:

1.1 Отмерьте 17,5 г №С 1 (поваренной соли) с помощью аналитических весов. Поместите соль в мензурку вместимостью 500 мл.

1.2 Заполните мензурку до отметки «500 мл» дистиллированной водой.

1.3 Тщательно перемешайте раствор так, чтобы вся соль была растворена.

1.4 Слейте раствор в литровую пластиковую бутылку и обозначьте бутылку ярлыком из липкой ленты (с указанием даты приготовления раствора).

Приготовление контрольного раствора:

1.5 Отмерьте 500 мл дистиллированной воды и слейте ее в литровую пластиковую бутылку с ярлыком из липкой ленты.

2. Выполните инструкции, приведенные в описании практической работы, чтобы измерить соленость стандартного и контрольного растворов. В тех случаях, когда в инструкциях говорится об «образце воды», используйте, соответственно, стандартный или контрольный раствор.

3. Зарегистрируйте значения солености стандартного и контрольного растворов на листе калибровочных данных.

4. Если измерение солености контрольного раствора дает ненулевой результат, промойте используемые химическую посуду и мензурку как минимум три раза, после чего повторите измерения. Если после этого результат все еще будет ненулевым, возьмите другую дистиллированную воду.

5. Если соленость стандартного раствора отличается от требуемой более чем на 2 части на тысячу, приготовьте новый стандартный раствор и повторите измерения.

Время прилива и отлива

Получите значения времени прилива и отлива для пункта, ближайшего к вашему участку отбора образцов воды. Регистрируемые значения времени прилива и отлива должны ограничивать период времени, в течение которого производятся измерения. Значения времени прилива и отлива, а также координаты пункта, для которого были сообщены эти значения, следует зарегистрировать на листе ввода данных гидрологических исследований и загрузить, вместе с другими данными, в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Измерение солености

Примечание. Перед использованием термометра при выполнении этой практической работы следует проверить точность его показаний в соответствии с инструкциями, приведенными в разделе *Максимальная, минимальная и текущая температура* главы *Атмосферные исследования.*

1. Промойте, как минимум дважды, прозрачную пластиковую мензурку вместимостью 500 мл водой из исследуемого водоема.

2. Залейте в мензурку образец воды так, чтобы расстояние между уровнем воды и краем мензурки составляло 2—3 см.

3. Определите температуру образца воды, выполнив инструкции, приведенные в описании практической работы «Измерение температуры воды», и зарегистрируйте полученное значение на листе ввода данных гидрологических исследований.

4. Погрузите денсиметр в мензурку и подождите, чтобы его показания стабилизировались. Выполняйте инструкции изготовителя, полученные вместе с денсиметром. Денсиметр не должен касаться стенок мензурки; не забывайте также считывать показания, соответствующие *нижнему краю* мениска. Зарегистрируйте показание удельного веса с помощью шкалы денсиметра. Достаточно зарегистрировать значение с точностью до трех знаков после запятой. Старшеклассники могут практиковаться, регистрируя значения с точностью до четырех знаков после запятой и рассчитывая соответствующие значения солености на основе данных, приведенных в таблице НУБ-Р-3. Зарегистрируйте полученное значение на листе ввода данных гидрологических исследований (см. рис. НУО-Р-5).

5. На основе полученных значений температуры и удельного веса определите соленость образца воды с помощью таблицы НУЕ)-Р-3. Для того, чтобы найти значение солености вашего образца воды, выполните следующие операции.

5.1. Найдите значения температуры и удельного веса образца воды в таблице НУБ-Р-3.

5.2. Найдите соответствующее значение солености (выраженное как количество частей на тысячу) и зарегистрируйте его на листе ввода данных гидрологических исследований. Например, если температура образца воды составляла 22°C и удельный вес образца воды был равен 1,0070,

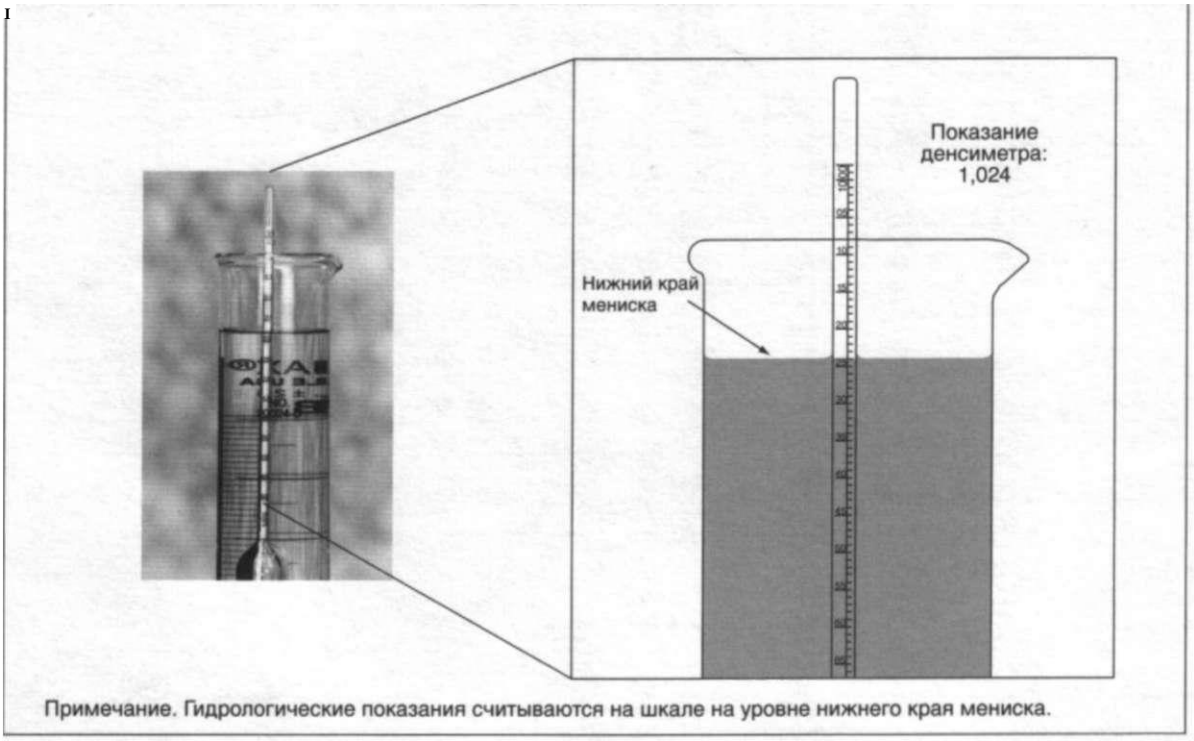
соленость образца воды составляет 10,6 частей на тысячу.

Повторите выполнение операций 2—5 в отношении как минимум двух дополнительных образцов воды. Эти дополнительные измерения могут выполняться различными группами учащихся.

Рассчитайте среднее значение солености на основе показаний, полученных для различных образцов воды. Если зарегистрированные показания не отличаются от среднего значения более чем на 2 части на тысячу, перейдите к выполнению операции 8. Если полученные учащимися показания отличаются от среднего значения более чем на 2 части на тысячу, учащиеся должны повторить измерения, пользуясь новыми образцами воды, зарегистрировать показания и рассчитать новое среднее значение. Если после этого все еще будет наблюдаться показание, существенно отличающееся от среднего значения, не учитывайте это показание, рассчитайте среднее значение на основе остальных показаний, и, если остальные показания не отличаются от нового среднего значения более чем на более чем на **2** части на тысячу, перейдите к выполнению операции 8. Если полученные показания все еще существенно отличаются одно от другого, обсудите с учащимися порядок выполнения измерений и, если это возможно, повторите измерения.

Загрузите в базу данных учащихся-участников программы GLOBE значения температуры, удельного веса и солености образца воды, полученные той группой учащихся, которая зарегистрировала показания, ближайшие к среднему значению. Если среднее значение рассчитывалось на основе только двух показаний, загрузите значения температуры, удельного веса и солености образца воды, полученные любой из двух групп учащихся.

Рис. НУО-Р-5. Считывание показаний удельного веса.



Примечание. Гидрологические показания считываются на шкале на уровне нижнего края мениска.

*Таблица НУО-Р-3. Соленость воды (выраженная в количестве частей на тысячу) в зависимости от удельного веса и температуры воды**

Температура воды в мензурке (°С)

Показание	-2,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
0,9980																	
0,9990																	
1,0000																	
1,0010	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
1,0020	2,0	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3
1,0030	3,3	3,2	3,1	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6
1,0040	4,5	4,4	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9
1,0050	5,8	5,7	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,7	5,8	5,9	6,2
1,0060	7,0	6,8	6,8	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	7,0	7,1	7,2	7,5
1,0070	8,1	8,1	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1	8,1	8,3	8,4	8,5	8,8
1,0080	9,4	9,3	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,3	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	10,0
1,0090	10,6	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,5	10,5	10,6	10,6	10,7	10,9	11,0	11,1	11,3
1,0100	11,9	11,8	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,8	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,6
1,0110	13,1	13,0	13,0	12,8	12,8	12,8	12,8	13,0	13,0	13,1	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,9
1,0120	14,3	14,3	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,3	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8	14,9	15,0	15,2
1,0130	15,6	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,6	15,7	15,8	15,8	16,0	16,2	16,3	16,5
1,0140	16,7	16,7	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,7	16,7	16,9	17,0	17,0	17,1	17,3	17,5	17,7	17,8
1,0150	18,0	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	18,0	18,0	18,2	18,3	18,4	18,6	18,8	19,0	19,1
1,0160	19,2	19,2	19,1	19,1	19,1	19,1	19,2	19,2	19,3	19,3	19,5	19,6	19,7	19,9	20,1	20,3	20,4
1,0170	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,5	20,5	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,6	21,7
1,0180	21,7	21,7	21,7	21,6	21,6	21,7	21,7	21,7	21,8	22,0	22,1	22,2	22,3	22,5	22,6	22,9	23,0
1,0190	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	23,0	23,0	23,1	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	23,9	24,2	24,3
1,0200	24,2	24,2	24,2	24,0	24,2	24,2	24,2	24,3	24,3	24,4	24,6	24,7	24,8	25,1	25,2	25,5	25,6
1,0210	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,5	25,5	25,6	25,6	25,7	25,9	26,0	26,1	26,4	26,5	26,8	26,9
1,0220	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,8	26,8	26,9	27,0	27,2	27,3	27,4	27,7	27,8	28,1	28,2
1,0230	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,9	27,9	28,1	28,2	28,3	28,5	28,6	28,7	28,9	29,1	29,4	29,5
1,0240	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,2	29,4	29,5	29,5	29,8	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8
1,0250	30,3	30,3	30,3	30,3	30,4	30,4	30,6	30,6	30,7	30,8	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	31,9	32,1
1,0260	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7	31,7	31,9	32,0	32,1	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4
1,0270	32,8	32,8	32,8	32,9	32,9	32,9	33,0	33,2	33,3	33,4	33,5	33,7	33,9	34,1	34,3	34,5	34,7
1,0280	33,9	34,1	34,1	34,1	34,1	34,2	34,3	34,5	34,5	34,7	34,8	35,0	35,1	35,4	35,6	35,8	36,0
1,0290	35,2	35,2	35,2	35,4	35,4	35,5	35,5	35,6	35,8	35,9	36,2	36,3	36,4	36,7	36,8	37,1	37,3
1,0300	36,4	36,5	36,5	36,5	36,7	36,7	36,8	36,9	37,1	37,2	37,3	37,6	37,7	38,0	38,1	38,4	38,6
1,0310	37,7	37,7	37,7	37,8	37,8	38,0	38,1	38,2	38,4	38,5	38,6	38,9	39,0	39,3	39,4	39,7	39,9

**Данные, приведенные в инструкциях к денсиметру фирмы БаМоП.*

Таблица НУО-Р-3 (продолжение). Соленость воды (выраженная в количестве частей на тысячу) в зависимости от удельного веса и температуры воды

Температура воды в мензурке (°C)

Показание	15,0	16,0	17,0	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5
0,9980																	
0,9990										0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	
1,0000		0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
1,0010	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
1,0020	2,4	2,5	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8
1,0030	3,7	3,8	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,8	5,9	6,1
1,0040	5,0	5,1	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	7,0	7,1	7,2	7,4
1,0050	6,3	6,6	6,7	7,0	7,1	7,1	7,2	7,4	7,5	7,6	7,7	7,9	8,1	8,3	8,4	8,5	8,7
1,0060	7,6	7,9	8,0	8,3	8,4	8,5	8,7	8,8	8,9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	10,1
1,0070	8,9	9,2	9,3	9,6	9,7	9,8	10,0	10,1	10,2	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11,0	11,3	11,4
1,0080	10,2	10,5	10,6	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,7	11,8	11,9	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7
1,0090	11,5	11,8	11,9	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,4	13,6	13,7	13,9	14,0
1,0100	12,8	13,1	13,2	13,5	13,6	13,7	13,9	14,0	14,1	14,3	14,4	14,5	14,8	14,9	15,0	15,2	15,3
1,0110	14,1	14,4	14,5	14,8	14,9	15,0	15,2	15,3	15,4	15,6	15,7	16,0	16,1	16,2	16,3	16,5	16,7
1,0120	15,4	15,7	15,8	16,1	16,2	16,3	16,5	16,6	16,7	17,0	17,1	17,3	17,4	17,5	17,7	17,9	18,0
1,0130	16,7	17,0	17,1	17,4	17,5	17,7	17,8	17,9	18,0	18,3	18,4	18,6	18,7	18,8	19,1	19,2	19,3
1,0140	18,0	18,3	18,6	18,7	18,8	19,0	19,1	19,3	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,4	20,5	20,6
1,0150	19,3	19,6	19,9	20,0	20,1	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,6	21,7	21,8	22,0
1,0160	20,6	20,9	21,2	21,3	21,4	21,7	21,8	22,0	22,1	22,2	22,3	22,5	22,7	22,9	23,0	23,3	23,4
1,0170	22,0	22,2	22,5	22,7	22,9	23,0	23,1	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	24,0	24,2	24,3	24,6	24,7
1,0180	23,3	23,5	23,8	24,0	24,2	24,3	24,4	24,6	24,7	24,8	24,9	25,2	25,3	25,5	25,6	25,9	26,0
1,0190	24,6	24,8	25,1	25,3	25,5	25,6	25,7	25,9	26,0	26,1	26,4	26,5	26,6	26,8	27,0	27,2	27,3
1,0200	25,9	26,1	26,4	26,6	26,8	26,9	27,0	27,2	27,3	27,4	27,7	27,8	27,9	28,2	28,3	28,5	28,6
1,0210	27,2	27,4	27,7	27,9	28,1	28,2	28,3	28,5	28,6	28,9	29,0	29,1	29,2	29,5	29,6	29,8	30,0
1,0220	28,5	28,7	29,0	29,2	29,4	29,5	29,6	29,8	30,0	30,2	30,3	30,4	30,7	30,8	30,9	31,2	31,3
1,0230	29,8	30,0	30,3	30,6	30,7	30,8	30,9	31,2	31,3	31,5	31,6	31,7	32,0	32,1	32,2	32,5	32,6
1,0240	31,1	31,3	31,6	31,9	32,0	32,1	32,2	32,5	32,6	32,8	32,9	33,2	33,3	33,4	33,7	33,8	33,9
1,0250	32,4	32,6	32,9	33,2	33,3	33,4	33,7	33,8	33,9	34,1	34,2	34,5	34,6	34,7	35,0	35,1	35,2
1,0260	33,7	33,9	34,2	34,5	34,6	34,7	35,0	35,1	35,2	35,4	35,6	35,8	35,9	36,0	36,3	36,4	36,7
1,0270	35,0	35,2	35,5	35,8	35,9	36,2	36,3	36,4	36,5	36,7	36,9	37,1	37,2	37,5	37,6	37,8	38,0
1,0280	36,3	36,5	36,8	37,1	37,2	37,5	37,6	37,7	37,8	38,1	38,2	38,4	38,5	38,8	38,9	39,1	39,3
1,0290	37,6	37,8	38,1	38,4	38,6	38,8	38,9	39,0	39,1	39,4	39,5	39,7	39,9	40,1	40,2	40,5	40,6
1,0300	38,9	39,1	39,4	39,7	39,9	40,1	40,2	40,3	40,6	40,7	40,8	41,0	41,2	41,4	41,6	41,8	41,9
1,0310	40,2	40,5	40,7	41,0	41,2	41,4	41,5	41,8	41,9	42,0	42,1	42,3	42,5				

Таблица НУИ-Р-3 (продолжение). Соленость воды (выраженная в количестве частей на тысячу) в зависимости от удельного веса и температуры воды

Температура воды в мензурке (°C)

Показание	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0
0,9980			0,1	0,2	0,3	0,6	0,7	0,8	1,1	1,2	1,5	1,6	1,9	2,0	2,3	2,4	
0,9990	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,8	1.9	2,0	2,3	2,4	2,5	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8'
1,0000	2,1	2,4	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,7	4.0	4,1	4,4	4,5	4,8	4,9	5,1
1,0010	34	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,8	4,9	5.1	5,1	5,4	5.5	5.8	5.9	6.2	6,4
1,0020	4,9	5,0	5,1	5,4	5.5	5,7	5,9	6,1	6,3	6,4	6,6	6,8	7.0	7.2	7.5	7.6	7,9
1,0030	6,2	6.3	6,6	6,7	6,8	7,1	7,2	7,4	7,6	7,7	8,0	8,1	8,4	8,5	8,8	9,1	9,2
1,0040	7,5	7.7	7,9	8,0	8,3	8.4	8.5	8,8	8.9	9,2	9,3	9,6	9,7	10,0	10,1	10,4	10,5
1,0050	8.9	9,1	9,2	9,3	9,6	9,7	10.0	10.1	10.2	10.5	10,6	10.9	11,0	11,3	11,5	11,7	11,9
1,0060	10,2	10,4	10,5	10,7	10,9	11,0	11,3	11,4	11,7	11,8	12,0	12,2	12,4	12.6	12,8	13,1	13,2
1.0070	11,5	11,7	11,9	12.0	12.2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,4	13,6	13.7	14.0	14.1	14.4	14,7
1,0080	12,8	13,0	13.2	13.4	13,6	13,7	13,9	14,1	14,3	14,5	14,7	14,9	15,2	15,3	15,6	15.7	16,0
1,0090	14,1	14,4	14.5	14,7	14,9	15,0	15,3	15,4	15,7	15,8	16,1	16,2	16,5	16,6	16,9	17,1	17,3
1.0100	15,6	15,7	15,8	16,1	16.2	16.5	16,6	16,7	17.0	17,1	17.4	17,5	17,8	18,0	18,2	18,4	18,7
1,0110	16,9	17,0	17,3	17,4	17.5	17,8	17,9	18,2	18,3	18.6	18.7	19,0	19,1	19,3	19,6	19,7	20,0
1,0120	18,2	18,3	18,6	18,7	19.0	19.1	19.3	19.5	19.6	19.9	20.1	20,3	20,5	20,6	20,9	21,2	21,3
1,0130	19,5	19.7	19.9	20,0	20,3	20,4	20,6	20.8	21,0	21,2	21,4	21,6	21,8	22,1	22,2	22,5	22,7
1,0140	20,9	21,0	21.2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,3	22,6	22,7	23,0	23,1	23,4	23,6	23,8	24,0
1,0150	22.2	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,3	23.5	23,6	23,9	24,0	24,3	24,6	24,7	24,9	25,2	25,3
1,0160	23,5	23,6	23,9	24,0	24,3	24.4	24,7	24.8	25,1	25,2	25,5	25,6	25,9	26,1	26,3	26,5	26,8
1,0170	24,8	25,1	25,2	25,3	25,6	25.7	26.0	26,1	26,4	26,5	26,8	27,0	27,2	27,4	27,7	27,8	28,1
1,0180	26,1	26,4	26.5	26,8	26,9	27,2	27,3	27,6	27,7	27,9	28,1	28,3	28,5	28,7	29,0	29,2	29,4
1,0190	27,6	27,7	27.8	28,1	28,2	28,5	28,6	28,9	29,0	29,2	29,5	29,6	29,9	30,0	30,3	30,6	30.8
1,0200	28.9	29.0	29,2	29,4	29,6	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	30,9	31,2	31,5	31,6	31,9	32,1
1,0210	30,2	30,3	30,6	30,7	30.9	31,1	31,3	31,5	31.7	32.0	32,1	32,4	32,5	32,8	33,0	33,3	33,4
1,0220	31.5	31,7	31,9	32,0	32.2	32.5	32,6	32,9	33.0	33,3	33.4	33.7	33,9	34,1	34,3	34,6	34,8
1,0230	32.8	33,0	33,2	33.4	33,5	33,8	33,9	34.2	34.5	34,6	34,8	35,0	35,2	35,5	35,6	35,9	36,2
1,0240	34,2	34,3	34,5	34,7	35,0	35,1	35.4	35.5	35.8	35,9	36,2	36,4	36,5	36,8	37,1	37,2	37,5
1,0250	35,5	35,6	35.9	36,0	36,3	36,4	36,7	36,8	37,1	37,2	37,5	37,7	37,8	38,1	38,4	38,6	38.8
1,0260	36,8	36,9	37,2	37,3	37,6	37.7	38.0	38.2	38.4	38,6	38,8	39,0	39,3	39,4	39,7	39,9	40.2
1.0270	38,1	38,4	38,5	38,8	38,9	39,1	39.3	39,5	39.8	39,9	40,2	40,3	40,6	40,8	41,0	41,2	41,5
1,0280	39,4	39,7	39.8	40,1	40,2	40,5	40,7	40,8	41,1	41.2	41,5						
1,0290	40,8	41,0	41.2	41.4	41,6	41,8											

Титрование солености (дополнительная практическая работа)

Предназначение практической работы

Измерение солености образца воды с применением более точного метода титрования солености.

Обзор

Пропорциональное содержание основных растворенных в морской воде вещества (соли) относительно неизменно. Измеряя концент-рацию одной из солей в образце морской воды (в данном случае измеряется концентрация хлоридов), можно определить общую соленость образца воды.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Продолжительность измерений

10—15 минут.

Частота измерений

Измерения производятся еженедельно.

Калибровка производится каждые шесть месяцев.

Важнейшие концепции

Метод измерения солености посредством определения концентрации одного из веществ, растворенных в морской воде.

Постоянность состава морской воды.

Стандартизация показаний.

Надежность данных.

Соленость воды.

Приливы и отливы.

Точность данных.

Навыки

Применение метода титрования солености.

Планирование порядка выполнения измерений.

Регистрация данных.

Интерпретация результатов.

Приборы и материалы

Набор для титрования солености (см. раздел «Комплект приборов и материалов»).

Листы ввода данных.

Латексные перчатки.

Литровая пластиковая бутылка.

Поваренная соль.

Дистиллированная вода.

Хозяйственная липкая лента.

Прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл.

Весы.

Подготовка

Перед выполнением измерений производится *калибровка* (см. описание ниже).

Предварительные условия

Проводится краткое обсуждение солености воды и ее взаимосвязи с удельным весом воды.

Учащиеся учатся выполнять процедуру калибровки прибора.

Примечание. Измерение солености произ-водится только в отношении образцов солоноватой и соленой воды. В случае пресной воды вместо измерения солености производится измерение удельной электропроводности.

Примечание. Информацию общего характера (предпосылки) и особые указания, относящиеся к отбору образцов солоноватой и соленой воды на участке гидрологических исследований см. в соответствующих подразделах раздела *Измерение солености.*

Калибровка и контроль качества данных

Применяемый метод измерения и пригодность используемых химикатов следует проверять как минимум раз в шесть месяцев. Каждый год следует приготавливать новые стандартные растворы.

Стандартные растворы для титрования солености

Стандартные растворы для титрования солености не поставляются вместе с набором химикатов для титрования солености. Эти растворы приготовляются следующим образом.

1. Разведите поваренную соль в воде так, чтобы получить стандартный раствор с соленостью 38,6 частей на тысячу. Пользуйтесь этим стандартным раствором, проверяя точность титрования солености.

1.1 Отмерьте 17,5 г NaCl (поваренной соли) с помощью аналитических весов. Поместите соль в мензурку вместимостью 500 мл.

1.2 Заполните мензурку до отметки «500 мл» дистиллированной водой.

1.3 Тщательно перемешайте раствор так, чтобы вся соль была растворена.

1.4 Слейте раствор в литровую пластиковую бутылку и обозначьте ее ярлыком из липкой ленты (с указанием даты приготовления раствора).

2. Измерьте соленость стандартных растворов в соответствии с инструкциями по выполнению практической работы. В тех случаях, когда в инструкциях говорится об «образце воды», используйте стандартные растворы.

3. Зарегистрируйте значения солености стандартного и контрольного растворов на листе калибровочных данных.

4. Если соленость стандартных растворов отличается от ожидаемой более чем на 0,4 части на тысячу, приготовьте новые стандартные растворы и повторите измерение.

Примечание. Концентрация стандартного раство¬ра для титрования солености морской воды корректируется в соответствии с составом морской воды. Например, чтобы рассчитать соленость морской воды на основе раствора 17,5 г NaCl в 500 мл воды (концентрация NaCl 35 частей на тысячу), следует учитывать молекулярную структуру NaCl (отношение молекулярного веса O к молекулярному весу NaCl равно 0,61). Произведение концентрации NaCl (35 частей на тысячу) и коэффициента 0,61 дает значение концентрации хлора (21,35 частей на тысячу). Соленость стандартного раствора: 21,35 x 1,80655 = 38,6 частей на тысячу, так как ионы хлоридов в морской воде составляют 55,354% общего веса растворенных в морской воде солей.

Время прилива и отлива

Получите значения времени прилива и отлива для пункта, ближайшего к вашему участку отбора образцов воды. Регистрируемые значения времени прилива и отлива должны ограничивать время, в течение которого производятся измерения. Значения времени прилива и отлива, а также координаты пункта, для которого были сообщены эти значения, следует зарегистрировать на листе ввода данных гидрологических исследований и загрузить, вместе с другими данными, в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Измерение солености

1. Пользуйтесь набором химикатов для титрования солености, соответствующим требованиям к приборам и материалам, используемым в рамках программы GLOBE, приведенным в разделе *Комплект приборов и материалов.* Такие наборы позволяют добавлять к образцу воды окрашивающее ее вещество-индикатор, после чего в раствор по каплям добавляется титрирующая кислота, до тех пор, пока не произойдет изменение окраски раствора.

2. Выполните инструкции изготовителя набора химикатов для титрования солености. Если требуется титрование соленой воды, содержание солей в которой составляет более чем 20 частей на тысячу, можно повторно заполнить пипетку для титрования кислотой, регистрируя общее количество использо¬ванной кислоты.

3. Зарегистрируйте значение солености, выраженное как количество частей на тысячу, на листе ввода данных гидрологических исследований.

4. Рассчитайте среднее значение солености на основе показаний, полученных группами учащихся для различных образцов воды. Если зарегистрированные показания не отличаются от среднего значения более чем на 0,4 части на тысячу, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если полученные показания отличаются от среднего значения более чем на 0,4 части на тысячу, учащиеся должны повторить измерения, пользуясь новыми образцами воды, зарегистрировать показания и рассчитать новое среднее значение. Если после этого все еще будет наблюдаться показание, отличающееся от среднего значения более чем на 0,4 части на тысячу, проигнорируйте это показание, рассчитайте среднее значение на основе остальных показаний, и, если остальные показания не отличаются от нового среднего значения более чем на более чем на 0,4 части на тысячу, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если полученные показания все еще существенно отличаются одно от другого, обсудите с учащимися порядок выполнения измерений, но не загружайте

полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Повторите измерения, чтобы получить значения, соответствующие предъявляемым требованиям.

5. Слейте все использованные жидкости і контейнер для отходов.

Определение щелочности

Предназначение практической работы
Измерение щелочности образца воды.

Обзор
Способность обитающей в водоеме фауны и флоры к выживанию непосредственно зависит от щелочности воды.

Продолжительность измерений
15 минут.

Уровень подготовки учащихся
Средний и высокий.

Частота измерений
Измерения производятся еженедельно.

Калибровка производится каждые шесть месяцев.

Важнейшие концепции
Щелочность и естественные факторы, влияющие на щелочность.

Метод измерения щелочности.

Стандартизация показаний.

Точность и надежность данных.

Навыки
Надлежащее *выполнение* измерений щелочности воды.

Регистрация данных.

Приборы и материалы
Набор для измерения щелочности (см. раздел «Комплект приборов и материалов»).

Поваренная сода (бикарбонат натрия).

Бутылка для дистиллированной воды.

Дистиллированная вода.

Химический стакан вместимостью 500 мл.

Мензурка вместимостью 100 мл.

Мензурка вместимостью 500 мл.

Палочка для перемешивания раствора.

Листы ввода данных.

Бутылка для образца воды.

Латексные перчатки и защитные очки.

Весы.

Подготовка
Перед выполнением измерений требуется выполнить процедуры калибровки и контроля качества данных, описание которых приведено ниже. Приборы и материалы перемещаются на участок отбора образцов воды.

Предварительные условия
Отсутствуют.

Калибровка и контроль качества данных

Приготовление стандартного раствора поваренной соды

1. Пользуясь аналитическими весами, отмерьте 1,9 г поваренной соды и поместите ее в мензурку вместимостью 500 мл. Проследите за тем, чтобы в мензурку попала вся взвешенная сода.
2. Заполните мензурку дистиллированной водой до отметки «500 мл».
3. Слейте полученный раствор в химический стакан вместимостью 500 мл и перемешайте его палочкой, чтобы вся поваренная сода растворилась.
4. Слейте 15 мл раствора из химического стакана в мензурку вместимостью 100 мл.
5. Предварительно промыв мензурку вместимостью 500 мл дистиллированной водой, слейте 15 мл раствора поваренной соды в мензурку вместимостью 500 мл.
6. Заполните мензурку вместимостью 500 мл дистиллированной водой до отметки «500 мл».
7. Раствор, находящийся в мензурке вместимостью 500 мл — ваш стандартный раствор.

Фактическая щелочность (содержание $CaC0_3$) стандартного раствора поваренной соды составляет 68 мг/л. Фактическая щелочность дистиллированной воды составляет, как правило, 14 мг/л.

Контроль качества данных

1. Выполните процедуру определения щелочности, описание которой приводится выше, пользуясь стандартным раствором поваренной соды вместо образца воды.
2. Зарегистрируйте полученное значение щелочности (содержания CaC03 в мг/л) на листе ввода калибровочных данных.

Если щелочность стандартного раствора поварен¬ ной соды отличается от ожидаемой на величину (в мг/л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора химикатов для титрования щелочности, приго¬ товьте новый раствор поваренной соды, вниматель¬ но проверяя точность отмеряемых количеств соды и воды. Если щелочность нового раствора все еще будет отличаться от ожидаемой на величину (в мг/ л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора химикатов для титрования щелочности, может потребоваться получение новых химических реактивов для вашего титрующего набора.

Измерение щелочности

Если ваш набор для титрования щелочности позволяет измерять щелочность как в низком диапазоне, так и в высоком диапазоне значений, выполняйте процедуру титрования щелочности в низком диапазоне значений, если щелочность вашего образца воды не превышает примерно 125 мг/л CaC03. Это позволит вам произвести более точные измерения.

1. Пользуйтесь набором химикатов для титрования щелочности, соответствующим требованиям к приборам и материалам, используемым в рамках программы GLOBE, приведенным в разделе *Комплект приборов и материалов.* Такие наборы позволяют добавлять к образцу воды окрашивающее ее вещество-индикатор, после чего в раствор по каплям добавляется титри¬ рующая кислота, до тех пор, пока не произойдет изменение окраски раствора.
2. Зарегистрируйте общее значение щелоч¬ ности, выраженное в мг/л $CaC0_3$, на листе ввода данных гидрологических исследований.
3. Рассчитайте среднее значение щелочности на основе показаний, полученных группами учащихся для различных образцов воды. Если зарегистрированные показания не отличаются от среднего значения на величину (в мг/л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора химикатов для титрования щелочности, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если измерения производили более трех групп учащихся, и одной из них было получено показание, отличающееся от среднего значения на величину (в мг/л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора химикатов для титрования щелочности, не учитывайте это показание, рассчитайте среднее значение на основе остальных показаний, и, если остальные показания не отличаются от нового среднего значения на на величину (в мг/л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора хими¬ катов для титрования щелочности, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если полученные показания все еще существенно отличаются одно от другого (на величину (в мг/л), эквивалентную более чем одной капле или более чем одному делению вашего набора химикатов для титрования щелочности), обсудите с учащимися порядок выполнения измерений, но не загружайте полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Повторите измерения, чтобы получить значения, соответствующие предъявляемым требованиям.

Измерение содержания нитратов

Предназначение практической работы

Измерение содержания нитратного азота в образце воды, отобранном на участке гидрологических исследований.

Обзор

Измерение концентрации нитратов в воде — важный этап определения качества воды. Азот содержится в водоемах в самых различных формах, в том числе в форме нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-). Нитраты, как правило, важнейшие из этих соединений. Нитриты обычно содержатся только в воде с пониженным содержанием кислорода. Нитраты — существенные для роста сине-зеленых водорослей и других водяных растений питательные вещества, концентрация которых может быть довольно высокой в связи с попаданием в водоемы содержащих азот веществ из разных источников. Непосредственное измерение концентрации нитратов в воде чрезвычайно затруднительно; поэтому нитраты восстанавливаются с получением нитритов, и измеряется результирующая концентрация нитритов. Такое измерение позволяет определять общее содержание нитритов (если они присутствуют) и нитратов в совокупности. Так как мы заинтересованы в измерении содержания нитратов, требуется также измерение фоновой концентрации нитритов. Результаты измерений содержания нитратов выражаются в мг/л нитратного азота или азота нитратов. Результаты измерений содержания нитритов выражаются в мг/л нитритного азота или азота нитритов.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Продолжительность измерений

Примерно 15 минут.

Частота измерений

Измерения производятся еженедельно.

Калибровка производится каждые шесть месяцев.

Важнейшие концепции

Колориметрические методы анализа состава воды.

Содержание нитратов в воде.

Навыки

Выполнение колориметрического анализа.

Планирование порядка выполнения измерений.

Регистрация данных.

Приборы и материалы

Химический стакан или колба вместимостью 50 мл.

Набор для измерения содержания нитратов (если анализируется образец солоноватой или соленой воды, проследите за тем, чтобы использовался надлежащий набор химикатов).

Мензурка вместимостью 100 мл.

Мензурка вместимостью 500 мл.

3 бутылки или банки вместимостью 500 мл.

Дистиллированная вода.

Подготовка

Внимательно прочтите все инструкции, сопровождающие набор химикатов, перед началом выполнения анализа. Убедитесь в том, что в наборе содержатся все перечисленные в инструкциях материалы. Проверьте, какое содержание нитратов в воде допустимо (в питьевой максимальная допустимая концентрация нитратного азота составляет 10 мг/л).

Предварительные условия

Краткое обсуждение того, почему содержание нитратов в воде — важный показатель.

Обсуждение разницы между нитратным азотом и нитратами.

Обсуждение разницы между нитратами и нитритами.

Практическое обучение методам калибровки.

Калибровка и контроль качества данных

Для того, чтобы проверить точность применяемого вами метода и пригодность используемых вами химикатов, калибровку с использованием стандартных растворов следует производить раз в шесть месяцев. Если стандартный раствор не консервируется, перед каждой калибровкой следует приготавливать новый стандартный раствор. Измерение щелочности стандартных растворов поможет учащимся выполнять те инструкции, приведенные в сопровождающей документации к аналитическим наборам, содержание которых может показаться неясным.

Стандартные растворы нитратов

Стандартные растворы нитратов не поставляются вместе с аналитическими наборами; их требуется заказывать отдельно или приготовлять следующим образом.

- Резервный раствор нитрата. Сушите нитрат калия ($КИ0_3$) в печи (духовке) в течение 24 часов при температуре 105°С. Затем растворите 3,6 г нитрата калия в 500 мл дистиллированной воды, отмеренной с помощью мензурки вместимостью 500 мл. Тщательно перемешайте раствор, не взбалтывая. Храните в бутылке или банке вместимостью 500 мл. Полученный раствор содержит 7200 мг/л нитрата калия (т. е. 1000 мг/л нитратного азота).

  Примечание. Для того, чтобы рассчитать содержание нитратного азота ($5Ю_3$—И), необходимо учитывать молекулярную структуру нитрата калия ($КГ>Ю_3$) (отношение молекулярного веса азота (К) к молекулярному весу нитрата калия ($КШ_3$) составляет 0,138). 7200 мг/л $КЖ>_3$ х 0,138 @1000 мг/л $Ж)_3$-М.

- Стандартный раствор нитрата. Отмерьте 50 мл резервного раствора нитрата с помощью мензурки вместимостью 100 мл. Слейте раствор в мензурку вместимостью 500 мл и разбавьте его дистиллированной водой до отметки «500 мл». Тщательно перемешайте раствор. Полученный стандартный раствор содержит 100 мл/г нитратного азота. Храните раствор в бутылке или банке вместимостью 500 мл. Обозначьте сосуд с раствором ярлыком из липкой ленты (с указанием даты приготовления раствора).

- Приготовляйте новый резервный раствор нитрата перед выполнением каждой калибровки, если резервный раствор не был законсервирован. Стандартные растворы нитрата следует приготавливать заново каждый раз, независимо от того, был ли законсервирован резервный раствор. Резервный раствор нитрата можно хранить в законсервированном и стабилизированном виде до шести месяцев, пользуясь хлороформом ($СНС1_3$) в качестве консерванта, если у вас есть возможность использовать хлороформ безопасно. Для того, чтобы законсервировать резервный раствор нитрата, добавляйте по 1 мл хлороформа на каждые 500 мл резервного раствора.

Контроль качества данных

1. Разбавьте стандартный раствор нитрата с концентрацией 100 мг/л, чтобы получить второй стандартный раствор с концентрацией 2 мг/л. Используя второй стандартный раствор, проверьте точность показаний, получаемых с помощью аналитического набора для измерения содержания нитратов. Отмерьте 10 мл стандартного раствора с концентрацией 100 мг/л с помощью мензурки вместимостью 100 мл. Слейте 10 мл этого стандартного раствора в колбу или химический стакан вместимостью 500 мл. Добавьте 490 мл дистиллированной воды в эту мензурку вместимостью 500 мл и слейте полученный второй стандартный раствор в бутылку или банку вместимостью 500 мл. Обозначьте сосуд с раствором ярлыком из липкой ленты (с указанием даты приготовления раствора). Тщательно перемешивайте стандартный раствор в процессе приготовления.

2. Выполните инструкции, приведенные в описании *практической работы,* чтобы измерить щелочность стандартного раствора. В тех случаях, когда в инструкциях говорится об «образце воды», используйте стандартный раствор.

3. Зарегистрируйте значения щелочности стандартного раствора на листе ввода данных гидрологических исследований.

4. Если концентрация стандартного раствора нитрата отличается от ожидаемой более чем на 1 мг/л, приготовьте новые растворы и повторите измерение. Если после этого концентрация раствора будет все еще неудовлетворительной, заново приготовьте резервный раствор и повторите процедуру контроля качества данных.

Измерение концентрации нитратного азота

1. Пользуйтесь набором для определения содержания нитратов, соответствующим требованиям, приведенным в разделе *Комплект приборов и материалов* настоящего руководства. Перед началом выполнения измерений промывайте пробирки, включенные в аналитический набор, водой из исследуемого водоема как минимум три раза.

2. Определение общего содержания нитратного и нитритного азота. Выполните инструкции изготовителя аналитического набора. Анализ с помощью набора производится следующим образом. В образец воды добавляется реактив, восстанавливающий нитраты с получением нитритов. Нитриты реагируют со вторым реактивом, в результате чего меняется окраска образца. Интенсивность окраски образца пропорциональна содержанию нитратов в образце. Концентрация определяется посредством сравнения цвета образца после добавления реактивов с цветом компаратора, включенного в аналитический набор. Если инструкции предусматривают встряхивание образца, не забудьте встряхивать образец точно в течение указанного времени. Несоблюдение указаний, относящихся ко времени, приведет к получению неточных результатов.

3. Поручите как минимум трем учащимся сравнивать цвет образца с компаратором. Зарегистрируйте значения концентрации нитратов, полученные каждой из групп учащихся, на листе ввода данных гидрологических исследований. (Примечание. Используемый компаратор должен быть хорошо освещен светом из окна, отраженным солнечным светом или лампой. Тем не менее, прямой солнечный свет не должен падать на компаратор.)

4. Рассчитайте среднее значение содержания нитратов на основе трех показаний, полученных группами учащихся. Если зарегистрированные показания не отличаются от среднего значения более чем на 1 мг/л, загрузите полученное среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если зарегистрированные показания отличаются от среднего значения более чем на 1 мг/л, поручите учащимся повторить регистрацию показаний компаратора, после чего зарегистрируйте новые значения и рассчитайте новое среднее значение. (Примечание. Не считывайте показания компаратора повторно, если после регистрации первых показаний прошло более 5 минут.) Если все полученные теперь показания не отличаются от среднего значения более чем на 1 мг/л, загрузите среднее значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Если одно из полученных показаний все еще существенно отличается от среднего, не учитывайте это показание и рассчитайте новое среднее значение на основе остальных показаний. Если полученные показания все еще существенно отличаются одно от другого (более чем на 1 мг/л), обсудите с учащимися порядок выполнения измерений, но не загружайте полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Повторите измерения, чтобы получить значения, соответствующие предъявляемым требованиям.

5. Определение содержания нитритного азота. Выполните инструкции изготовителя аналитического набора, относящиеся к нитритам. Процедура определения концентрации нитритов сходна с предшествующей процедурой, но она не предусматривает использования реактивов, восстанавливающих нитраты с получением нитритов.

6. Повторите операции 3—4, чтобы получить значения концентрации нитритов.

Примечание. Результаты анализа следует регистрировать в мг/л нитратного азота (NO_3-N), т. е. в тех же единицах, в каких определялась концентрация стандартных растворов, а не в мг/л нитратов

Общая информация. Для того, чтобы преобразовать значение концентрации нитратов, выраженное в мг/л, в значение концентрации нитратного азота, выраженное в мг/л, разделите значение концентрации нитратов на 4,4, т. е. на соотношение молекулярных весов нитрата и нитратного азота. Например, концентрация 44 мг/л NO_3 ~ эквивалентна 10 мг/л NO_3-N. Для того, чтобы преобразовать значение концентрации нитритов, выраженное в мг/л, в значение концентрации нитритного азота, выраженное в мг/л, разделите значение концентрации нитритов на 3,3, т. е. на соотношение молекулярных весов нитрита и нитритного азота.

Прогулка у воды

Учащиеся знакомятся со своим участком гидрологических исследований и определяют его характеристики.

Моделирование водосборного бассейна

Учащиеся сочетают свои наблюдения местности с топографической картой и изображениями, полученными с помощью спутников, сооружая трехмерную модель водосборного бассейна на своем участке.

Детективы-гидрологи (занятие для учащихся 3 класса)

Учащиеся изучают, каким образом мы пользуемся своими органами чувств и почему мы используем приборы с целью регистрации данных.

Игра в pH

Учащиеся играют в игру, помогающую им лучше понимать важность показателя pH.

Подготовка к выполнению практических работ

Учащиеся проходят в классной комнате практическую подготовку по использованию приборов и аналитических наборов, применяемых при выполнении практических работ, изучая диапазоны показаний приборов и причины возможных отклонений и ошибок.

Повсюду вода!

Учащиеся начинают изучать и анализировать данные, собранные в рамках программы GLOBE.

Открытие макрофауны беспозвоночных

Учащиеся изучают воздействие химического состава воды на флору и фауну их участка исследований.

Моделирование водяного баланса

Учащиеся моделируют изменения содержания воды в почве на протяжении года.

Прогулка у воды

Предназначение занятия

Ознакомление с гидрологическими характерис-тиками местности.

Обзор

Учащиеся посещают участок гидрологических исследований, где они производят визуальный обзор, собирая информацию о местных методах землепользования и качестве воды, и документируют свои наблюдения, определяя характеристики водоема и отмечая их на карте. В ходе этого предварительного исследования учащиеся задают вопросы о местных методах землепользования и (или) о химическом составе воды, которые могут потребовать дальнейшего изучения.

Продолжительность занятия

Одна экскурсия в полевых условиях и одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Поверхностные воды существуют во множестве различных форм, таких, как пруды, озера, реки и снежный покров.

Характеристики воды тесно связаны с характеристиками окружающей мест-ности.

Вода перемещается из одного места в другое.

Поверхностные воды отличаются многими характеристиками, поддающимися наблюдению, такими, как цвет, запах, скорость течения и форма водоема.

Навыки

Наблюдение воды на участке исследований.

Описание воды на участке исследований.

Организация результатов наблюдений.

Формулирование вопросов на основе наблюдений, произведенных на участке исследований.

Идентификация взаимосвязей между характеристиками местности и характеристиками воды.

Сообщение результатов первоначальных наблюдений и их интерпретации в устной, письменной и графической формах.

Отображение на карте гидрологических характеристик участка исследований.

Приборы и материалы

Материалы для приготовления зарисовок и карт.

Научные дневники участников программы GLOBE и ручки.

Фотоаппараты или видеокамеры.

Компас и измерительные планки или измерительный шнур.

Прозрачные пластиковые стаканы или бутылки для наблюдения прозрачности и окраски воды.

Подготовка

Получение топографических карт и спутниковых изображений участка исследований.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Водоем, расположенный на вашем участке — часть водосборного бассейна. Водосборным бассейном называется территория, на которой вода стекает в одну и ту же реку и ее притоки. Форма водосборного бассейна определяется топографией местности. Характеристики окружающей местности и методы ее использования — поселки, города, шоссе, сельскохозяйственные работы, скотоводство, лесное хозяйство (рубка деревьев), естественная растительность, — влияют на химический состав воды в водоемах водосборного бассейна.

На характеристики воды в речной системе, озере или пруде воздействует множество различных факторов. К числу таких характеристик относятся температура и цвет воды, форма водоема и т. п. В ходе выполнения практических работ вы будете собирать данные, определяющие качество воды, измеряя содержание растворенного в воде кислорода, ее кислотность (pH), щелочность и электрическую проводимость. Полевые наблюдения помогают учащимся осмысливать взаимосвязи между характеристиками местности и воды. Настоящее занятие является введением в гидрологические исследования на участке и позволяет заложить основу для последующих гидрологических исследований и практических работ.

Порядок проведения занятия

1. Спросите учащихся, что они знают о местных водоемах. Начните с вопросов следующего типа.

   Какое озеро, какую реку, какой пруд или ручей вы время от времени посещаете?

   Каким образом вы любите проводить время у воды?

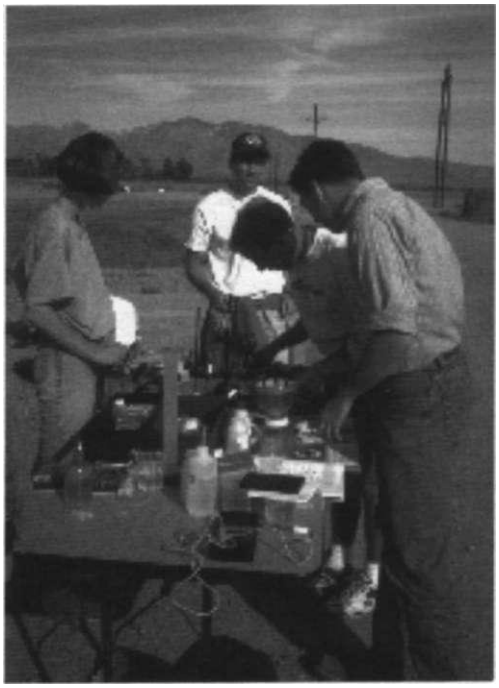
   Почему существование этого водоема имеет большое значение для вас?

2. Посетите с учащимися участок гидрологических исследований. Предварительно напомните им о правилах обеспечения безопасности.

Учащиеся с начальным уровнем подготовки

3. В отношении учащихся младших классов цель занятия состоит в том, чтобы они совершили прогулку, производя наблюдения и задавая вопросы, относящиеся к воде на их участке исследований. В том числе, учащиеся замечают направление и скорость течения в реках или ручьях, имеющиеся пруды или озера, воду, остающуюся после выпадения осадков, родники и влажность почвы. Побуждайте учащихся сосредоточивать внимание на воде, встречающейся в самых разнообразных формах, по мере того, как они совершают прогулку по участку. Возьмите с собой контейнер, чтобы набрать образец воды. Попросите учащихся определить цвет воды, рассказать, что они замечают в воде, движется ли вода и как быстро она движется, какие объекты находятся около воды, могут ли они услышать движение воды в тишине, каков запах воды, насколько прозрачна или замутнена вода, и т. п.

4. Поручите учащимся описать расположение и размеры участка исследований, делая зарисовки и (или) заметки. Сравните расположение водоема с расположением других характерных признаков участка — деревьев, холмов, и т. п. Побуждайте учащихся задавать вопросы о возможных источниках воды.



Студенты Аризонского университета выполняют измерения pH, электропроводности и щелочности воды.

Учащиеся со средним и высоким уровнем ПОДГОТОВКИ

3. Поручите нескольким группам учащихся произвести разведку в различных частях участка исследований. В каждой группе назначьте учащихся, выполняющих обязанности журналиста, картографа, рисовальщика и фотографа. Учащиеся должны начать документирование результатов их наблюдений, относящихся к порученной им части участка. Каковы внешний вид и запах воды в их части участка, и какие формы она принимает? Следует отмечать характер местности, окружающей изучаемую территорию: жилые застройки, сельскохозяйственные угодья, промышленные объекты, лесистую или заболоченную местность, и т. п. Учащиеся должны обозначить на карте общие контуры и основные характеристики порученной им территории и отметить, какие животные и растения встречаются на этой территории около воды и в воде. Каков уклон местности, прилегающей к

обозреваемой учащимися части водосборного бассейна?

4. Вернувшись в классную комнату, учащиеся должны составить общую карту участка исследований из карт, подготовленных отдельными группами. Выявляйте различия и сходство между явлениями, наблюдавшимися различными группами, и обсуждайте замеченные закономерности. Побуж¬дайте учащихся пользоваться результатами их наблюдений с тем, чтобы объяснить, как вода попала на участок исследований, как она протекает через этот участок, куда она стекает и как характеристики окружающей местности влияют на качество воды, в особенности в периоды выпадения дождевых осадков, таяния снега, половодья и т. п. Какие вопросы возникают у учащихся? Запишите эти вопросы и вывесьте их в виде объявления на стене в классной комнате?

5. Кроме того, попросите учащихся обсудить некоторые из следующих вопросов.

   Какие методы землепользования наблюдались учащимися и были перечислены ими? Как, по их мнению, эти методы землепользования могут изменить характеристики воды? Повлияют ли эти методы на качество воды?

   В какой форме вода чаще всего встречалась на участке исследований, и что можно сказать о качестве воды на основе этого факта?

   Наблюдались ли какие-либо признаки использования воды людьми? Каковы были признаки использования воды дикими и другими животными?

Дальнейшие исследования

1. По мере ежемесячных посещений участка исследований учащимися, выполняющими практические работы и регистрирующими данные, напоминайте им о наблюдениях, произведенных в ходе этого занятия, и просите их регистрировать наблюдаемые изменения в их научных дневниках участников программы GLOBE.

2. Количество и качество воды — факторы глобального значения. Соберите всю информацию о вашем участке гидрологических исследований, полученную учащимися, и подготовьте общее описание его характеристик, включив такие материалы, как графи¬ки, построенные на основе полученных гидрологических данных. Обратитесь к учащимся другой школы, уже сообщившей гидрологические данные, и попросите их построить графики полученных ими данных. Обменяйтесь графиками с учащимися другой школы и сравните данные, полученные обеими школами. Затем учащиеся каждой из школ должны подготовить письменное описание характеристик участка гидрологических исследований, изучаемого другой школой, с указанием различий между участками двух школ. После этого учащиеся могут обменяться такими описаниями и обсудить вопрос о том, насколько описания, составленные только на основе данных, отличаются от первоначальных описаний, подготовленных на основе фактических наблюдений и данных. Выясните, какие выводы можно сделать исключительно на основе данных, и какие выводы требуют непосредственных наблюдений.

Оценка успехов учащихся

Поручите учащимся подготовить экспозицию, иллюстрирующую имеющуюся у них информа¬цию об исследуемом водоеме, в том числе о методах землепользования на окружающей водоем территории, о влиянии этих методов (благоприятном и неблагоприятном) на качество воды и том, как такое влияние отражается на рыбе, животных и людях, зависящих от воды. Поделитесь полученной информацией с другими учащимися и с представителями обществен¬ности.

Использованная литература

Учебный материал подготовлен на основе раздела *Прогулка у реки (River Walk)* руководства для учителей, подготовленного в рамках программы Ground Truth Studies Аспенского института исследования глобальных изменений, а также на основе материалов программы *Осмысление потока (Stream Sense)* в рамках проекта *Отходы, окружающая среда и технология* (WET) Управления по охране окружающей среды США.

Моделирование водосборного бассейна

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с водосборным бассейном и происходящими в нем процессами.

Обзор

Учащиеся с начальным уровнем подготовки создают трехмерную модель водосборного бассейна и проводят эксперименты, относящиеся к стоку воды. Учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки пользуются топографическими картами и изображениями, полученными с помощью спутников Landsat, подготавливая трехмерную модель водосборного бассейна и проверяя свои гипотезы, относящиеся к стоку воды.

Продолжительность занятия

Начальный уровень подготовки: одно классное занятие.

Средний и высокий уровни подготовки: два или три классных занятия.

Уровень подготовки

Любой.

Важнейшие концепции

- Все осадки и сточные воды, попадающие в водосборный бассейн, направляются в общий водосток или водоем.
- Участок гидрологических исследований — часть водосборного бассейна.
- Свойства водосборного бассейна зависят от физических характеристик местности.

Навыки

- *Моделирование* водосборного бассейна.
- *Прогнозирование* стока вод.
- *Интерпретация* карт и изображений с целью создания физической модели водосборного бассейна.

Приборы и материалы

Начальный уровень подготовки

- Фанерный щит площадью примерно 1 х 1 м.
- Камни различных размеров.
- Лист пластика.
- Лейка.

Средний и высокий уровень подготовки

- Топографическая карта участка гидрологических исследований и окружающей местности.
- Изображение участка исследований по программе GLOBE, полученное с помощью спутника Landsat (предоставляется участникам программы GLOBE).
- Фанерный щит площадью примерно 1 х 1 м.
- Гипс, пластилин или другой материал для лепки.
- Герметизирующий состав или хозяйственный пластиковый липкий оберточный материал.

Подготовка

Приготовьте требуемые материалы.

Получите топографические карты (см. раздел *Получение карт и изображений, полученных дистанционными методами* в главе *Комплект приборов и материалов*).

Предварительные условия

Средний и высокий уровень подготовки: требуется понимание основных принципов картографирование и умение обращаться с топографическими картами и изображениями, полученными с помощью спутников Landsat.

Пояснения, относящиеся к обозначениям на контурных картах, см. в разделе «Основы контурного картографирования» в *приложении* к этой главе руководства.

Предпосылки

На территории водосборного бассейна все осадки и сточные воды (вода и растворенные в ней и взвешенные в ней вещества) направляются в общее русло или в общий водоем. Водоразделом называется возвышающаяся часть рельефа территории, разделяющая различные водосборные бассейны. Вы, может быть, слышали о континентальном водоразделе в США — о хребте, который разделяет водосборные бассейны рек, впадающих в Атлантический и Тихий океаны. Большие водосборные разделы континентального масштаба состоят из меньших водосборных бассейнов отдельных рек. В ходе настоящего занятия учащиеся определяют

расположение местного водосборного бассейна и создают его модель, которая будет полезна при дальнейшем изучении их участка гидроло¬гических исследований.

Деятельность человека, например, строитель¬ство плотин, вызывающих накопление воды в резервуарах, отклонение водостоков через водоразделы с тем, чтобы направить воду из одного водосборного бассейна в другой, или изменение топографии местности в ходе строительства дорог и других инфраструктур, может приводить к изменению характеристик водосборных бассейнов. Изучение водосборного бассейна и его моделирование помогают людям понять фактические характеристики системы водоснабжения, которой они пользуются — узнать, откуда берется вода, где она накапливается и куда она течет. На основе таких знаний люди могут принимать ответственные решения, относящиеся к потреблению воды и защите водных ресурсов.

Порядок проведения занятия

Учащиеся с начальным уровнем подготовки

1. Разместите несколько камней различной формы и различного размера на фанерном щите. Положите поверх камней лист тонкого пластика и обожмите пластик вокруг камней таким образом, чтобы рельеф плас¬тикового листа примерно соответствовал форме и размеру камней и чтобы образовались возвышения и углубления.
2. Спросите учащихся, что, по их мнению, произойдет, если они нальют воду на пластик на различных участках их модели.
3. После этого поручите учащимся налить на модель воду из лейки. Воду следует наливать до тех пор, пока не образуются небольшие потоки. Пронаблюдайте за тем, как стекает вода и где она накапливается.
4. Обсудите с учащимися их наблюдения, обращая особое внимание на то, каким образом сток воды зависит от формы модели.
5. Спросите учащихся, что произойдет, если они переместят камни в другие места. Спросите их, как они разместили бы камни, чтобы получить более быстрые или более медленные потоки воды или чтобы в том или ином месте накапливалось больше или меньше воды.
6. Попросите учащихся переместить камни, чтобы проверить их гипотезы. Повторите изменение рельефа модели несколько раз.

Учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки

1. Задайте следующие вопросы.

   Что такое водосборный бассейн?

   Почему водосборные бассейны имеют большое значение?
2. Выдайте учащимся топографические карты вашего района и изображения вашего участка исследований, полученные с помощью спутников Landsat. Помогите учащимся разобраться в том, что изображено на топографической карте и спутниковом изображении, и как они соотносятся. Помогите учащимся использовать полученное с помощью спутников изображение в качестве вспомогательного полезного источника информации. Попросите учащихся назвать наименование местного водосборного бассейна и найти его границы. Контурные линии и обозначения высоты над уровнем моря, указанные на карте, помогают определять границы водосборных бассейнов. Отметив вершины холмов и хребты (рельефные возвышения), учащиеся могут отметить границы местного водосборного бассейна.

   В первую очередь учащиеся должны выбрать легко опознаваемый пункт, например, устье ручья. Двигаясь «вверх по течению» ручья, они должны отметить другие легко опознаваемые пункты, например, вершины и хребты, разделяющие близлежащие ручьи. Спросите учащихся: «Почему вода стекает в этом направлении?» Попросите учащихся указать стрелками направления стоков. По мере добавления новых пунктов и контуров, карта водосборного бассейна будет становиться все более понятной и четко обозначенной.

3. Выдайте учащимся материалы, необходимые для построения модели местного водосборного бассейна. Изготавливая модель, учащиеся могут пользоваться любым подходящим материалом — гипсом, пластилином, и т. п. Попросите учащихся разделиться на несколько небольших групп, работая над моделью. Готовую модель следует покрыть тонким оберточным пласти¬ком.

4. По окончании подготовки модели попросите учащихся налить воду на модель и проследить, в каких направлениях вода движется по водосборному бассейну и стекает ли она в надлежащее русло.

5. Обсудите взаимосвязь между физическими характеристиками водосборного бассейна и расположением участков, на которых ведется человеческая деятельность. Обратите особое внимание на закономерности распределения потоков воды в вашем водосборном бассейне.

Дальнейшие исследования

1. Частью какого более крупного водосборного бассейна является местный водосборный бассейн? Частью какого еще более крупного водосборного бассейна является, в свою очередь, этот водосборный бассейн? Продолжайте задавать этот вопрос в отношении все более крупномасштабных водосборных бассейнов? Какой водосборный бассейн крупнее всех остальных?

2. Сравните изображения района, недавно полученные с помощью спутников, с изображениями, полученными ранее. Какие измерения водосборного бассейна произошли за прошедшее время?

Оценка успехов учащихся

1. Попросите учащихся написать сочинение на тему «Значение водосборных бассейнов».

2. Попросите учащихся описать, каким образом каждыя из практических работ по теме «Гидрологические исследования» связана с пониманием характеристик водосборных бассейнов и их значения.

3. Попросите учащихся указать на топографической карте и на спутниковых изображениях несколько естественных отличительных признаков водосборного бассейна и несколько признаков человеческой деятельности. Найдите соответствующие участки и пункты на модели водосборного бассейна.

4. Попросите учащихся описать, каким образом будущая человеческая деятельность может зависеть от физических характеристик водосборного бассейна. Попросите их высказать свои предположения о том, каким образом физические характеристики водосборного бассейна будет влиять на деятельность людей.

5. Попросите учащихся описать, каким образом человеческая деятельность влияет на форму водосборного бассейна и, соответственно, на направление и географию стока воды.

Использованная литература

Материал подготовлен на основе раздела *Модель водосборного бассейна (A Watershed Model)* руководства для учителей, подготовленного в рамках программы наземных исследований объектов, зарегистрированных спутниковым оборудованием (Ground Truth Studies) Аспенского института исследования глобальных изменений, а также на основе дополнительной информации, содержащейся в руководстве *Понимание водосборных бассейнов (Understanding Watersheds)* Управления систем водоснабжения долины реки Теннесси.

Детективы-гидрологи

Предназначение занятия

Занятие помогает учащимся понять, что в воде содержится множество веществ, которые можно обнаружить с помощью органов чувств, и много других веществ, которые можно обнаружить только с помощью приборов и реактивов.

Обзор

Учащиеся пытаются определить вещества, содержащиеся в воде, с помощью пяти способов восприятия (органов чувств). Затем они пользуются приборами, предусмотренными в рамках программы GLOBE, выявляя вещества, содержащиеся в воде.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Начальный.

Важнейшие концепции

Пять способов восприятия дают возможность получить представление об окружающем мире.

Различные органы чувств позволяют обнаруживать различные явления.

Приборы и реактивы помогают уточнить воспринимаемую картину окружающего мира.

Навыки

Поиск ответов на вопросы.

Формулирование гипотез в ответ на вопросы.

Проведение эксперимента.

Наблюдение за явлениями.

Регистрация данных.

Подсчет (сложение).

Приборы и материалы

В расчете на каждую группу из 4—5 учащихся

5 прозрачных пластиковых стаканов или банок.

5 пластиковых ложек.

Фломастер для нумерации стаканов.

Материалы, позволяющие демонстрировать обнаружение веществ в воде с помощью каждого из способов восприятия (органов чувств):

желтая пищевая краска, лимонный сок или окрашенная содовая вода для демонстрации обнаружения веществ с помощью зрения;

поваренная сода для демонстрации обнаружения веществ с помощью осязания;

лимонный сок, уксус для демонстрации обнаружения веществ с помощью обоняния;

соль, сахар, дистиллированная вода, вода из-под крана для демонстрации вкусового обнаружения веществ*;

содовая вода для демонстрации слухового обнаружения веществ.

Лист ввода данных

*Вкусовое обнаружение веществ демонстрируется по усмотрению учителя.

Подготовка

Приготовьте образцы воды для проведения эксперимента и копии листа ввода данных «Детективы-гидрологи».

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Круговорот воды в природе (гидрологический цикл) приводи к постепенной эрозии континентов (со скоростью 30 см в год в среднем). Часть вымытого водой материала переносится реками в океаны как в виде взвешенных в воде твердых частиц (например, песка, глины и ила), так и в виде растворенных веществ (например, солей). Эти вещества можно считать естественными загрязнителями; к их числу могут относится как растворенный известняк (карбонат кальция), так и растворенные минералы, содержащие тяжелые металлы, такие, как свинец, кадмий и цинк. Другие вещества попадают в гидрологическую систему в результате деятельности человека — например, нефть, канализационные отходы, химические удобрения и пестициды. Очевидно, что все эти содержащиеся в воде вещества оказывают влияние на все живые организмы, обитающие в воде и потребляющие воду.

Ученые разработали аналитические тесты, позволяющие обнаруживать различные содержащиеся в воде вещества, полезные и вредные, естественного или искусственного происхождения. Для измерения содержания веществ в воде или характеристик воды, которые люди не могут определять с помощью органов чувств, используются приборы и реактивы.

Подготовка к проведению занятия

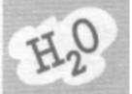
- Для каждой группы учащихся подготовьте рабочий набор стаканов с водой, в которую добавлены, в небольших количествах, различные «неизвестные вещества» (соленая вода, содовая вода и т. п.); (учащиеся не должны знать, какие вещества были добавлены в те или иные стаканы). Кроме того, в один из стаканов налейте воду из-под крана.
- Разложите ложки для зачерпывания исследуемой воды.

  Пронумеруйте стаканы фломастером.
- Раздайте всем учащимся копии листа ввода данных.

Порядок проведения занятия

Обсудите с учащимися то, каким образом они пользуются органами чувств, обнаруживания явления в окружающей среде. Обсудите преиму¬щества и ограничения каждого из способов восприятия (органов чувств). Учащиеся могут подумать над следующими вопросами.

1. Каким образом мы обнаруживаем опасность с помощью зрения? В каких ситуациях наше зрение становится неэффективным? *(Ответы: если наблюдаемый объект находится за пределами поля зрения, в темноте или если объект незаметен),*
2. Каким образом мы обнаруживаем опасность с помощью слуха? В каких ситуациях наш слух становится неэффективным? *(Ответы: если наблюдаемые явления бесшумны или если мы не слушаем достаточно внимательно).*
3. Каким образом мы обнаруживаем опасность с помощью обоняния? В каких ситуациях наше обоняние становится неэффективным? *(Ответы: если наблюдаемые объекты не имеют запаха или если наше обоняние не функционирует, например, во время простуды).*
4. Каким образом мы обнаруживаем опасность с помощью осязания? В каких ситуациях наше осязание становится неэффективным? *(Ответы: если наблюдаемый объект находится на расстоянии или если прикосновение к объекту опасно).*
5. Каким образом мы обнаруживаем опасность с помощью вкуса? В каких ситуациях наш вкус становится неэффективным? *(Ответы: если наблюдаемый объект ядовит или не гигиеничен).*
6. Возьмите стакан с водой. Спросите, какие органы чувств окажутся наиболее полезными для того, чтобы можно было определить, содержится ли в стакане питьевая вода из-под крана? Обсудите преимущества и недостатки использования различных способов восприятия с этой целью.
7. Считаете ли вы, что только один из способов восприятия всегда позволит вам выяснить, какой из стаканов содержит воду из-под крана? Предложите гипотезу относительно того, какой из способов восприятия позволит чаще всего выявлять вещества, добавленные в воду. Обведите кружком обозначение способа восприятия, соответствующего вашей гипотезе, на листе ввода данных «Детективы-гидрологи» (см. рисунки в верхней части листа ввода данных).



Выполнение эксперимента

1. Покажите учащимся упаковки и контейнеры с «неизвестными веществами», добавленными в воду (упаковки с солью, поваренной содой и т. п.). Скажите: «Вот пищевые добавки, которые были смешаны в водой, находящейся в стаканах, стоящих перед вами. Мы должны выяснить с помощью наших органов чувств, какие из этих добавок содержатся в различных стаканах.»

2. Попросите учащихся взглянуть на стаканы с водой. Попросите их отметить крестиком на листе ввода данных номер любого стакана, который не выглядит как стакан с водой из-под крана. Номер любого стакана, вода в котором выглядит как вода из-под крана, следует обозначить буквой «В».

3. Попросите учащихся поднести ухо к поверхности воды в каждом из стаканов. Попросите их отметить крестиком на листе ввода данных номер любого стакана, который издает звуки, не свойственные воде из-под крана. Номер любого стакана, который на слух представляется учащимся стаканом с водой из-под крана, следует обозначить буквой «В».

4. Попросите учащихся понюхать воду в каждом из стаканов. Попросите их отметить крестиком на листе ввода данных номер любого стакана, вода в котором не пахнет, как вода из-под крана. Номер любого стакана, вода в котором пахнет, как вода из-под крана, следует обозначить буквой «В».

5. Попросите учащихся вылить в ложку несколько капель воды из каждого стакана и пощупать воду в ложке. Попросите их отметить крестиком на листе ввода данных номер любого стакана, вода в котором не ощущается пальцами, как вода из-под крана. Номер любого стакана, вода в котором ощущается пальцами, как вода из-под крана, следует обозначить буквой «В».

6. Попросите учащихся набрать ложкой воду из каждого стакана. Предупредите их, что каждый раз следует использовать чистую ложку. Попросите их отметить крестиком на листе ввода данных номер любого стакана, вода в котором на вкус не кажется водой из-под крана. Номер любого стакана, вода в котором на вкус кажется водой из-под крана, следует обозначить буквой «В».

7. Попросите учащихся подсчитать количество крестиков, проставленных после каждой проверки с помощью различных органов чувств. В отношении какого способа восприятия (органа чувств) было проставлено больше всего крестиков? Этот способ восприятия лучше всего позволяет выявлять вещества, содержащиеся в воде.

8. Попросите учащихся пересмотреть их гипотезы относительно того, какой из способов восприятия позволяет лучше всего выявлять содержащиеся в воде вещества. (Вкус?) Напомните учащимся о том, что пробовать воду на вкус не всегда безопасно. Спросите их: «Стали бы вы пробовать воду, если бы не знали, что в нее могло быть добавлено?»

9. Спросите учащихся, какими другими способами можно было бы выявить содержащиеся в воде вещества. Предложите им подумать об использовании приборов и реактивов и попросите их привести примеры того, как люди пользуются приборами, чтобы уточнить свое восприятие. Например, можно вспомнить о детекторах дыма, микроскопах, слуховых аппаратах и т. п.

10. Познакомьте учащихся с лакмусовой бумагой как средством обнаружения содержащихся в воде веществ. Попросите учащихся проверить воду в стоящих перед ними стаканах с помощью лакмусовой бумаги. Что позволяет обнаруживать лакмусовая бумага?

Примечание. Дальнейшее использование лакмусовой бумаги предусмотрено в описании занятия «Игра в pH». В ходе этого занятия учащиеся могут определять значения кислотности (pH) различных веществ, которые можно найти в окружающей среде.

Адаптация материала для старшеклассников

1. Попросите учащихся применить более сложные методы анализа, определяя различия между характеристиками воды в разных стаканах (щелочностью, электропроводностью, соленостью или удельным весом).
2. Предложите учащимся самостоятельно запланировать аналитически тесты, позволяющие определять различие между образцами воды. (Например, можно применять такие методы, как взбалтывание воды или добавление в воду других химических веществ, которые могут реагировать с уже содержащимися в ней веществами.)

Оценка успехов учащихся

Попросите учащихся:

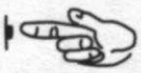
- перечислить несколько веществ, содержащихся в воде;
- объяснить, почему для обнаружения некоторых веществ требуются приборы;
- выдвинуть гипотезы относительно того, каким образом различные содержащиеся в воде вещества могут влиять на организмы, живущие в воде;
- объяснить, почему каждый из способов восприятия (органов чувств) полезен для изучения различных материалов и явлений;
- зарегистрировать полученные ими данные на листе ввода данных и проверьте, помогает ли им содержащаяся на этом листе информация объяснить полученные ими результаты.

Дальнейшие исследования

Поручите учащимся узнать, предпочитают ли различные виды животных и растений воду того или иного состава.

Детективы-гидрологи: лист ввода данных

Имя, фамилия

№ стакана	Зрение	Слух	Обоняние	Осязание	Вкус	Тест на pH
						
1						
2						
3						
4						
5						
ИТОГО						

Указания по заполнению листа данных

В столбце, соответствующем каждому из способов восприятия, и в строке, соответствующей каждому из пронумерованных стаканов, проставляется крестик, если вы считаете, что опробованный вами образец не является обычной водой из-под крана. Если вы считаете, что образец является водой из-под крана, проставьте букву «В» в соответствующей клетке таблицы.

Принимая каждое решение, пользуйтесь только одним из способов восприятия (органов чувств), обозначенных в заголовках столбцов. По окончании проверки каждого из образцов воды проверьте, какому из стаканов соответствует наибольшее количество букв «В». Этот стакан, по всей видимости, содержит обычную воду из-под крана.

Игра в pH

Предназначение занятия

Это занятие позволяет учащимся приобрести навыки определения уровней кислотности жидкостей и других веществ, которые можно найти на пришкольном участке, и понять, каким образом кислотность связана с другими явлениями в окружающей среде.

Обзор

«Игра в pH» позволяет учащимся производить измерения pH различных образцов воды, почвы, растений и других естественных материалов, найденных в различных местах. Учащиеся приготавливают смеси различных материалов с тем, чтобы получить различные результаты измерений pH.

Продолжительность занятия

Подготовка: одно классное занятие.

Игра: одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Измерение кислотности (pH).

Навыки

Выполнение измерений.

Выполнение анализа.

Интерпретация результатов.

Понимание взаимосвязи явлений в природе.

Приборы и материалы

В расчете на каждую группу учащихся (по 4 человека)

20 полосок лакмусовой бумаги.

3 или 5 небольших стаканов.

Бумага и карандаш.

Ярлыки из липкой ленты, позволяющие закреплять листы с результатами на доске объявлений.

В расчете на весь класс

Доска объявлений для вывешивания результатов, полученных всеми группами учащихся (одна строка уровней pH от 2 до 9 отводится каждой группе учащихся).

«Шпаргалка» с правилами игры.

Дополнительные полоски лакмусовой бумаги.

Подготовка

Учитель должен приготовить различные кислотные и щелочные смеси и растворы естественных и переработанных веществ. Эти смеси и растворы должны быть обозначены буквами, соответствующими содержащимся в них веществам, но учащиеся не должны знать, являются ли эти вещества кислотными или щелочными агентами. К числу кислотных смесей и растворов относятся силос, разбавленный и концентрированный лимонный сок, черный кофе, уксус, апельсиновый сок и напитки на основе содовой воды. К числу щелочных смесей и растворов относятся морская вода или соленая вода, шампунь, поваренная сода, хлорная известь, нашатырный спирт и моющее средство для очистки духовок. Следует использовать растворы почвы, полученные посредством смешивания образцов местной почвы с водой, а также образцы местной воды. Кроме того, учитель может приготовить образцы растворов из материалов, найденных на пришкольном участке, таких, как машинное масло, подтекающее из автомобиля, жидкость в брошеннойбутылке и т. п.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Уровень кислотности (pH) в значительной степени влияет на растительность и диких животных. Уровень кислотности может зависеть от различных факторов. Основное воздействие на pH оказывают щелочные вещества, вымываемые из каменных пород и почвы, количество воды, характерное для данной местности, а также человеческая деятельность (плотность автомобильного движения, количество зданий, количество асфальтированных поверхностей и т. п.). Кислотный дождь также может оказывать существенное влияние на показатель pH воды. Важно понимать взаимосвязь этих факторов. Это простое занятие поможет учащимся понять взаимозависимость природы и человека.

Примечание. Напомните учащимся о разнице между гипотезой и фактическими результатами. Побуждайте их выдвигать свои гипотезы и находить способы их проверки (приготовьте соответствующую литературу, пригласите специалиста участвовать в занятии, просмотрите с учащимися результаты сделанных ранее измерений и т. п.).

Правила игры

1. Разъясните учащимся цель игры — каждая из групп учащихся должна найти растворы, кислотность которых (pH) составляет от 2 до 9.

   Учащиеся должны начертить горизонтальную шкалу значений pH от О до 14 со значением pH = 7 посередине шкалы. Столбцы шкалы должны быть шириной примерно 1 см каждый. Под каждым из значений pH от 2 до 9 следует начертить пустую клетку.

   Каждая группа учащихся находит вещества, pH которых соответствует клетке на шкале значений pH.

2. Учитель чертит на доске следующую матрицу (см. матрицу НУБ-Ь-1).

3. Одно очко начисляется за каждую заполненную клетку, даже если группа нашла два образца с одинаковым значением pH.

   Учащиеся должны регистрировать всю информацию о растворах, указанную на ярлыках, а также измеренные ими значения показателя pH.

5. Когда учащиеся будут готовы к начислению им очка на доске, они должны представить учителю свои записи и этот образец. Вместе с учителем они снова измеряют pH образца новой полоской лакмусовой бумаги. Если значение pH соответствует предыдущему измерению учащихся, образец утверждается и этой группе учащихся начисляется очко на доске. Ниже приведен образец таблицу результатов, полученных разными группами учащихся (см. матрицу НУЕ>-Ь-2).

6. Учитель выдает группе учащихся новую полоску лакмусовой бумаги за каждый из образцов, получивших очко.

Матрица НУБ-Ь-I

	Значение pH								
Группы	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**ИТОГО**
Группа 1									
Группа 2									
Группа 3									

Матрица НУБ-Ь-2

	Значение pH								
Группы	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**ИТОГО**
Группа 1	1		1			1	1		4
Группа 2		1		1				1	3
Группа 3	1				1		1		3

Адаптация материала для учащихся различного возраста

Начальный уровень

Для разъяснения основных концепций используйте растворы соли и сахара и объясните учащимся, что соленость раствора не обязательно означает его кислотность, и что сладость раствора не обязательно означает его щелочность. «Кока-кола» и другие напитки такого типа — прекрасный пример сладких жидкостей, отличающихся высокой кислотностью.

Средний уровень

Способствуйте более активной конкуренции групп учащихся. Например, группа, находящая или приготавливающая первый образец, отличающийся определенным уровнем pH, может получить сразу 5 очков. Впоследствии, другие образцы с тем же значением pH получают только 1 очко.

Усложните игру, предъявив требование, гласящее, что в качестве веществ, образующих выигрывающие очки образцы, можно использовать только вещества естественного происхождения.

Ограничьте количество полосок лакмусовой бумаги, выдаваемых группам учащихся, и введите правило, гласящее, что новые полоски лакмусовой бумаги группы будут получать только после начисления очков.

Высокий уровень подготовки

Спросите учащихся, какие растворы следует смешать, чтобы получить нейтральный раствор. Поручите им проверить свои гипотезы посредством смешивания некоторых из обозначенных ярлыками растворов и регистрации результирующих значений pH. Поручите учащимся количественное определение нейтрализующего действия различных растворов. Свяжите наблюдения учащихся с буферизующей активностью (щелочностью) реактивов, используемых в ходе гидрологических исследований.

Предоставьте учащимся образцы растворов, полученные из других частей страны (или из других стран мира) и попросите их охарактеризовать различное воздействие этих растворов на уровень pH.

Выполните сходный анализ с использованием образцов из различных геологических слоев или из различных частей района или участка исследований.

Примечание. В случае проведения занятия с учащимися старшего возраста мы рекомендуем пригласить специалиста, который может ответить на их вопросы.

Дальнейшие исследования

Найдите на участке гидрологических исследований различные материалы — образцы почвы, каменных пород и растительности, — влияющие на кислотность (pH) воды.

Попробуйте идентифицировать и количественно оценить воздействия, которые не всегда наблюдаются на участке исследований, например, выпадение осадков или какое-либо явление, возникающее выше по течению от вашего участка отбора образцов.

Оценка успехов учащихся

По окончании игры соберите учащихся вокруг доски, на которой зарегистрированы результаты, и поясните, какие образцы они идентифицировали, где эти образцы были найдены и какова кислотность (pH) этих образцов. Побуждайте учащихся самостояте-льно выдвигать предположения относительно того, почему для различных образцов характерна различная кислотность. Подчеркивайте разницу между образцами воды, взятыми из почвы, из каменистых мест, с искусственных поверхностей, из озер, из рек и т. п. Упомяните способность некоторых каменных пород к нейтрализации кислот (щелочность пород) и способность различных материалов повышать кислотность воды. Спросите учащихся, почему так трудно найти образцы, отличающиеся некоторыми уровнями pH, и почему образцы с другими уровнями кислотности найти легче.

Использованная литература

«Игра в pH» была разработана и опробована ведущей группой организации TEREZA (Ассоциацией экологического образования Чешской республики.)

Подготовка к выполнению практических работ

Предназначение занятия

1. Обучение правильному использованию каждого из гидрологических приборов.
2. Изучение диапазонов показаний каждого из приборов.
3. Использование каждого из приборов, предусмотренных в описаниях практических работ.
4. Понимание важности контроля качества данных.

Обзор

Группы учащихся поочередно пользуются измерительными приборами, предусмотренные в каждом из описаний практических работ, выполняемых классом. Они приобретают навыки применения прибора или аналитического набора реактивов и выполнения той или иной практической работы, изучая возможные причины отклонений показаний и ошибок. Занятие завершается анализом образцов воды, взятых в различных местах (дома, на пришкольном участке, из луж, из ручьев и т. п.).

Если у вас имеется достаточное количество приборов и аналитических наборов, для того, чтобы упростить обсуждение, можно сосредоточить внимание на каких-либо определенных приборах или аналитических наборах на протяжении одного классного занятия.

Продолжительность занятия

От трех до четырех классных занятий.

Уровень подготовки учащихся

Зависит от практической работы, к выполнению которой готовятся учащиеся.

Важнейшие концепции

Обеспечение качества данных.

Контроль качества данных.

Надежность данных.

Точность данных.

Выполнение инструкций.

Калибровка.

Навыки

Точное *выполнение* указаний.

Выполнение измерений.

Приборы и материалы

См. приборы, оборудование и аналитические наборы, требуемые для выполнения каждой практической работы, в описаниях практических работ по теме *Гидрологические исследования.*

Одно ведро с водой из-под крана.

Копии листов ввода данных гидрологических исследований.

При подготовке к выполнению различных практических работ потребуются также следующие материалы.

Определение прозрачности воды: зеленая пищевая краска, столовая ложка илистого донного осадка или илистой почвы.

Измерение pH: образцы воды с уксусом, дистиллированной воды, молока, сока, содовой воды и т. п.

Измерение температуры: лед.

Измерение электропроводности: дистиллированная вода, соль.

Определение солености: дистиллированная вода, соль, лед.

Определение содержания нитратов: удобрение для газонов.

Подготовка

Попросите учащихся принести с собой образцы воды, набранные дома и (или) на пришкольном участке.

Приготовьте измерительные комплекты приборов и материалов на рабочих местах для каждого вида измерений, которые будут производиться учащимися. В расчете на каждое рабочее место потребуется следующее.

Оборудование и приборы, необходимые для выполнения измерений.

Экземпляр описания практической работы, вывешенный рядом с рабочим местом.

Копии листов ввода данных гидрологических исследований.

Наберите ведро воды из-под крана в начале школьного дня и поставьте его в классной комнате. Зарегистрируйте время отбора образца воды на ярлыке из липкой ленты, закрепленном на ведре.

В то же время наполните водой бутылку для образца воды, используемого при измерении содержания растворенного кислорода, и законсервируйте образец воды в соответствии с инструкциями, приведенными в описании практической работы. Зарегистрируйте время отбора образца воды на ярлыке, закрепленном на бутылке.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Разработка плана обеспечения и контроля качества данных необходима для того, чтобы результаты измерений были настолько точными и надежными, насколько это возможно. Точностью данных называется степень их соответствия фактическим значениям измеряемых характеристик. Надеж¬ностью данных называется последовательность и согласованность получаемых результатов. Же¬лаемые точность, так же как и надежность данных, обеспечиваются следующими методами.

Следует тщательно калибровать измеритель¬ные приборы, правильно их использовать и вовремя производить их техническое обслуживание.

Необходимо строго выполнять указания, приве¬денные в описаниях практических работ.

Следует повторять измерения, проверяя их точность и выявляя причины возникновения ошибок.

Следует сводить к минимуму загрязнение аналитических химикатов и измерительного оборудования.

Необходимо регистрировать время и место отбора образцов воды и следите за тем, чтобы не перепутать образцы.

Принятие всех этих мер поможет вам получать достоверные, ценные и осмысленные данные.

Калибровка

Калибровкой называется процедура проверки точности измерительного оборудования. Для того, чтобы убедиться в правильном функционировании приборов, измерения производятся с исполь¬зованием раствора, концентрация которого точно известна заранее. Процедуры калибровки различ¬ных приборов неодинаковы и приводятся в описаниях соответствующих практических работ.

Обеспечение безопасности

См. листы научных данных о материалах, поставляемые вместе с аналитическими наборами и буферными веществами. Кроме того, см. правила обеспечения безопас-ности, действующие в вашем школьном округе.

Порядок проведения занятия

1. Разделите учащихся на небольшие группы, лучше всего по три человека в группе. Проверяя работу, выполняемую другими членами группы, учащиеся должны поочередно практиковаться в чтении инструкции, выполнении измерений и регистрации данных.
2. Группы учащихся поочередно используют различные рабочие места с комплектами приборов и материалов для выполнения различных практических работ (измерений).
3. Соберите весь класс и проведите следующие обсуждения по каждому из видов измерений.
   a. Постройте график с использованием всех полученных данных, чтобы визуально продемонстрировать учащимся концепцию точности данных. Если измерения производились точно, все точки данных на графике будут находиться близко одна от другой. Обсудите диапазон выполненных измерений и отклонения, наблюдавшиеся в ходе измерений.
   б. Обсудите с участием всего класса вопрос о том, почему наблюдаются расхождения. На этой стадии обсуждения следует посвятить время концепциям калибровки с использованием стандартных растворов, обеспечения надежности и точности данных и точного выполнения инструкций. Свяжите свои пояснения с причинами, по которым выполняются те или иные операции, предусмотренные инструкциями. Обратите особое внимание на необходимость выполнения точных измерений, позволяющих сравнивать характеристики различных образцов.
4. Сравните результаты анализа образцов воды, взятых в различных местах. Помогите учащимся осмыслить полученные ими результаты, отмечая данные на карте различных источников образцов воды и обсуждая исходные условия формирования свойств воды в колодцах, в городской системе водоснабжения, в пруде, в бассейне, в лужах или в ручье. На этой стадии обсуждения полезно подчеркнуть важность точности измерений при сравнении характеристик различных образцов. Отражает ли разница между полученными результатами фактические различия или ошибку, допущенную при измерении? В это же время можно разъяснить, почему не

производилось измерение содержания растворенного кислорода в образцах и температуры образцов и как следует производить такие измерения.

Адаптация материала для учащихся с различными уровнями подготовки

Учащиеся младших классов

Сосредоточивайте внимание на каждом из измере¬ний поочередно, в целом следуя плану проведения занятия, изложенному выше.

Учащиеся старших классов

Поручите учащимся самостоятельно под-готовить графики данных и предложить свою интерпрета¬цию этих графиков.

Дальнейшие исследования

Повторите измерения, произведенные ранее, но при этом изменяйте один из измеряемых параметров — например, температуру, охлаждая одну треть каждого из образцов воды, нагревая другую треть и не изменяя комнатную температуру остающейся трети каждого образца. После этого определите влияние изменения температуры воды на другие измеряемые параметры.

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для определения прозрачности воды

Предпосылки

Прозрачность воды на вашем участке исследований зависит от количества частиц почвы, взвешенных в воде, и от количества сине-зеленых водорослей и других растительных организмов, обитающих в воде на вашем участке. Прозрачность воды может изменяться сезонно в связи с активностью роста и размножения организмов, в связи с изменениями количества осадков и по другим причинам. От прозрачности воды зависит глубина проникновения солнечного света в воду. Так как солнечный свет необходим растениям, прозрачность воды — важный показатель, определяющий биологическую продуктивность воды на вашем участке исследований.

В полевых условиях прозрачность воды определяется одним из двух методов: с помощью диска Секки (в глубоких, спокойных водах) или с помощью трубки для замера мутности воды (на мелководье или при определении характеристик проточной воды). В лабораторных условиях, т. е. при прохождении практики в классной комнате, используется трубка для замера мутности воды.

Порядок практической подготовки

1. Попросите каждого из учащихся заполнить трубку для замера мутности воды водой из-под крана до того уровня, на котором изображение на дне трубки становится незаметным. Зарегистрируйте глубину столба воды в трубке в сантиметрах.
2. Сравните данные, полученные несколькими учащимися. Попросите учащихся выдвинуть гипотезы, объясняющие расхождение полученных ими результатов.
3. Снова произведите измерения прозрачности воды с помощью трубки, изменяя такие параметры окружающей среды, как количество света в помещении, условия считывания показаний (на солнечном свету и в тени, в темных очках и без них, стараясь увидеть изображение на дне трубки, поворачивая трубку, и позволив воде в трубке отстояться в течение 15—20 секунд).
4. После того, как учащиеся определят глубину столба воды в трубке, пользуясь водой из-под крана, слейте воду в ведерко, добавьте в нее несколько граммов ила и перемешайте.
5. Попросите учащихся заполнить трубки для замера мутности воды илистой водой и проверить, на какой глубине изображение на дне трубки становится незаметным для глаза. Сравните результаты, полученные несколькими учащимися.
6. Добавьте к воде из-под крана несколько капель зеленой пищевой краски.
7. Попросите учащихся заполнить трубки для замера мутности воды окрашенной водой и проверить, на какой глубине изображение на дне трубки становится незаметным для глаза.

Учащийся	Анализированный образец	см

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для измерения температуры воды

Предпосылки

Температурой воды в данном случае называется естественная (измеряемая в естественных усло¬виях) температура водоема — воды в ручье, реке, пруде, озере, колодце, сточной канаве и т. п. Температура водоемов может существенно варьировать в зависимости от широты, высоты над уровнем моря, времени суток, времени года, глубины воды и многих других переменных параметров. Температура воды имеет большое значение, так как она играет важнейшую роль в химических, биологических и физических взаимодействиях, происходящих в водоеме. Например, высокая температура может указывать на повышение активности размножения растений. Температура воды определяет состав флоры и фауны, обитающей в воде, так как для всех видов живых организмов свойственны определенные естественные температурные ограничения — минимальная и максимальная температуры, допускающие существование вида. Измерение температуры воды, таким образом, помогает нам понять, что происходит в водоеме, не измеряя непосредственно количество организмов, относящихся к сотням различных видов, обитающих в водоеме.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Измерение температуры воды,* каждый член группы учащихся поочередно измеряет температуру одного и того же образца воды с помощью одного и того же термометра. Убедитесь в том, что каждый учащийся умеет считывать показания термометра. Сравните полученные учащимися показания. Расходятся ли они более чем на 0,5°С? Почему? Почему нет? Если показания расходятся более чем на 0,5°С, повторите измерение температуры с использованием другого образца воды, чтобы получить результаты, не расходящиеся более чем на 0,5°С.
2. Каждый член группы учащихся, пользуясь своим термометром и выполняя инструкции по измерению температуры, приведенные в описании практической работы, измеряет температуру одного образца воды и сравнивает полученный результат с результатами, полученными другими членами группы. Расходятся ли они более чем на 0,5°С? Почему? Почему нет? Если показания расходятся более чем на 0,5°С, может потребоваться калибровка термометров.
3. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы «Измерение температуры воды», учащиеся измеряют температуру горячей и холодной воды из-под крана, воды со льдом и воды, находившейся в ведре, стоявшем в классной комнате. Перечислите образцы воды, температура которых измерялась, и зарегистрируйте полученные значения температуры.
4. Обсудите возможный диапазон показаний каждого из термометров. Возможно ли измерение температуры ниже точки замерзания воды? Почему? Почему нет? Можно ли измерить температуру кипящей воды с помощью имеющегося термометра? Почему? Почему нет?

Учащийся	Анализируемый образец	Температура

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для определений содержания растворенного в воде кислорода

Предпосылки

Выживание всех организмов зависит от кислорода. В воде содержатся молекулы растворенного газообразного кислорода. В воздухе 20 из каждых 100 молекул приходятся на долю кислорода. В воде содержится только 1 —5 молекул кислорода на миллион, Поэтому содержание растворенного в воде кислорода выражается как количество частей на миллион. Различные виды водных организмов потребляют кислород в различных количествах, но в среднем для поддержания нормального роста и развития водной флоры и фауны требуется содержание растворенного кислорода, составляющее как минимум 6 частей на миллион. Количество кислорода, который может содер¬жаться в воде («уровень кислородного баланса»), зависит от температуры и высоты над уровнем моря. В целом, теплая вода удерживает меньшее количество растворенного кислорода, чем холод¬ная. Сходным образом, на большой высоте над уровнем моря, в горах, вода не может удерживать столько же кислорода, сколько содержится в воде на равнинах. Эти закономерности можно просле¬дить, рассмотрев данные, приведенные в таблицах зависимости содержания растворенного кислорода от температуры и высоты над уровнем моря, приведенные в описании практической работы. Поэтому при измерении содержания растворенного кислорода мы пользуемся эталонным образцом дистиллированной воды и учитываем температуру и высоту над уровнем моря, корректируя получен¬ные результаты.

Фактическое содержание растворенного в воде кислорода может не соответствовать уровню кислородного баланса. Бактерии, обитающие в воде, потребляют кислород по мере переработки ими разлагающихся остатков растительного и животного происхождения. Эта деятельность бактерий может приводить к снижению содержа¬ния растворенного в воде кислорода. Напротив, сине-зеленые водоросли, обитающие в озерах, производят кислород в процессе фотосинтеза, что может летом иногда приводит к повышению содержания растворенного в воде кислорода.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Измерение содержания растворенного кислорода,* каждый из членов группы учащихся поочередно измеряет содержание раство¬ренного кислорода в одном и том же образце воды. Полученные учащимися результаты сравниваются. Расходятся ли полученные показания более чем на 0,2 мг/л? Почему? Почему нет? Если полученные показания расходятся более чем на 0,2 мг/л, повторите измерения с использованием другого образца воды, чтобы получить результаты, не расходя¬щиеся более чем на 0,2 мг/л.

2. Если на кранах, из которых вы набираете образцы воды, установлены аэраторы, измерьте содержание растворенного кислорода в воде, только что набранной из-под крана, в воде, которая была набрана в начале школьного дня и оставалась в неподвижно стоявшем ведре, а также в консервированном образце воды, отобранном одновременно с водой, набранной в ведро. Зарегистрируйте время анализа воды, находившейся в ведре. Сколько времени прошло с тех пор, когда вода была набрана в ведро? Сравните полученные показания. Отличаются ли они одно от другого? Почему? Почему нет? Чем могут объяс¬няться наблюдаемые различия?

Учащийся	Анализируемый образец	Время	Содержание раство-ренного кислорода

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для измерения pH

Предпосылки

pH — показатель содержания кислоты в воде. Диапазон значений pH может составлять от 1 (кислота) до 14 (щелочь или основание). Значение pH, равное 7, соответствует нейтральному раствору. Показатель pH измеряется по логарифмической шкале, т. е. изменение значения pH на одну единицу соответствует десятикратному изменению содержания кислоты в воде. Например, изменение с7 на 6 свидетельствует о десятикратном изменении кислотности раствора; с 7 на 5 - о стократном и т.д. Чем ниже показатель pH водоема, тем больше кислоты содержится в воде. Показатель pH водоема оказывает существенное влияние на живущие в воде организмы. Головастики саламандр, лягушки и другие обитающие в воде животные и растения чрезвычайно чувствительны к понижению показателя pH.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Измерение кислотности (pH),* каждый из членов группы учащихся поочередно измеряет показатель pH одного и того же образца. Расходятся ли полученные показания более чем на 1,0 единицы pH? Почему? Почему нет? Если полученные показания расходятся более чем на 1,0 ед. pH, повторите измерения с использованием другого образца, чтобы получить показания, не расходящиеся более чем на 1,0 ед. pH.

2. Не выполняя калибровку ручки для измерения pH, но выполняя инструкции по измерению pH с помощью ручки, приведенные в описании практической работы, учащиеся поочередно измеряют pH различных образцов воды. Полученные значения регистрируются.

Откалибруйте ручку для измерения pH и повторите измерения, точно выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы с тем, чтобы не допустить загрязнения образцов. Учащиеся могут пользоваться также одной откалиброванной ручкой для измерения pH и одной не откалиброванной ручкой, если имеется достаточное количество приборов. Результаты измерений регистрируются.

Сравните данные, полученные различными методами. Обсудите возможные причины наблюдающихся расхождений.

Измерьте pH различных широко распространенных жидкостей, таких, как дистиллированная вода, уксус, вода из-под крана, молоко, сок, содовая вода и т. п., пользуясь лакмусовой бумагой, неоткалиброванной ручкой для измерения pH и откалиброванной ручкой для измерения pH.

Перечислите проанализированные образцы и зарегистрируйте значения pH, полученные различными методами. Какие методы позволили получить самые точные значения? Какие методы позволили обеспечить наибольшую надежность данных?

Подготовьте шкалу значений pH и постройте график средних значений pH, полученных для каждого образца.

Анализируемый образец	Лакмусовая бумага	Неоткалиброванная ручка для измерения pH	Откалиброванная ручка для измерения pH

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для измерения удельной электропроводности

Предпосылки

Электрическая проводимость (электропровод¬ность) воды — показатель способности воды проводить электрический ток. Чистая вода плохо проводит электричество, но примеси, содержа¬щиеся в воде, такие, как растворенные в воде соли, повышают электропроводность воды. Поэтому измерения электропроводности воды часто используются с целью оценки количества раство¬ренных в воде твердых веществ, так как измерение электропроводности гораздо проще, чем выпарива¬ние всей воды в образце с последующим взвешива¬нием твердого остатка.

Электропроводность измеряется в микросименсах на сантиметр (мкСм/см). Полив водой, электро¬проводность которой составляет более 2200—2600 мкСм/см, вреден для чувствительных растений. В бытовых условиях предпочтительно исполь¬зование воды с электропроводностью менее 1100мкСм/см. При изготовлении многих видов продукции, в особенности электронных компонен¬тов, требуется использование очень чистой воды.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Измерение удельной электропроводности,* каждый из членов группы учащихся поочередно измеряет электропроводность одного и того же образца. Расходятся ли полученные показания более чем на 40 мкСм/см? Почему? Почему нет? Если полученные показания расходятся более чем на 40 мкСм/см, повторите измерения с использованием другого образца, чтобы получить показания, расходящиеся не более чем на 40 мкСм/см.

2. Не выполняя калибровку прибора для измерения электропроводности, но выполняя инструкции по измерению pH с помощью ручки, приведенные в описании практической работы, учащиеся поочередно измеряют электропроводность различных образцов воды — дистиллированной воды, воды из-под крана и дистиллированной воды, в которую была добавлена щепотка соли. Полученные значения регистрируются.

3. Откалибруйте прибор для измерения электропроводности и повторите измерения, точно выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы с тем, чтобы не допустить загрязнения образцов. Результаты измерений регистрируются.

4. Сравните данные, полученные с помощью откалиброванного и не откалиброванного приборов. Наблюдаются ли расхождения? Обсудите возможные причины наблюда¬ющихся расхождений. Замечаете ли вы, что показания одного прибора всегда выше показаний другого? Всегда ли показания этих приборов расходятся на одну и ту же величину?

5. Измерьте электропроводность различных широко распространенных жидкостей, таких, как дистиллированная вода, уксус, вода из-под крана, молоко, сок, содовая вода и т. п.

Перечислите проанализированные образцы и зарегистрируйте значения pH, полученные различными методами.

6. Каков диапазон показаний электропровод¬ности? Подготовьте шкалу значений электропроводности и постройте график средних значений электропроводности, полученных для каждого образца.

Анализируемый образец	Неоткалиброванный прибор для измерения электропроводности	ОткалиброванныЙ прибор для измерения электропроводности
Дистиллиро-ванная вопа		
Вода из-под крана		
Соленая вода		

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для определения солености (солоноватой или морской воды)

Предпосылки

Соленость — показатель содержания растворен¬ных солей в морской или солоноватой воде. Соленость выражается как количество частей на тысячу. Соленость воды может варьировать в зависимости от выпадения осадков, таяния снегов или расстояния от исследуемого водоема от источника пресной воды (например, от устья реки).

Денсиметр — инструмент, позволяющий измерять удельный вес или плотность жидкости. Конструкция этого прибора основана на принципе, открытом греческим математиком Архимедом, гласящем, что все тела, погруженного в воду, равен весу вытесненной этим телом воды. Чем плотнее анализируемая жидкость, тем меньше погружается в нее тело, вытесняющее объем воды, эквивалентный весу тела.

Почему необходимо производить измерения температуры одновременно с регистрацией показаний денсиметра? Вода становится более плотной по мере ее охлаждения и замерзания, а затем, по мере превращения ее в лед — более плотной. Так как мы желаем измерить зависимость содержания растворенных в воде солей от ее плотности, мы должны знать значение переменного параметра температуры.

Порядок практической подготовки

1. Заполните мензурку вместимостью 500 мл пресной водой до отметки «500 мл».
2. Осторожно погрузите денсиметр в мензурку (не роняя его).
3. Считывайте показания денсиметра на уровне, соответствующем нижнему краю мениска. Зарегистрируйте показание.
4. Выньте денсиметр из мензурки и добавьте в воду 7,5 г соли. Перемешайте раствор.
5. Измерьте температуру воды в мензурке на глубине 10 см с помощью термометра. Зарегистрируйте показание.
6. Пользуясь денсиметром, измерьте удельный вес жидкости в мензурке. Зарегистрируйте показание.
7. Найдите значение солености жидкости, соответствующее измеренным показаниям температуры и удельного веса, в таблице. Зарегистрируйте значение.
8. Добавьте еще 10 г соли в раствор.
9. Измерьте температуру и соленость воды в мензурке на глубине 10 см с помощью термометра. Зарегистрируйте показания.
10. Добавьте в мензурку несколько кусочков льда.
11. Измерьте температуру и соленость воды в мензурке на глубине 10 см с помощью термометра. Зарегистрируйте показания.

Изучите зарегистрированные вами данные. Соле¬ность пресной воды должна быть равна нулю. По мере добавление в воду соли соленость должна повышаться. Изменение температуры повлияет на плотность воды, но не должно отразиться на значении солености, определенном с помощью таблицы преобразования показаний.

Обсудите расхождения между значениями, полученными различными учащимися. Повторите измерения, если расхождения между полученными показаниями превышают 2 части на тысячу.

Лист ввода значений солености

Анализируемый образец	Температура	Показания .тенсиметра	Соленость	Учащийся
Пресная вода				
После добавления 7,5 г соли				
После добавления 17,5 г соли				

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для определения щелочности

Предпосылки

Щелочность — показатель сопротивления воды к понижению показателя pH при добавлении в воду кислот. Добавление кислот в воду происходит в основном в результате выпадения дождя или снега, хотя почва в некоторых районах также является существенным источником кислот. Щелочность воды повышается по мере растворения каменных пород, содержащих карбонаты кальция, такие, как кальцит и известняк. Щелочность воды в естественных условиях защищает рыбу и другие обитающие в воде организмы от внезапных изменений кислотности.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Определение щелочности,* каждый из членов группы учащихся поочередно измеряет щелочность одного и того же образца. Сравните полученные учащимися результаты. Расходятся ли полученные показания более чем на величину, эквивалентную добавлению одной капли титрирующего реактива? Почему? Почему нет? Если полученные показания расходятся более чем на величину, эквивалентную добавлению одной капли титрирующего реактива, повторите измерения с использованием другого образца, чтобы получить показания, расходящиеся не более чем на величину,эквивалентную добавлению одной капли титрирующего реактива.

2. Проанализируйте взятые из других источников образцы воды, принесенные в класс.

   Перечислите проанализированные образцы воды и зарегистрируйте полученные результаты. Сравните щелочность трех образцов. Каков диапазон наблюдаемых результатов? Почему наблюдаются расхождения между результатами?

Учащийся	Анализируемый образец	Показание

Гидрологические исследования

Лист ввода данных учащихся

Рабочее место для определения содержания в воде нитратов

Предпосылки

Азот — одно из трех основных питательных веществ, потребляемых растениями. Большинство растений не могут потреблять молекулярный газообразный азот (1Ч$_2$). В водных экологических системах сине-зеленые водоросли преобразуют молекулярный газообразный азот в аммиак **(N11,)** и нитраты (М0$_3$~), которые затем потребляются растениями. Животные едят эти растения, чтобы получить азот, необходимый для формирования белков. Когда растения и животные умирают, белковые молекулы расщепляются бактериями, выделяющий аммиак. Другие бактерии окисляют аммиак с получением нитритов (РТО$_2$~) и нитратов (1Ч0$_3$~). В условиях пониженного содержания кислорода нитраты затем могут превращаться другими бактериями в аммиак (1ЧН$_3$), и цикл преобразования азотистых соединений начинается снова.

Как правило, содержание азота в воде в естествен¬ных условиях невелико (менее 1 части нитратного азота на миллион). Азот выделяется из разлагаю¬щихся экскрементов животных, мертвых растений и животных и быстро потребляется растениями. В водоемах с высоким содержанием азота может происходить эвтрофикация. Содержание азота может повышаться в результате естественных воздействий и человеческой деятельности. Утки и гуси вносят большое количество азота в водоемы, в которых они обитают. К искусственным источникам азота относятся канализационные отходы, сливаемые в реки, удобрения, вымывае¬мые водой, стекающей после выпадения осадков или просачивающейся в грунтовые воды, а также водой, стекающей из кормушек и скотных дворов.

Содержание нитратов измеряется в миллиграммах нитратного азота на литр воды.

Порядок практической подготовки

1. Выполняя инструкции, приведенные в описании практической работы *Измерение содержания нитратов,* каждый из членов группы учащихся поочередно измеряет содержание нитратов в одном и том же образце. Расходятся ли полученные показания более чем на 0,2 мг/л? Почему? Почему нет? Если полученные показания расходятся более чем на 0,2 мг/л, повторите измерения с использованием другого образца, чтобы получить показания, расходящиеся не более чем на 0,2 мг/л.
2. Повторите измерения содержания нитратов в том же образце воды, но предварительно взболтайте образец в течение половины времени, указанного в описании практической работы.
3. Повторите измерения содержания нитратов в том же образце воды, но предварительно дайте ему отстояться в течение времени, на пять минут превышающего продолжительность времени, предусмотренную в описании практической работы.
4. Измерьте содержание нитратов в ряде различных образцов воды — воды, стекающей с площадки для игры в гольф, воды из другого пруда, воды из резервуара, реки и т. п. Перечислите источники, из которых были взяты образцы воды, и зарегистрируйте полученные результаты.
5. Добавьте в образец воды несколько граммов удобрения. Какое изменение показаний вы наблюдаете?
6. Обсудите возможные причины варьирова¬ния содержания азота в ваших образцах воды.

Учащийся	Показание	Учащийся

Повсюду вода!

Предназначение занятия

Изучение изменений характеристик воды в зависимости от места отбора образцов воды и сравнение учащимися полученных ими результатов измерений с характеристиками образцов воды, взятых на других участках. Учащимся демонстрируется, каким образом ученые начинают изучение данных; стимулируется самостоятельный анализ учащимися полученных ими данных.

Обзор

Учащимся поручают изучение исходных данных, зарегистрированных участниками программы GLOBE и проанализированных учеными. После прочтения комментариев ученых, относящихся к этим данным, учащихся просят найти дополнительные данные, сообщенные школами, участвующими в программе GLOBE, с целью их изучения и анализа.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие (первоначальное) с последующими дополнительными занятиями.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Важнейшие концепции

- Варьирование характеристик воды (в некоторых пределах).
- Формулирование вопросов на основе данных.
- Поиск ответов на вопросы с использованием данных.

Навыки

- *Построение* графиков данных.
- *Сравнение* данных, полученных в разных местах и в разное время.
- *Анализ* расхождений между данными и выявление закономерностей.
- *Формирование* гипотез.
- *Проверка* гипотез.
- *Использование* базы данных участников программы GLOBE.

Приборы и материалы

- Карандаш и миллиметровая бумага или компьютерные средства построения графиков.
- Компьютер и сервер базы данных участников программы GLOBE.
- Научные дневники участников программы GLOBE.

Подготовка

Сбор данных, зарегистрированных в рамках программы GLOBE.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Несмотря на то, что многие годы иногда уходят на сбор данных, количество которых достаточно для изучения или для поиска ответов на вопросы, относящиеся к тому или иному участку, ученые, участвующие в программе GLOBE, уже начали изучать все увеличивающееся количество гидрологических данных, зарегистрированных в рамках программы, с тем, чтобы своевременно выявлять интересные закономерности и контролировать качество данных. Для того, чтобы помочь учащимся начать самостоятельное изучение полученных ими данных и данных, сообщенных учащимися других школ, гидрологи, участвующие в программе GLOBE, делятся с учащимися своими предварительными выводами. Ниже вы найдете описание первых результатов анализа данных о кислотности (pH) и температуре воды, а также некоторые интересные вопросы, заданные на основе анализа других гидрологических данных. Так как эти исследования продолжаются, вы сможете получать новую информацию по мере поступления дополнительных данных. Эти результаты можно будет найти на странице «Уголок ученого» (Scientist's Corner) в базе данных учащихся-участников программы GLOBE. Дополнительную информацию о результатах анализа региональных данных можно получить также на страницах в сети Web.

По мере поступления все большего количества данных, ученые продолжают изучать интересные закономерности и задавать новые вопросы. Учащиеся могут помочь ученым,

контролируя и анализируя данные, регистри¬руемые на их участках исследований, а также данные, полученные другими школами из разных стран мира, и делясь своими наблюдениями и результатами исследований с другими участниками программы GLOBE с помощью компьютерной сети.

Порядок проведения занятия

В разделе 1 описания настоящего занятия содер-жится ряд графиков, которые были построены на основе данных о кислотности (pH) и температуре воды, сообщенных участниками программы GLOBE. Эти графики приводятся с тем, чтобы проиллюстрировать определенные вопросы, которые обычно задаются учащимися, а также связанные с качеством данных проблемы, которые часто наблюдаются учеными. Каждый комплект этих графиков можно использовать в качестве основы для дальнейших исследований или обсуждения методов анализа данных.

Начните с демонстрации учащимся графиков «типичных» данных о кислотности и температуре воды. Обсудите ожидаемые закономерности изменения данных и побуждайте учащихся зада¬вать вопросы и комментировать информацию.

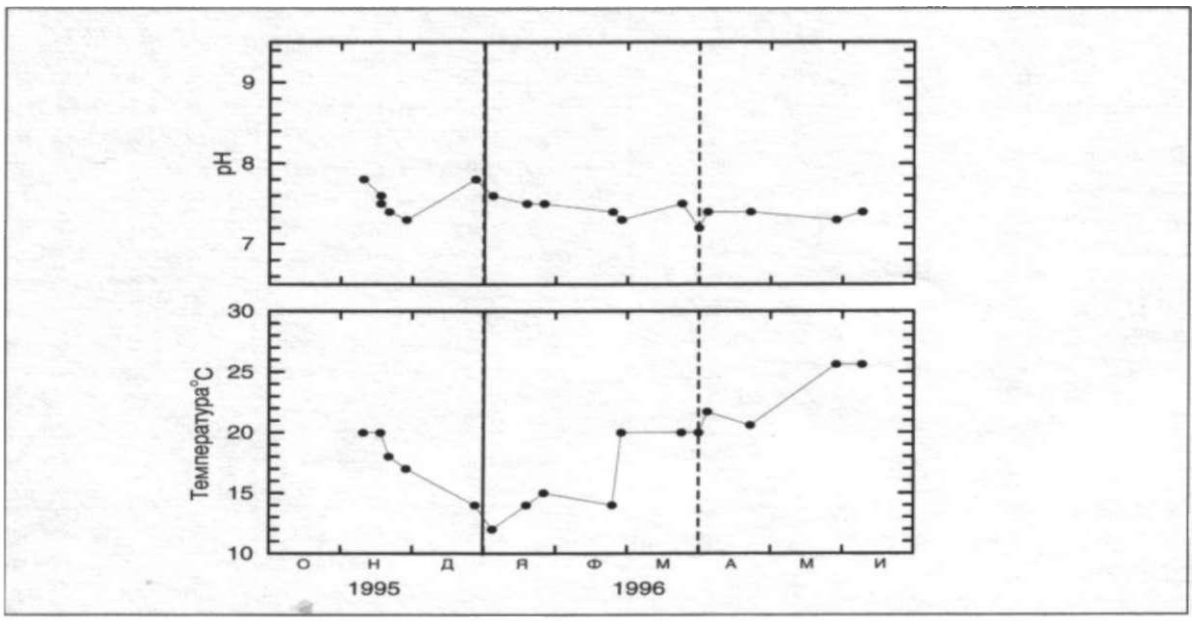
Затем поручите учащимся изучить данные, представленные каждым комплектом графиков, и предложить их гипотезы или задать вопросы о том, что они наблюдают. Зарегистрируйте их наблюдения. После того, как учащиеся изучат графики и зарегистрируют свои наблюдения и гипотезы, сравните их выводами с теми выводами, которые делают ученые, Наблюдения и гипотезы учащихся следует регистрировать в их научных дневниках участников программы GLOBE. Затем учащиеся могут перейти к выполнению дальнейших исследований, самостоятельно анализируя полученные ими данные или данные, сообщенные учащимися других школ.

В разделе 2 приводятся первоначальные результаты изучения учеными-участниками программы GLOBE новых данных, полученных при выполнении других практических работ — измерений содержания растворенного кислорода, Учащиеся могут изучить приведенные графики и попытаться выявить закономерности или проблемы, связанные с этими новыми результатами измерений.

Приведенные ниже графики можно найти также на странице «Уголок ученого» (Scientist's Corner) в базе данных учащихся-участников программы GLOBE. Учителя могут распечатать эти графики, приготовить диапозитивы или поручить учащимся работу с компьютерами. Дополни-тельные графики и информацию о дальнейших исследованиях ученых-участников программы GLOBE можно найти на страницах в сети Web и загрузить с целью получения распечаток или обработки компьютерными программами.

Примечание. Копии графиков, включенных в описание этого учебного занятия, приведены в более крупном формате в *приложении.* Увеличенные копии графиков можно использовать с целью приготовления диапози¬тивов, демонстрируемых в учебных целях, а

Рис. HYD-L-1. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США



также раздать учащимся, поручая им анализ или оценку данных.

Пример типичного набора данных, полученного в рамках программы GLOBE

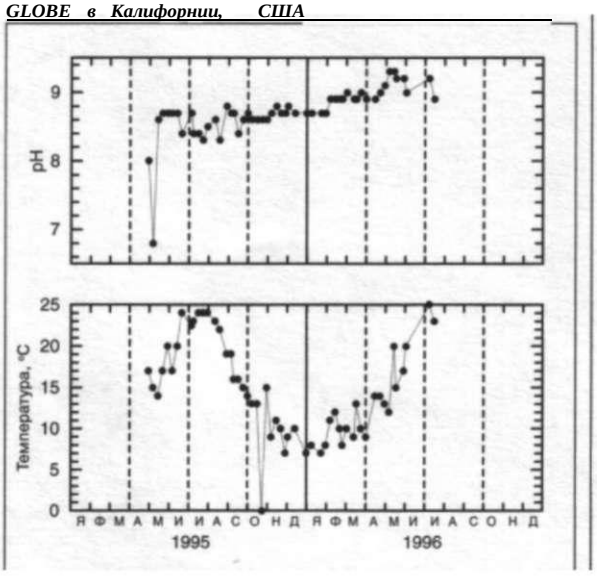
Типичные характеристики

- Значение показателя pH увеличиваются и уменьшаются, но в разумных пределах.
- Значения температуры варьируют в небольших пределах, но отражают общие сезонные изменения.

Наблюдаются ли какие-либо необычные явления на основе имеющегося набора данных?

Конечно, наблюдаются! Посмотрите еще раз на графики, приведенные на рис. HYD-L-1, и подумайте о том, что вы видите. Замечаете ли вы что-то неожиданное? Посмотрите, как повысилось значение pH с ноября до декабря! Это повышение может оказаться результатом ошибок, допущенных при измерениях, но оно может отражать и фактические явления! Если оборудование было правильно откалибровано и множество измерений показывают один и тот же результат, учащиеся, получившие этот результат, должны попытаться определить другие факторы, которые могли привести к такому повышению значения pH.

Рис. HYD-L-2. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США



Раздел 1. Кислотность (pH) и температура

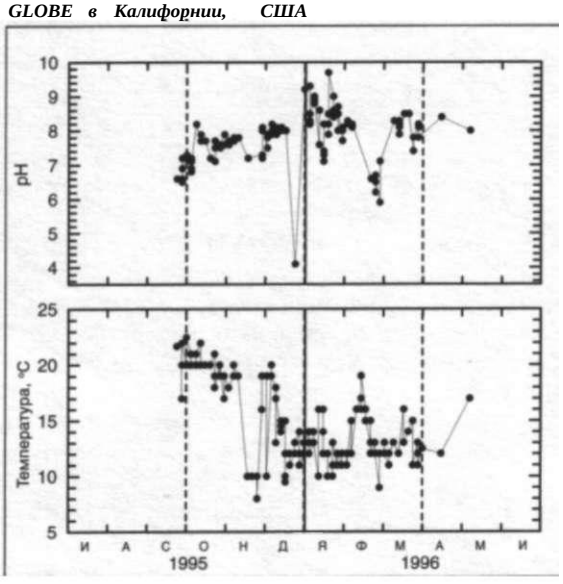
Часть 1. Выявление выбросов данных

1. Покажите учащимся графики, приведенные на рис. ИУБ-Ь-2 и ИУБ-Ь-3. После того, как они изучат эти графики и зарегистрируют свои наблюдения, попросите их указать любые необычные точки данных.
2. Обсудите важность обеспечения и контроля качества данных. Спросите учащихся, что следует делать в том случае, если некоторые точки данных существенно выходят за пределы диапазона остального набора данных (если наблюдаются «выбросы данных»)?
3. Обсудите наблюдения учащихся и их рекомендации.

Примечание ученых

Мы построили графики зависимости всех регистрировавшихся параметров от времени. Перед выявлением закономерностей и сравнением данных, полученных на различных участках, мы тщательно изучаем данные, выявляя выбросы данных. Например, на рис. ИУБ-Ь-2 можно заметить, что одно из показаний температуры выходит за пределы диапазона, занимаемого другими данными. Это значение, по всей вероятности, ошибочно, и мы удаляем эту точку из набора данных перед выполнением дальнейшего анализа.

Рис. HYD-L-3. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США



Кроме того, показания pH, значительно отклоняющиеся от среднего значения, вызывают подозрения. На рис. HYD-L-3 можно заметить одно показание (pH = 4), которое не соответствует диапазону остальных показаний pH, составляющих от 6 до 9,5.

На графиках можно заметить некоторые дополнительные интересные явления. На рис. HYD-L-3 приведен график показаний pH, постепенно повышавшихся по мере их регистрации. При этом значения pH кажутся более разбросанными, чем это обычно ожидается. Почему, по вашему мнению, это происходило? На рис. HYD-L-2 приведена более типичная кривая изменения значения pH, также постепенно повышающаяся. Такое повышение значений может быть связано с изменением свойств буферного раствора со временем, но может и отражать фактическое изменение параметра в естественных условиях!

Дальнейший анализ

Побуждайте учащихся изучать полученные ими данные. Они могут строить графики изменения данных со временем, импортируя данные, полученные в рамках программы GLOBE, в компьютерные программы электронных таблиц или пользуясь программой-графопостроителем GLOBE.

Программу-графопостроитель можно найти на странице средств визуализации данных с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE. Указания по получению доступа к графопостроительным программам приведены в главе «Комплект приборов и материалов». Поручите учащимся выявление выбросов данных, наблюдающихся среди полученных ими показаний, с тем, чтобы свести к минимуму возможность влияния на данные ошибочной калибровки или неправильного выполнения измерений.

Вы можете также пользоваться средствами визуализации данных, предусмотренными для участников программы GLOBE, с тем, чтобы выявлять необычные результаты ежедневных наблюдений (см. рис. HYD-L-6). Учащиеся должны подготавливать точечные и контурные карты с обозначением результатов еженедельных наблюдений, пытаясь выявить необычные закономерности. Например, они могут найти светло-голубую точку (обозначающую очень низкое значение температуры) в районе, где все остальные точки данных оранжевого и красного цвета (т. е. обозначают сравнительно высокую температуру). Если учащиеся найдут сомнительные данные, они могут изучить набор данных, относящийся к соответствующему участку исследований, и идентифицировать причины возникновения аномалии или связаться с учащимися, сообщившими эти данные (пользуясь электронной почтой GLOBEMail), и задать им вопросы, относящиеся к этим данным.

Часть 2. Изучение диапазона значений pH

Полученные значения pH изменяются непредсказуемым образом.

Рис. HYD-L-4. Данные школы-участницы программы GLOBE во Флориде, США

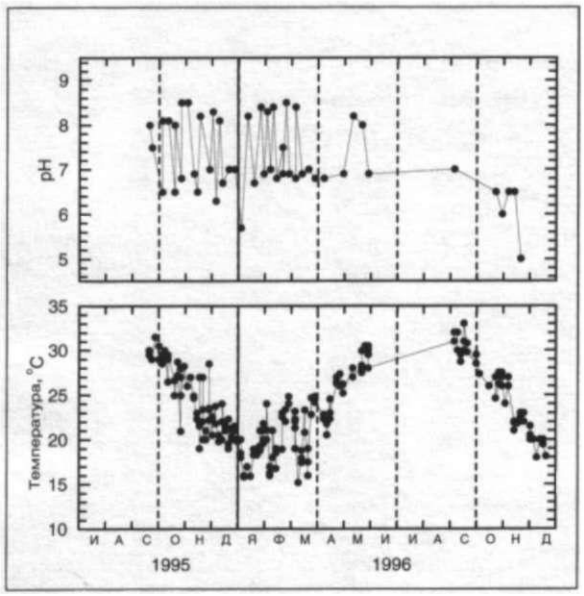


Рис. HYD-L-5. Данные школы-участницы программы GLOBE во Флориде. США

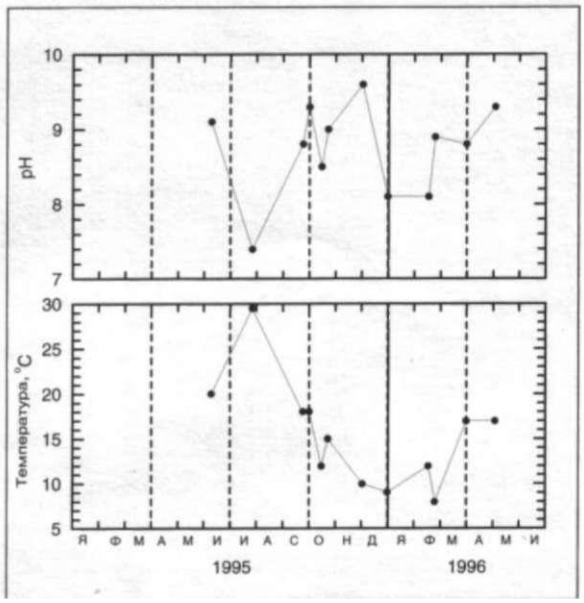
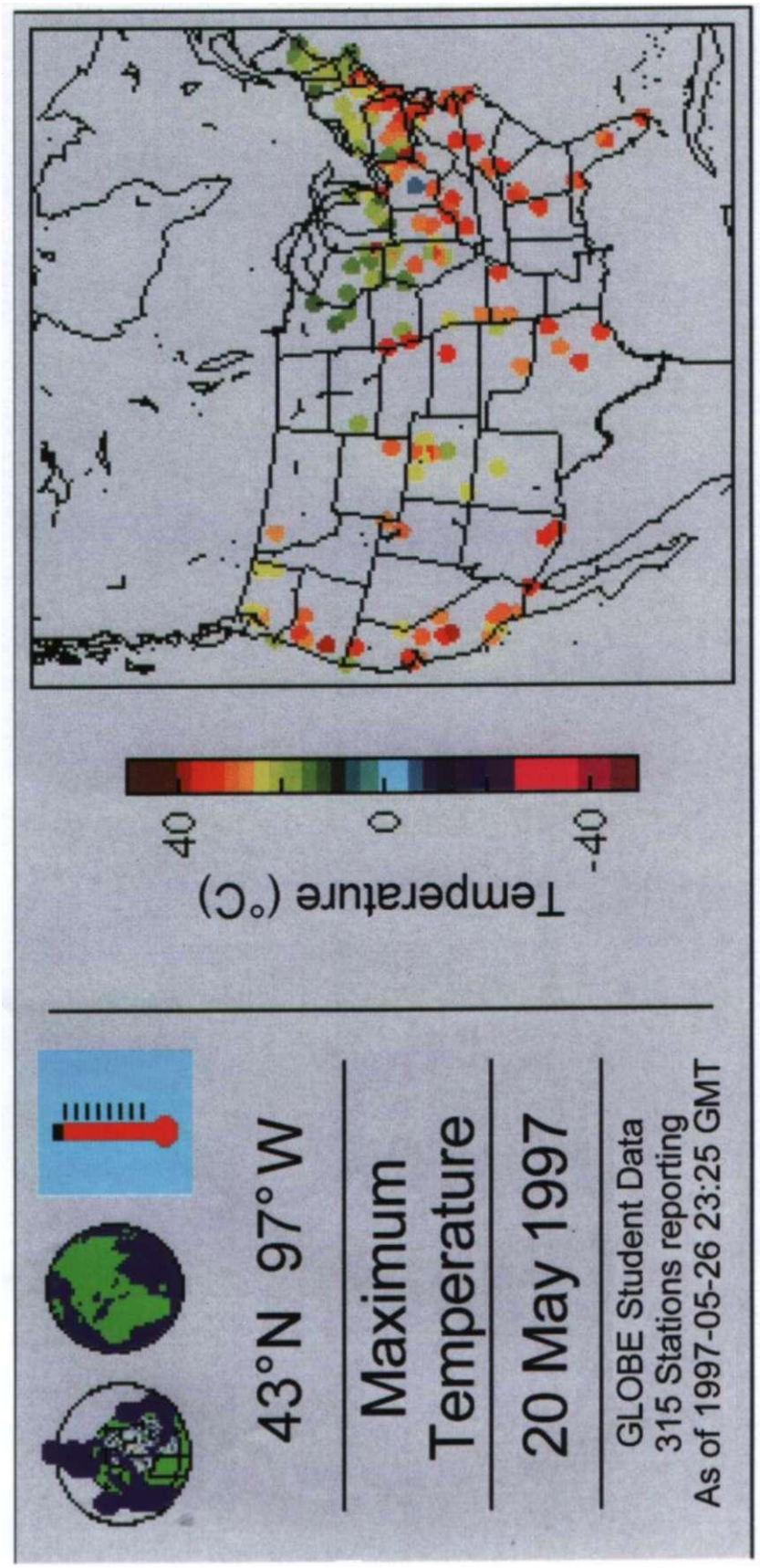


Рис. HYD-L-6. Значения температуры, указанные на странице базы данных учащихся-участников программы GLOBE.



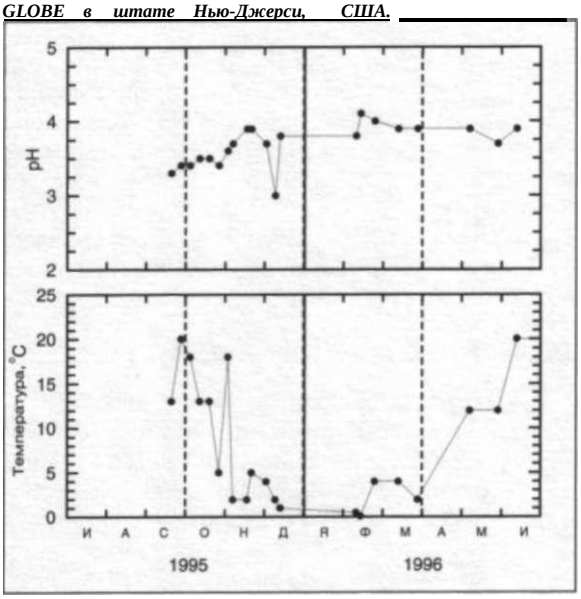
Правильно ли это? Должны ли значения pH давать такую неровную кривую?

1. Покажите учащимся два комплекта графиков, приведенных на рисунках HYD-L-4 и HYD-L-5. После того, как учащиеся изучат эти графики и зарегистрируют свои наблюдения, попросите их указать любые необычные закономерности.
2. Обсудите диапазон изменения значений pH, зарегистрированных учащимися на их участке исследований. Насколько варьируют зарегистрированные ими значения pH?
3. Поручите учащимся воспользоваться программой-графопостроителем GLOBE и построить график полученных ими данных, а также графики данных, полученных несколькими другими школами. Каковы диапазоны изменения значений, полученных различными школами?
4. Обсудите результаты наблюдений учащихся и их рекомендации.

Примечание ученых

Графики, приведенные на рис. HYD-L-4 и HYD-L-5 — хорошие примеры интересных наборов показаний pH. Возникает впечатление, что значения pH резко повышаются и понижаются в пределах диапазона, составляющего почти 3 единицы pH. Что, по вашему мнению, могло вызвать такое варьирование значений? Учитывайте, что значения pH, как правило, довольно стабильны, если водоем (ручей, озеро) не подвергается каким-либо существенным внешним воздействиям, таким, как периодический сброс отходов, сток воды во время сильных ливней, внезапное активное размножение сине-зеленых водорослей или изменение скорости течения и объема потока в связи со таянием снегов выше по течению. Хорошим примером причины периодического изменения скорости и объема потока воды может послужить также слив воды из резервуара, находящегося выше по течению. Такой слив воды существенно повлияет на значения pH, измеряемые ниже по течению. Приведенный набор температурных данных отражает обычные, предсказуемые сезонные изменения. Происходят ли явления, вызыва¬ющие сильное изменение кислотности воды в водоеме, или эти данные просто отражают ошибки, допущенные учащимися, приобрета¬ющими навыки выполнения измерений?

Рис. HYD-L-7. Данные школы-участницы программы GLOBE в штате Нью-Джерси, США.



Почему мы регистрируем такие низкие значения pH?

1. Покажите учащимся комплект графиков, приведенных на рис. HYD-L-7. После того, как учащиеся изучат эти графики и зарегистрируют свои наблюдения, попросите их указать любые необычные закономерности. Ожидали ли они, что значения pH должны быть такими низкими? Попросите их объяснить свой положительный или отрицательный ответ на этот вопрос. Учащиеся должны обосновывать свои объяснения, пользуясь данными и общей информацией о показателе pH.
2. Попросите учащихся выдвинуть гипотезу относительно того, почему на этом участке были зарегистрированы такие низкие значения pH.
3. Спросите учащихся, как, по их мнению, можно было бы проверить справедливость их гипотезы.
4. Найдите другие участки исследований, расположенные в том же регионе, с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE. Получите данные об этих участках и сравните их с данными, на основе которых были построены изучаемые графики.

Примечание ученых

График, приведенный на рис. HYD-L-7 — прекрасный пример данных, зарегистрированных на участке, для которого характерен низкий уровень pH. Вопрос состоит в том, насколько вероятно то, что показатель pH воды на этом участке действительно так низок. График показывает, что диапазон значений pH составляет от примерно 3 до 4,5. Обычно диапазон значений pH воды в естественных водоемах составляет от 6 до 8.

Возможные предположения

- На графике приведены фактические значения. Если вы так считаете, следует спросить себя и своих одноклассников, почему наблюдается такой низкий уровень pH. Что можно сказать об условиях, в которых находилась вода выше по течению, прежде чем она попала на участок гидрологических исследований?

- Значения, приведенные на графике, отражают систематическую ошибку, допускаемую при выполнении измерений. К сожалению, несмотря на то, что мы делаем все возможное, чтобы получить точные данные, иногда мы забываем выполнить ту или иную операцию или инструкцию, что приводит к ошибке при регистрации данных. В других случаях мы применяем реактивы или иные материалы, которые уже не пригодны к использованию. В случае регистрации низких значений pH наиболее вероятной причиной ошибки представляется тот факт, что калибровочные растворы, использовавшиеся учащимися этой школы, хранились слишком долго. Выяснение причин получения заниженных данных, конечно же, следовало бы начать с проверки пригодности калибровочных стандартных растворов.

Проверка стандартных растворов

Для того, чтобы проверить пригодность используемого вами стандартного раствора, вы можете применить один из двух возможных методов.

- Купите новый набор стандартных растворов и сравните характеристики старых растворов с новыми.

- Откалибруйте ваш прибор для измерения pH с помощью используемых стандартных растворов, после чего измерьте pH содовой воды в только что открытой банке. Кислотность таких продуктов, как содовая вода, поддерживается на одном и том же уровне в связи с требованиями, предъявляемыми при их изготовлении. Поэтому pH содовой воды можно использовать в качестве сравнительного стандарта при проверке правильности показаний вашего прибора для измерения pH.

Ниже приведены значения pH, характерные для нескольких распространенных содовых напитков при комнатной температуре.

«Coca-Cola»	2,5
«RC-cola»	2,5
«Mr. Pibb»	2,8
«Pepsi-Cola»	2,5
«Sprite»	3,2

Дальнейшие исследования

Поручите учащимся проверить точность показаний используемых ими приборов на основе приведенной выше информации.

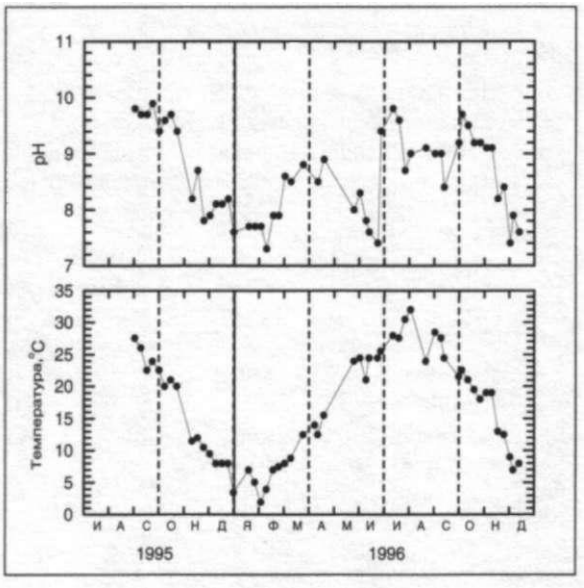
Часть 3. Выявление закономерностей изменения значений pH и температуры

Интересно! Значения pH и температуры волнообразно повышаются и снижаются!

1. Покажите учащимся комплект графиков, приведенных на рис. НУБ-Ь-8. После того, как учащиеся изучат эти графики и зарегистрируют свои наблюдения, попросите их указать любые необычные закономерности.
2. Попросите учащихся выдвинуть свои гипотезы относительно определенной закономерности изменения значений на графиках. Значения pH изменяются в зависимости от изменений температуры. Обычное ли это явление?

3. Постройте графики полученных вами данных и данных, полученных на других участках, в особенности в Японии, пользуясь графопостроительными программными средствами GLOBE, чтобы сравнить эти графики.

Рис. HYD-L-8. Данные школы-участницы программы GLOBE в Японии



Примечание ученых

Иногда кажется, что мы все делаем правильно, и замечаем интересную закономерность изменения полученных нами данных. В ходе научных исследований важнейшее значение имеет проверка точности данных и поиск причин наблюдаемых закономерностей. На рис. HYD-L-8 приведены графики данных, полученных школой-участницей программы GLOBE в Японии. На этих графиках наблюдается постепенное волнообразное изменение значений pH, которые явно следуют за изменениями температуры, оставаясь при этом в пределах вполне приемлемого диапазона.

Данные ВЫГЛЯДЯТ хорошо! В чем основания для беспокойства?

Данные выглядят хорошо, потому что не заметно никаких необычных выбросов данных, потому что результаты измерений регистрировались регулярно и потому что наблюдается нормальная, предсказуемая закономерность изменения значений температуры. Тем не менее, следует учитывать следующие соображения.

В естественных условиях изменение pH воды в водоеме в пределах, превышающих 1 или 1,5 единицы pH, весьма необычно. Кроме того, значения pH выше 9,0 также необычны для озер и рек. Было бы интересно проверить, получают ли такие же значения другие школы, расположенные в том же районе.

Несмотря на то, что температура и кислотность воды в некоторой степени связаны между собой, наблюдаемая явная зависимость pH от температуры неожиданна. Приборы для измерения pH должны автоматически корректировать показания в зависимости от температуры. Осуществлялась ли такая коррекция в данном случае?

Часть 4. Чем отличаются показания лакмусовой бумаги и показания прибора для измерения pH?

Каким методом производились измерения pH: с помощью лакмусовой бумаги или с помощью прибора?

1. Объясните учащимся, что в разных школах могут использоваться различные средства измерения pH — лакмусовая бумага, портативные ручки для измерения pH и специальные приборы для измерения pH.

Рис. HYD-L-9. Данные школы-участницы программы GLOBE в континентальной части Запада США.

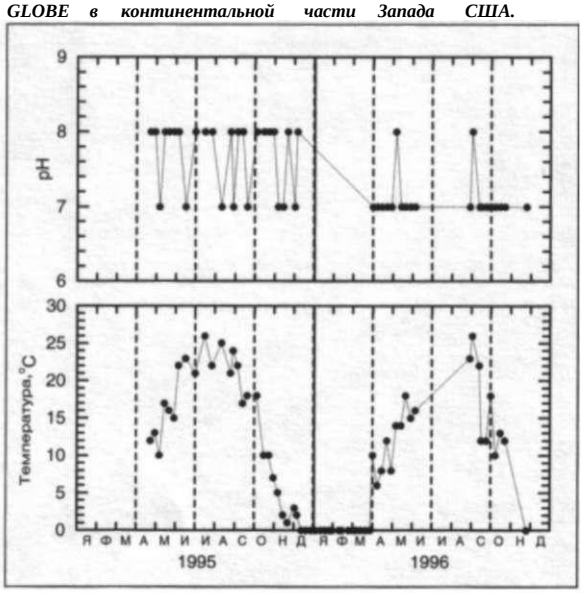
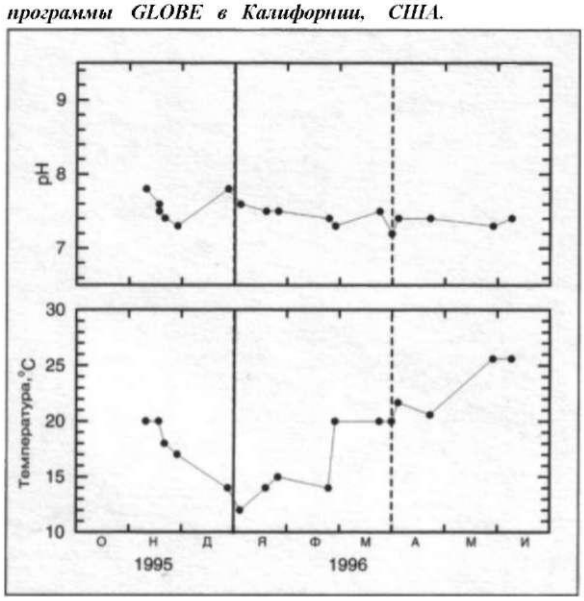


Рис. HYD-L-10. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США.



2. Покажите учащимся комплекты графиков, приведенные на рис. HYD-L-9 и HYD-L-10. Покажите учащимся комплект графиков, приведенных на рис. HYD-L-8. После того, как учащиеся изучат эти графики и зарегистрируют наблюдения, попросите их выдвинуть свои гипотезы относительно того, какие средства применялись при регистрации этих значений pH.

3. Попросите учащихся обосновать или доказать справедливость своих гипотез, относящихся к средствам измерения приведенных на графиках значений pH.

Примечание ученых

Можно заметить, что учащиеся школы, на основе данных которой был построен график на рис. HYD-L-9, скорее всего, измеряли pH воды с помощью лакмусовой бумаги. Этим обстоятельством объясняется тот факт, что зарегистрированные значения каждый раз изменяются не менее чем на 1 единицу pH. Вполне возможно, что фактическое значение показателя pH этого водоема, расположенного в континентальной части Запада США, составляло больше 7 и меньше 8. Небольшие изменения pH, однако, приводили к тому, что показания лакмусовой бумаги изменялись на целую единицу.

На рис. HYD-L-10 приведен пример набора данных, полученных школой-участницей программы GLOBE, в которой используется прибор для измерения pH. Температурный график отражает достаточно постепенные изменения температуры.

Дальнейшие исследования

1. Поручите учащимся построить график значений pH, которые были бы получены учащимися школ, сообщивших данные, приведенные на рис. HYD-L-10, если бы они пользовались лакмусовой бумагой, а не прибором. Для этого следует округлить каждое из приведенных значений pH до ближайшей целой единицы и построить график заново на основе таких округленных значений.

2. Позволяют ли старые графики выявлять закономерности изменения данных так же хорошо, как и новые графики?

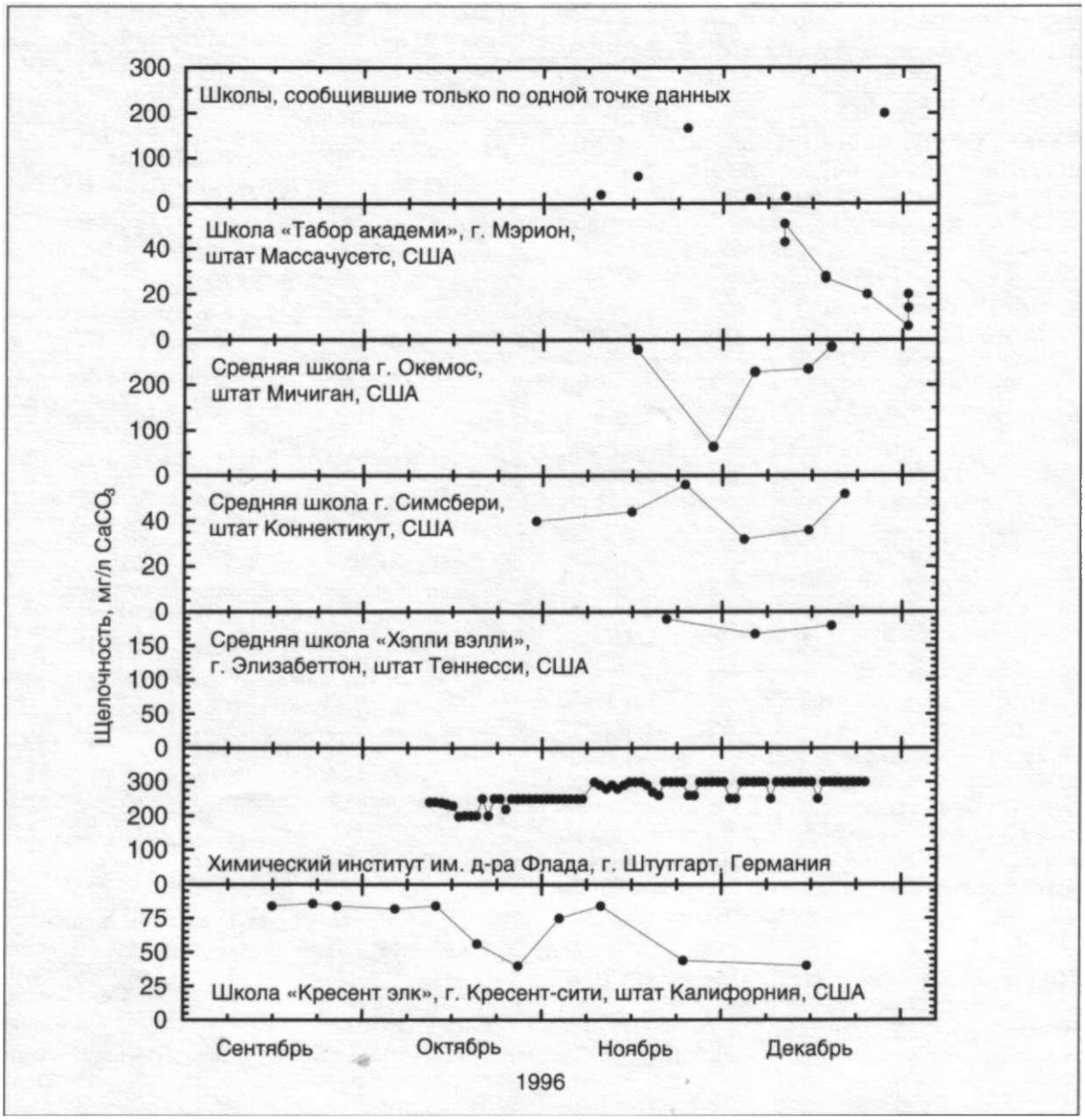
Раздел 2. Анализ новых данных, полученных участниками программы GLOBE

Описание процедуры *измерения щелочности* воды было добавлено в этот раздел руководства в сентябре 1996 г. На основе первых данных о щелочности воды, сообщенных школами, прово¬дившими такие измерения, уже можно сделать некоторые выводы.

1. Поручите учащимся изучить данные, приведенные на графиках. Чем отличаются одни графики от других?
2. Попросите учащихся задавать вопросы на основе их наблюдений. Например, могут быть заданы следующие вопросы.
   - Какова закономерность измерения данных? Ожидаете ли вы сезонное изменение этих данных?

     Относятся ли приведенные данные к нормальному диапазону изменения щелочности воды?
   - Наблюдаются ли какие-либо необычные точки данных?

Рис. НУИ-Ь-П. Данные о щелочности воды, полученные в рамках программы GLOBE с сентября



3. Попросите учащихся предсказать дальнейшие изменения значений на участках, к которым относятся приведенные на рисунке графики.

4. Запишите результаты наблюдений, вопросы и предсказания учащихся.

5. Попросите учащихся предложить способы поиска ответов на их вопросы.

Примечание ученых

Школа в г. Кресент-сити, штат Калифорния, США, сообщает относительно низкие значения щелочности, довольно существенно изменяющиеся со временем. Такие изменения могут быть связаны с дождевыми осадками, снижающими щелочность водоемов. Было бы интересно сравнить эти данные с другими гидрологическими и атмосферными показателями, измеряемыми в рамках программы GLOBE, с тем, чтобы получить более полное представление о происходящих явлениях.

Институт в Штутгарте, Германия, зарегистрировал очень подробную серию данных, отражающих ежедневные изменения щелочности воды. Наблюдается некоторое повышение щелочности в ноябре, но в остальном полученные данные относительно стабильны. Эти довольно высокие значения щелочности относятся к поверхностному водоему с хорошо буферизованной водой. Опять же, изменения щелочности изо дня в день могут быть связаны с выпадением дождевых осадков.

Школа в г. Элизабеттон, штат Теннесси, США, сообщает вполне согласованные промежуточные данные, отражающие щелочность более высокого уровня, чем данные школы «Кресент элк», но более низкого уровня, чем данные, зарегистрированные в Химическом институте. Было бы интересно проследить изменения щелочности воды на этом участке в течение зимы и весны.

Данные, сообщенные школой в г. Симсбери, штат Коннектикут, США, отражают относительно низкую щелочность, лишь слегка изменяющуюся со временем. На самом деле, поразительно, что щелочность воды изменялась так мало на протяжении всего подотчетного периода времени. Было бы интересно пронаблюдать, снизится ли уровень щелочности на этом участке после обильных дождей или таяния снега.

Школа в г. Окемос, штат Мичиган, США, сообщает значения щелочности, любопытным образом снижающиеся с уровня почти 300 мг/л до уровня примерно 70 мг/л. Эти данные следует рассматривать в сочетании с данными о других гидрологических и атмосферных параметрах, измеряемых в рамках программы GLOBE, чтобы получить более полное представление о происходящем на участке.

Школа в г. Мэрион, штат Массачусетс, США, сообщает очень низкие значения щелочности, уменьшающиеся со временем. Мы рекомендуем учащимся этой школы еще раз проверить правильность их измерений и расчетов; если их результаты достоверны, наблюдается очень интересное явление. Не отражают ли эти данные изменения, вызываемые приливами и отливами на океанском берегу?

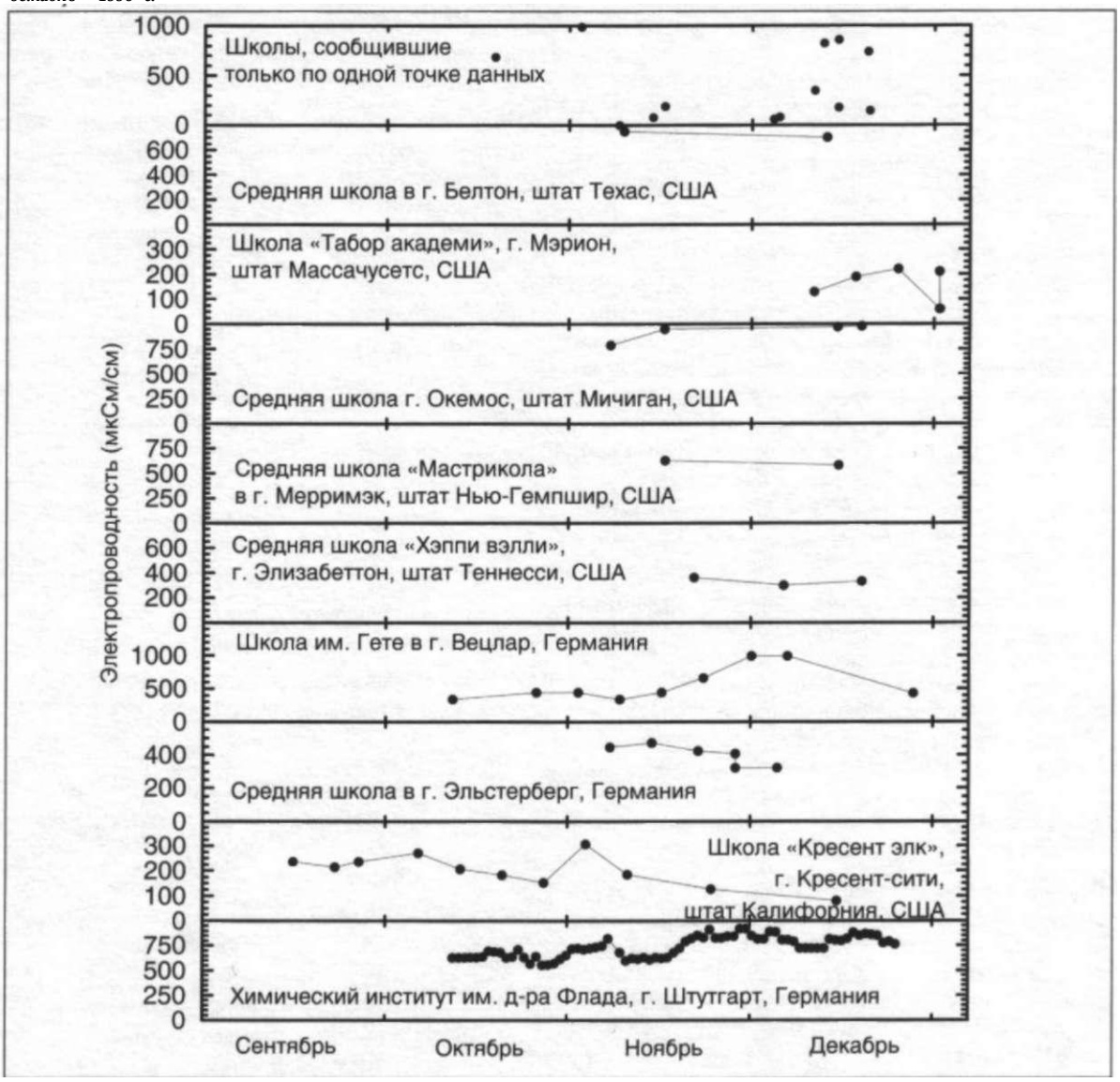
Описание процедуры измерения удельной электропроводности воды было добавлено к другим гидрологическим практическим работам в сентябре 1996 г. На основе первых данных об электропроводности воды, сообщенных школами, проводившими такие измерения, уже можно сделать некоторые выводы.

1. Поручите учащимся изучить данные, приведенные на графиках. Чем отличаются одни графики от других?
   - В каком диапазоне изменяются данные, сообщенные в отношении одного участка исследований?
   - В каком диапазоне изменяются все зарегистрированные данные?
   - Каковы закономерности изменения данных? Как изменяются значения электропроводности — повышаются или снижаются?
2. Попросите учащихся задавать вопросы на основе их наблюдений.
3. Попросите учащихся предсказать дальнейшие изменения значений на участках, к которым относятся приведенные графики.
4. Запишите результаты наблюдений, вопросы и предсказания учащихся.
5. Попросите учащихся предложить способы поиска ответов на их вопросы, выдвигая гипотезы и обосновывая эти гипотезы.

Примечание ученых

Школа в г. Белтон, штат Техас, США, провела две серии измерений электропроводности воды на своем участке гидрологических исследований. Результаты обеих серий измерений отражают уровни электропроводности воды, чрезвычайно типичные для речных водосборных систем (700 мкСм/см и

Рис. HYD-L-12. Данные об электропроводности воды, полученные в рамках программы GLOBE с сентября по де.кабпъ 1996 г.



745 мкСм/см). Было бы интересно увидеть, какие данные будут получены этой школой в дальнейшем!

Школа в г. Мэрион, штат Массачусетс, США, сообщает данные, свидетельствующие о том, что на их участке наблюдается относительно чистая вода с довольно низкой электропроводностью от 60 мкСм/см до 22 мкСм/см. Если сравнить эти результаты с данными, зарегистрированными учащимися школы в г. Окемос, можно заметить, насколько различается содержание примесей в естественных водосборных бассейнах.

Школа в г. Окемос, штат Мичиган, США, зарегистрировала электропроводность воды в диапазоне от 790 мкСм/см до 980 мкСм/см. Это означает, что вода на их участке постоянно содержит большое количество растворенных химических веществ.

Школа в г. Мерримэк, штат Нью-Гемпшир, США, сообщила две точки данных об электропроводности воды: 590 мкСм/см и 630 мкСм/см. Взглянув на другие графики, можно видеть, к какой категории относится изучаемый учащимися этой школы водоем. Что говорят полученные в этой школе данные о качестве воды? Следует учитывать, что электрическая проводимость — показатель содержания ионов, растворенных в воде, и поэтому может свидетельствовать о том, через какие каменные породы просачивалась вода, накапливающаяся в водоеме.

Школа в г. Элизабеттон, штат Теннесси, США, сообщает относительно последовательные низкие значения электропроводности воды (в диапазоне 300—360 мкСм/см). Мы хотели бы, чтобы учащиеся этой школы продолжили регистрацию этих данных, потому что мы нуждаемся в дополнительной информации о характеристиках водных ресурсов в Теннесси и о том, как они изменяются на протяжении года.

Данные школы в г. Вецлар, Германия, отражают самый большой диапазон изменения значений щелочности, наблюдавшийся в рамках программы GLOBE (339—993 мкСм/см). Учащиеся этой школы, довольно регулярно сообщающие данные примерно раз в две недели, обнаружили интересную закономерность изменения свойств воды на своем участке! В течение одного месяца измеряемые ими значения электропроводности начали повышаться. Что могло послужить причиной такого изменения химического состава воды?

Данные школы в г. Эльстерберг, Германия, показывают, что содержание примесей в изучаемом учащимися этой школы водоеме довольно постоянно. Сообщенные ими значения электропроводности изменяются лишь в пределах от 322 мкСм/см до 472 мкСм/см. мы заметили, однако, что на протяжении периода измерений происходило постепенное снижение измеряемого уровня электропроводности. С чем может быть связано такое изменение?

Школа в г. Кресент-сити, штат Калифорния, США, постоянно сообщала данные на протяжении 3 месяцев. Измеренный ими уровень электропроводности представляется довольно низким. Нам кажется, что замечается постепенное снижение измеряемого уровня электропроводности. Замечаете ли вы эту закономерность? Сравните закономерности изменения значений щелочности и данные о количестве осадков с закономерностью изменения значений электропроводности в Кресент-сити. Замечаете ли вы какую-либо взаимосвязь между изменениями этих параметров?

Институт в Штутгарте, Германия, завоевал высокую репутацию в нашей группе гидрологов, благодаря тому, что учащиеся этого института регистрируют множество точек данных. Полученные ими данные об электропроводности, так же, как и данные других школ, отражают изменения этого параметра, происходящие не только на протяжении трех месяцев, но и изо дня в день. Диапазон изменения сообщенных Институтом значения составил от 552 мкСм/см до 920 мкСм/см. Мы считаем, что эти данные позволяют проследить периоды ливневых дождей и, возможно, сезонные изменения содержания примесей в воде. Согласны ли вы с нашим заключением? Как эти закономерности соотносятся с закономерностями изменения количества дождевых осадков и щелочности?

Описание процедуры определения содержания растворенного в воде кислорода было добавлено к другим гидрологическим практическим работам в сентябре 1996 г. На основе первых данных о содержании растворенного кислорода, сообщенных школами, проводившими такие измерения, уже можно сделать некоторые выводы.

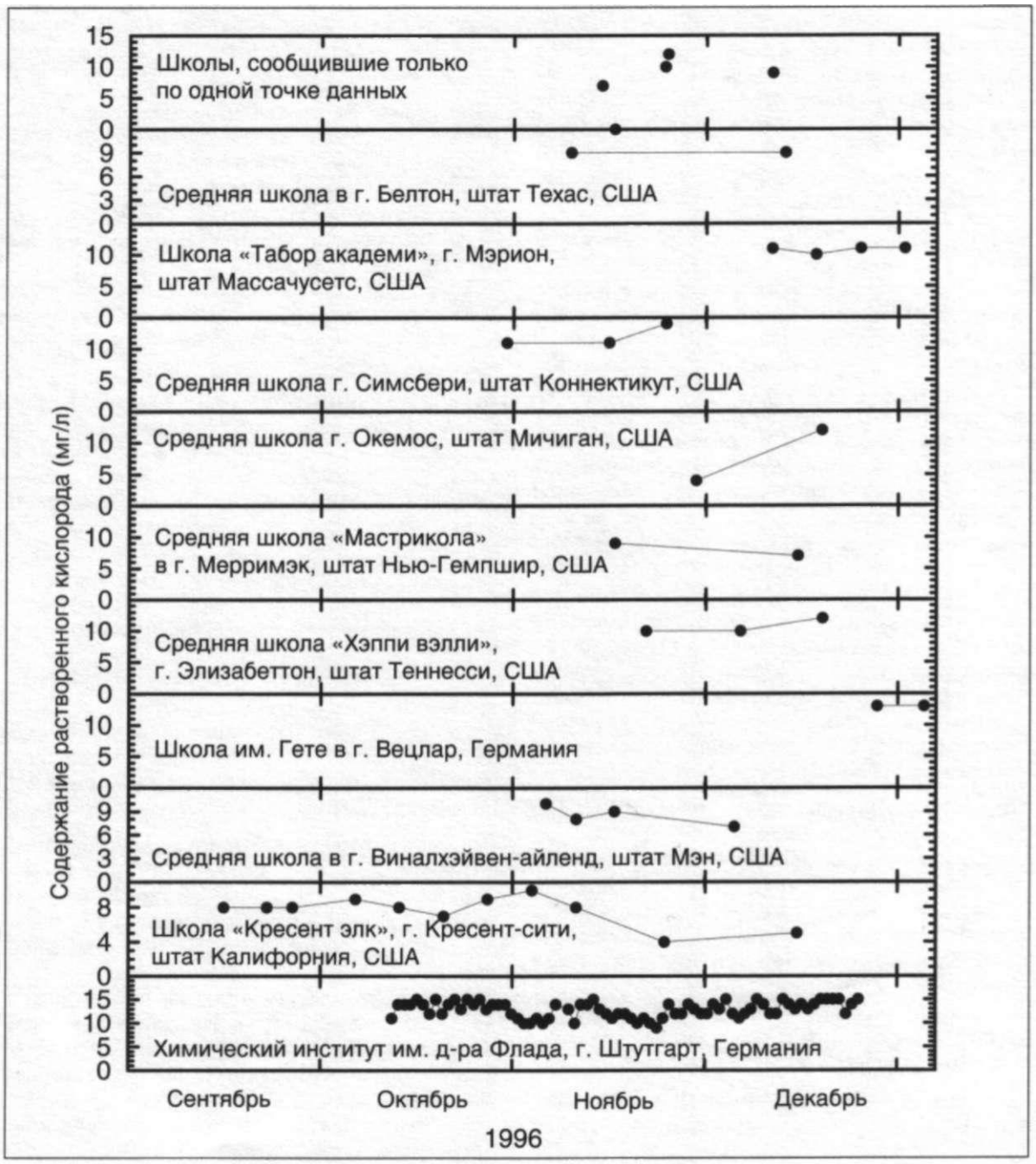
1. Поручите учащимся изучить графики, приведенные на рис. HYD-L-13.
   - Чем отличаются одни графики от других?

     В каком диапазоне изменялись значения, зарегистрированные на различных участках?
   - Какова закономерность изменения этих данных?
   - Соответствуют ли все зарегистрированные данные нормальному диапазону изменения содержания растворенного кислорода? На основе какой другой информации можно определить «нормальный» диапазон значений содержания растворенного в воде кислорода?
2. Попросите учащихся задавать вопросы на основе их наблюдений.
3. Попросите учащихся предсказать дальнейшие изменения значений на участках, к которым относятся приведенные графики.
4. Запишите результаты наблюдений, вопросы и предсказания учащихся.
5. Попросите учащихся предложить способы поиска ответов на их вопросы.

Примечание ученых

Школа в г. Белтон, штат Техас, США, сообщила две точки данных на уровне 9 мг/л. Такое содержание растворенного кислорода указывает на хорошее санитарное состояние водоема, пригодного для обитания рыбы и растений. Мы хотели бы, чтобы учащиеся школы в городе Белтон продолжали измерения содержания растворенного кислорода в изучаемом ими водоеме, чтобы мы могли пронаблюдать изменения уровня растворенного кислорода зимой и летом.

Рис. HYD-L-13. Данные о содержании растворенного кислорода в воде, полученные в рамках программы GLOBE с сентября по декабрь 1996 г.



Школа в г. Мэрион, штат Массачусетс, США, сообщает, что содержание растворенного кислорода в изучаемом учащимися водоеме составляло 10—11 мг/л. Такое содержание кислорода в воде превышает уровень насыщения воды кислородом при температуре выше 11°C на уровне 0 м. На протяжении того же периода времени учащиеся этой школы зарегистрировали температуру в диапазоне от 6°C до 8°C. Что могло вызвать такое необычное повышение содержания кислорода в воде?

Данные, сообщенные школой в г. Симсбери, штат Коннектикут, США, отражают содержание растворенного в воде кислорода на уровне 11 мг/л в октябре, резко повысившееся до 14 мг/л в середине ноября. Значения содержания растворенного кислорода, зарегистрированные до этого повышения, весьма последовательны. Мы очень хотели бы знать, почему последнее сообщенное значение было таким высоким. Температура, зарегистрированная учащимися этой школы на протяжении того же периода времени, составляла от 1°C до 9°C. Озабоченность вызывает тот факт, что в день, когда было зарегистрировано резко повысившееся значение содержания растворенного кислорода (14 мг/л), была сообщена температура 3°C. Такое содержание растворенного кислорода превышает уровень насыщения воды кислородом при данной температуре. Это указывает на то, что учащиеся школы в Симсбери могли неправильно приготовить калибровочный раствор.

Школа в г. Окемос, штат Мичиган, США, сообщает о неожиданном резком возрастании содержания растворенного кислорода от 4 мг/л до 12 мг/л. Мы предлагаем проверить правильность показаний, произведя тщательную калибровку оборудования и материалов, использовавшихся при измерениях. Если сообщенные данные достоверны, они могут отражать сочетание воздействий снижения температуры и снижения потребления кислорода живыми организмами с началом зимы.

Школа в г. Мерримэк, штат Нью-Гемпшир, США, зарегистрировала снижение содержания растворенного кислорода с 9 мг/л до 7 мг/л на протяжении одного месяца в ноябре-декабре. Это снижение уровня содержания кислорода может отражать интересные явления, происходящие в водосборном бассейне, и мы считаем, что учащиеся школы должны подумать о возможных причинах такого существенного снижения содержания кислорода.

Школа в г. Элизабеттон, штат Теннесси, США, зарегистрировала содержание растворенного кислорода в водоеме, составившее от 10 до 12 мг/л на протяжении примерно одного месяца. Наблюдающееся повышение содержания кислорода могло быть связано со снижением температуры или каким-либо другим явлением. Будет интересно сравнить зарегистрированные этой школой значения температуры с этими данными.

Школа в г. Вецлар, Германия, зарегистрировала две точки данных, указывающие на довольно высокое содержание растворенного кислорода в изучаемом водоеме (13 мг/л). Интересно отметить, что такой уровень содержания растворенного кислорода в воде при зарегистрированной тогда же температуре (3,8°C), весьма близок к насыщению. Вероятно, вода, образцы которой анализировали учащиеся школы, активно перемешивается с окружающим воздухом.

Школа в г. Виналхэйвен-айленд, штат Мэн, США, первоначально регистрировала высокие уровни содержания растворенного кислорода (до 10 мг/л), а затем отметила постепенное снижение содержания растворенного кислорода на протяжении следующих полутора месяцев, до 7 мг/л. Что могло послужить причиной такого снижения уровня растворенного кислорода? Возможно, некоторые виды сине-зеленых водорослей, производившие кислород в начале осени, начали вымирать к концу осени, и выработка кислорода бактериями приостановилась. Другая возможность заключается в том, что содержание растворенного кислорода снизилось до нормального уровня после того, как какое-то явление вызвало временное повышение содержания кислорода.

Школа в г. Кресент-сити, штат Калифорния, США, регулярно регистрирует данные, отражающие изменения, происходящие на участке исследований по прошествии каждых двух недель. Данные этой школы показывают, что содержание растворенного кислорода в водоеме постепенно повышалось и снижалось в диапазоне от 5 до 10 мг/л. Интересно отметить, что на протяжении всего трехмесячного периода происходило, по всей видимости, общее снижение уровня растворенного кислорода. Это позволяет предположить, что содержание растворенного кислорода уменьшалось по мере снижения температуры. Но имеет ли смысл такое наблюдение? На самом деле нет, потому что содержание растворенного кислорода должно увеличиваться с уменьшением температуры, так как холодная вода может содержать больше растворенного кислорода, чем теплая. Что могло послужить причиной наблюдавшейся закономерности? Изменение содержания растворенного кислорода соответствовало изменениям таких параметров, как электро-

проводность и щелочность воды. Ученые хотели бы получить дополнительную информацию о жизнедеятельности животных и растений, имевшей место на протяжении того же периода времени, а также о том, как изменялся в это время сток воды из водоема.

Институт в Штутгарте, Германия, производит самые частые и последовательные измерения, по сравнению со всеми остальными школами, участвующими в программе GLOBE. Зарегистрированные учащимися института данные показывают, что содержание растворенного кислорода в изучаемом ими водоеме варьирует в диапазоне примерно от 10 мг/л до 18 мг/л. Пытаясь понять, что могло послужить причиной такого высокого содер¬жания растворенного кислорода, гидрологи, участвующие в программе, обнаружили, что учащиеся Института в Штутгарте не всегда регистрируют температуру воды одновременно с измерением содержания растворенного кислорода. Так как уровень растворенного в воде кислорода зависит от температуры, мы настоятельно рекомендуем учащимся школ сообщать температуру воды, измеренную одновременно с содержанием растворенного кислорода.

Продолжение анализа данных

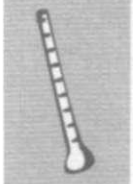
Прочтите отчеты о результатах анализа данных гидрологических исследований, приведенные на странице «Уголок ученого» (Scientist's Corner) базы данных учащихся-участников программы GLOBE. Содержание этих отчетов периодически обновляется.

Дальнейшие исследования

1. Стимулируйте интерес учащихся к просмотру и получению новых наборов данных, зарегистрированных вышеупомянутыми школами, и к построению графиков на основе этих данных с помощью графопостроитель-ных программных средств GLOBE. Учащиеся могут также импортировать данные в программы электронных таблиц и строить графики с помощью этих программ. На какие вопросы можно ответить, изучая набор данных, полученных на протяжении более длительного периода времени?
2. На какие вопросы можно ответить только с использованием других данных, таких, как данные о температуре или количестве осадков? Попросите учащихся указать данные, которые, по их мнению, могут иметь значение при оценке гидрологических данных, и сравнить их с гидрологическими данными. Можно задать следующие вопросы.
   - Помогает ли изучение данных о характеристиках почвы понять изменения электропроводности воды?
   - Какова взаимосвязь между измене¬ниями температуры и изменениями содержания растворенного в воде кислорода? Взаимосвязаны ли другие параметры с изменениями температуры?
   - Наблюдаются ли сезонные изменения содержания в воде растворенного кислорода? Какие другие параметры подвергаются сезонным изменениям?
   - Изучите изменения уровня pH в водоемах, исследуемых учащимися школ, сообщивших различные уровни щелочности воды. В каких водоемах значения pH варьируют больше — в водоемах с высоким уровнем щелочности или в водоемах с низким уровнем щелочности?
   - Постройте график изменения количества осадков на вашем участке исследований. Какие гидрологические параметры изменяются, когда наблюдается большое количество осадков? Пользуясь точечными или контур¬ными картами, предусмотренными в базе данных программы GLOBE, найдите другие районы, в которых недавно наблюдалось большое количество осадков. Как изменялись химические характеристики водоемов на этих участках после дождя?

Можно ли сформулировать новые вопросы на основе данных, собранных на протяжении более длительного периода времени? Запишите эти вопросы и попросите учащихся предложить методику дальнейших исследований.

Рекомендации. Пользуясь картами, содержащи-мися в базе данных GLOBE, найдите участки исследований, расположенные на той же широте, чтобы сравнить их характеристики. Определите «контрольные участки», т. е. участки, характеристики которых сходны с характеристиками вашего участка исследований



во всем, за исключением интересующего вас параметра. Например, можно сделать следующее.

1. Пользуясь электронной почтой GLOBEMail, запрашивайте информацию об участках исследований, не загруженную в базу данных программы GLOBE, и обменивайтесь результатами исследований с учащимися других школ.
2. Пользуйтесь графопостроительными программными средствами GLOBE, генерируя графики на основе данных, сообщенных двумя школами, и сравнивая эти графики.
3. Пользуйтесь топографическими картами, определяя границы водосборных бассейнов. Обратите особое внимание на один из заинтересовавших вас районов, отображенных на визуальных представлениях данных в базе данных программы GLOBE, и найдите участки исследований, расположенные в границах соответствующего водосборного бассейна. Постройте графики данных о химических характеристиках воды, зарегистрированные на участках, относящихся к одному и тому же водосборному бассейну, и попробуйте определить закономерности изменений характеристик воды на протяжении русла реки.

По мере добавления дополнительных данных в базу данных учащихся-участников программы GLOBE продолжайте поиск интересующих вас школ. Найдите школы, расположенные в местности, сходной с вашим районом. Похожи ли зарегистрированные этими школами гидрологические данные на данные, полученные вами?

Попросите учащихся критически проанализировать полученные ими данные с использованием карт и графиков, с тем, чтобы выявить закономерности и необычные данные. Задавайте вопросы, ищите способы получать ответы на эти вопросы и начните исследования на своем участке.

Оценка успехов учащихся

Учащиеся должны уметь выявлять закономерности, аномалии и проблемы, связанные с наборами данных. Это умение может быть продемонстрировано в ходе обсуждений с участием всего класса. Можно также предлагать учащимся образцы графиков и просить их объяснить наблюдаемые закономерности, аномалии и замечаемые ими проблемы, анализируя данные в рамках письменного упражнения. Учащиеся должны уметь также демонстрировать свое понимание объема информации, который может быть получен на основе наборов данных. Они должны уметь пользоваться графопостроительными программными средствам GLOBE, генерируя графики и анализируя собранные и подготовленные ими данные. Это занятие также позволяет учащимся понять такие измеряемые в рамках программы GLOBE параметры, как кислотность (pH), температура и щелочность воды. Уровень научного осмысления материала учащимися можно оценивать в контексте оценки понимания учащимися научных принципов анализа набора данных.

Открытие макрофауны беспозвоночных

Предназначение занятия

Определение разнообразия видов донных (обитающих на дне) крупных беспозвоночных на участке гидрологических исследований и изучение взаимосвязи между макрофауной беспозвоночных и результатами измерения химических характеристик воды.

Обзор

Учащиеся определяют показатель разнообразия донной макрофауны беспозвоночных, сортируя и подсчитывая организмы, собранные на участке исследований, знакомясь со многими таксонами (классификационными категориями) крупных беспозвоночных. Затем учащиеся изучают взаимосвязь между обнаруженными ими таксонами и результатами произведенных ими измерений химических характеристик воды.

Продолжительность занятия

Практическая подготовка: одно классное занятие.

Сбор образцов: одно классное занятие. Подсчет видов и расчет показателя: одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

- Разнообразие видов зависит от химического состава воды.
- Для выживания различных видов требуются различные условия.
- Разнообразие видов можно определять методом статистически случайного отбора образцов.

Навыки

- *Расчет* показателя разнообразия видов.
- Случайный *отбор* образцов.
- *Изготовление* инструментов.
- *Определение* таксонов.
- *Определение* требуемых условий обитания видов.
- *Измерение* химических характеристик воды.

Приборы и материалы

Практическая подготовка

- Неглубокий белый лоток или кювета (например, пенопластовый поддон из-под мяса) размером примерно 60 x 40 см.
- Черный фломастер.
- Линейка.
- Конфеты-драже, конфетти для новогодних украшений или другие небольшие предметы различных цветов и форм для сортировки.
- Лист ввода данных о составе макрофауны беспозвоночных.
- Поддон для замораживания кубиков льда, используемый при сортировке таксонов.
- Небольшие кусочки бумаги, пронумерованные от 1 до 50, для записи случайно генерированных чисел.

Занятия в полевых условиях

- Комплект материалов для сортировки и отбора образцов (требуются 3 комплекта).
  - Неглубокий белый лоток для сортировки видов, размером примерно 30 x 20 см.
  - Неглубокий белый лоток для подсчета видов, размером примерно 60 x 40 см.
  - Черный фломастер, оставляющий несмываемые метки.
  - Поддон для замораживания кубиков льда, используемый при сортировке таксонов.
  - Кулинарный или смазочный шприц вместимостью 10-20 мл (с отверстием диаметром примерно 5 мм).
  - Большой пластиковый зажим или пинцет.
- Увеличительное стекло.
- Пастеровская пипетка, 3мл (пипетка для глазных капель) (с отверстием диаметром примерно 2 мм).
- Четырехлитровый контейнер для сбора образцов с крышкой (или четыре литровых контейнера).
- Набор пронумерованных кафельных плиток или бумажных листков.
- Ведро для сливания воды через сетку.

Дополнительные контейнеры с крышками (если образцы макрофауны беспозвоночных перемещаются в классную комнату).

Лист ввода данных о составе макрофауны беспозвоночных.

В случае изучения фауны беспозвоночных в проточной воде или в местах с каменистым дном применяется **закидная сеть:**

Нейлоновая сеть 91 x 122 см (размер ячейки 2 мм).

Две стойки (длина 122 см, диаметр 1—2 см).

Зажимные скобы.

Две ленты джинсовой или другой плотной ткани (размером 8 x 122 см каждый).

Игла с нитками или плотная водонепроницаемая лента.

В случае изучения фауны беспозвоночных в спокойной (стоячей) воде или в местах с илистым дном применяется **сачок:**

Две нейлоновые сетки (размером 36 x 53 см каждая).

Три проволочных гардеробных плечика.

Лента из джинсовой или другой плотной ткани (8 x 91 см).

Игла с нитками или плотная водонепроницаемая лента.

Стойка высотой 152 см (например, ручка от метлы или граблей).

Зажим для труб с шириной захвата 4 см.

Подготовка

Изготовьте или приобретите сеть требуемого типа.

Скопируйте листы ввода данных о составе макрофауны беспозвоночных.

Приготовьте материалы, необходимые для отбора и сортировки образцов.

Найдите иллюстрации, изображающие местных крупных беспозвоночных, или книгу с такими иллюстрациями.

Предварительные условия

Учащиеся должны начать измерения и регистрацию химических характеристик воды в рамках программы GLOBE.

Предпосылки

Донные крупные беспозвоночные — небольшие, не имеющие внутреннего скелета животные, которых можно заметить невооруженным глазом, как правило, крупнее 1 мм, обитающие в иле или в слое гравия на дне водоемов. К этим беспозвоночным относятся личинки множества насекомых, таких, как комары, стрекозы и ручейники, начинающие свою жизнь в воде, а затем становящиеся насекомыми, обитающими на суше. К другим видам, относящимся к категории донных крупных беспозвоночных, относятся ракообразные (например, обычные речные раки), а также улитки, черви и пиявки. Количество этих существ, населяющих илистое или каменистое дно водоема, поразительно, и часто достигает нескольких тысяч особей на квадратный метр. Эти животные часто образуют важное звено пищевой цепи.

Крупные беспозвоночные позволяют многое сказать об условиях в водоеме. Многие из этих животных чувствительны к изменениям кислотности воды (pH), содержания растворенного в воде кислорода, температуры, солености и других факторов среды обитания. Для выживания, роста и размножения того или иного организма требуется постоянство характеристик воды на протяжении его жизни.

В ходе занятия *Открытие макрофауны беспозвоночных* учащиеся определяют показатель разнообразия видов на участке гидрологических исследований. Показатель разнообразия видов отражает количество различных видов организмов, обитающих в экологической системе. Этот показатель, однако, не отражает общее количество обитающих в системе видов. Например, в ручье с высокой кислотностью воды может обитать такое же количество животных, как и в ручье с меньшей кислотностью воды. Однако, так как некоторые типы (таксоны) крупных бес¬позвоночных не могут выжить в ручье с высокой кислотностью воды, показатель разнообразия видов для этого ручья будет ниже, т. е. количество различных типов (таксонов) беспозвоночных в этом ручье будет меньше. При этом в ручье с повышенной кислотностью воды может обитать большее количество организмов, относящихся в меньшему количеству типов, устойчивых к повышенной кислотности среды.

Порядок проведения занятия

Имеется ряд полезных справочных материалов, помогающих идентифицировать крупных беспозвоночных и изучать их состав. Некоторые из этих материалов перечислены в конце описания занятия.

1. Поручите учащимся изучить условия, в которых живут различные крупные беспозвоночные. Учащиеся могут пользоваться результатами собственных наблюдений, справочными материалами или таблицами, приведенными в конце описания этого занятия.

2. Попросите учащихся выдвинуть гипотезы, относящиеся к тому, каких крупных беспозвоночных можно найти в исследуемом ими водоеме в данное время года. Поручите им записывать результаты их исследований, их гипотезы и обоснования этих гипотез в научных дневниках участников программы GLOBE. Учащиеся могут зарисовать несколько распространенных крупных беспозвоночных в своих дневниках, сопровождая такие зарисовки примечаниями, которые помогут идентифицировать животных в полевых условиях.

Расчет показателя разнообразия макрофауны беспозвоночных в полевых условиях

Подготовка

Приготовьте материалы, необходимые для отбора образцов и определения показателя разнообразия видов в полевых условиях. Если это необходимо, изготовьте сеть для отбора образцов в соответствии с инструкциями, приведенными в конце описания этого занятия. Примечание. Отбор образцов макрофауны беспозвоночных можно производить двумя методами, в зависимости от характеристик изучаемого водоема. Если наблюдается каменистое или гравийное дно и заметное течение, следует использовать закидную сеть. Если наблюдается илистое дно и течение не заметно, следует использовать сачок.

Перед выполнением работ в полевых условиях учащиеся должны пройти практическую подготовку, описание которой приведено ниже, в конце раздела. Это поможет учащимся приобрести необходимые практические навыки и понять концепцию статистически случайного отбора образцов.

Отбор образцов

Произведите измерения химических характеристик воды на участке исследований. Примечание. Убедитесь в том, что в воду можно безопасно заходить, и соблюдайте надлежащие меры обеспечения безопасности, когда учащиеся будут заходить в воду.

Отбор образцов с помощью закидной сети

1. Разделите класс на группы по 3—4 человека в каждой, и выдайте каждой группе ведро, сеть и набор материалов для отбора и сортировки образцов.

2. Поручите каждой группе учащихся определить место отбора образцов. Места отбора образцов должны находиться на расстоянии нескольких метров одно от другого, но относиться к различным участкам водоема — например, одно место отбора образцов может находиться на участке, заросшем травой, а другое — на каменистом участке.

3. Начиная с группы, находящейся дальше всего ниже по течению, поручайте одному или двум членам каждой группы взмутить донный осадок ногами, руками и (или) палками; при этом два человека должны держать поперек течения натянутую сеть, на 1-2 м ниже по течению от того места, где взмучивается донный осадок. Взмучивание донного осадка должно продолжаться как минимум одну минуту. Следует также переворачивать камни и соскребать налипший на них материал. Если глубина воды в месте отбора образцов превышает половину метра, не позволяйте учащимся заходить в воду, исходя из соображений безопасности.

4. Поднимите сеть из воды, перемещая нижний край сети вверх по течению под дну водоема так, чтобы не упускать материал, который может проскользнуть между нижним краем сети и дном. Наберите 100—200 мл воды из изучаемого водоема и промойте сеть над сортировочным лотком, чтобы скопившийся в сети материал остался в лотке.

5. Поручите двум членам каждой группы учащихся выбирать организмы из полученного материала кулинарным шприцем или пластиковым пинцетом и

складывать их в контейнеры, заполненные водой из изучаемого водоема.

6. Повторите выполнение операций 3—5 в отношении каждой группы учащихся, с тем, чтобы собрать образцы, дающие представление о фауне на различных участках водоема. Примечание. Если место отбора образцов достаточно мелководно, постарайтесь собрать образцы со всей площади поперечного сечения водоема.

."бор образцов с помощью сачка

1. Разделите класс на группы по 3—4 человека в каждой, и выдайте каждой группе ведро, сеть и набор материалов для отбора и сортировки образцов.

2. Поручите каждой группе учащихся определить место отбора образцов. Места отбора образцов должны находиться на расстоянии нескольких метров одно от другого, но относиться к различным участкам водоема — например, одно место отбора образцов может находиться на участке, заросшем травой, а другое — на каменистом участке.

3. Поручите первой группе учащихся погрузить сеть в воду так, чтобы она достигла донного субстрата, и взмутить донный субстрат, поддевая его сачком на глубину примерно 30 см. Протащите сачок по дну участка сбора образцов на расстояние примерно 30 см, после чего выньте сачок из воды.

4. Вытаскивая сеть из воды, проследите за тем, чтобы собранный материал не выпадал. Наберите 100—200 мл воды из изучаемого водоема и промойте сачок над сортировочным лотком, чтобы скопившийся в сачке материал остался в лотке.

5. Поручите двум членам каждой группы учащихся выбирать организмы из полученного материала кулинарным шприцем или пластиковым пинцетом и складывать их в контейнеры, заполненные водой из изучаемого водоема.

6. Повторите выполнение операций 3—5 в отношении каждой группы учащихся, с тем, чтобы собрать образцы, дающие представление о фауне на различных участках водоема. Примечание. Если место отбора образцов достаточно мелководно, постарайтесь собрать образцы со всей площади поперечного сечения водоема.

Расчет показателя разнообразия видов

1. Расчертите дно лотка для подсчета образцов квадратными клетками со стороной 4 см.

2. Последовательно пронумеруйте эти квадратные клетки.

3. Слейте воду с образцом в лоток так, чтобы собранные организмы были более или менее однородно распределены по площади лотка в слое воды толщиной примерно 1 мм.

4. Поручите одному из учащихся вытащить из пачки листок бумаги со случайным номером.

5. Поручите другому учащемуся найти клетку на дне лотка с этим номером и вынуть один организм, находящийся на этой клетке, с помощью пипетки или пластикового пинцета. Поместите этот организм (организм № 1) в тарелку с водой. Примечание. Если на клетке с соответствующим номером нет организмов, вытащите листок бумаги с другим номером.

6. Поставьте крестик на листе ввода данных, отметив организм № 1.

7. Возьмите организм № 2 с той же клетки или, если на этой клетке больше нет организмов, вытащите листок бумаги с другим номером и возьмите организм с соответствующей клетки.

8. Поместите организм № 2 в тарелку с водой вместе с организмом № 1.

9. Если организм № 2 относится к тому же типу животных, что и организм № 1, поставьте крестик на листе ввода данных. Если этот организм относится к другому типу животных, поставьте кружок на листе ввода данных.

10. Поместите организм № 1 в одно из отделений лотка для замораживания кубиков льда или в один из контейнеров для сортировки образцов животных, относящихся к различным таксонам.

11. Возьмите организм № 3 с той же клетки или, если на этой клетке больше нет организмов, вытащите листок бумаги с другим номером и возьмите организм с соответствующей клетки.

12. Поместите организм № 3 в тарелку с водой вместе с организмом № 2.

13. Если организм № 3 относится к тому же типу животных, что и организм № 2, поставьте на листе ввода данных тот же знак, который был поставлен в отношении организма № 2. Если этот организм относится к другому типу животных, поставьте другой (второй) знак.

14. Поместите организм № 2 в одно из отделений лотка для замораживания кубиков льда. Если он относится к тому же типу животных, что и организм № 1, поместите его в то же отделение лотка. Если он относится к другому типу животных, поместите его в новое отделение.

15. Продолжайте вытаскивать листки со случайными номерами и брать образцы, отмечая каждый из них крестиком или кружком на листе ввода данных, в зависимости от соответствия нового организма предыдущему, и сортируя их по таксонам в отделениях лотка для кубиков льда до тех пор, пока не будет отобрано 50 организмов.

16. Подсчитайте количество групп последо¬вательных одинаковых знаков, отмеченных на листе ввода данных (см, приведенный ниже пример), и зарегистрируйте это число.

17. Разделите количество групп последова¬тельных одинаковых знаков на количество подсчитанных организмов (50) и зарегистрируйте полученный результат на листе ввода данных.

18. Подсчитайте количество различных таксонов (типов) организмов, которые вам удалось обнаружить в вашем образце, и зарегистрируйте это число.

19. Найдите произведение двух последних чисел и зарегистрируйте результат. Это значение показателя разнообразия видов.

20. Поручите учащимся как можно большее количество различных таксонов (типов)собранных организмов.

Пример расчета на листе ввода данных:

X X O O O X O O X
1—2——3 4—5

В данном случае было зарегистрировано 5 групп последовательных одинаковых знаков.

Дальнейшие исследования

1. Учащиеся должны идентифицировать как можно большее количество типов крупных беспозвоночных, обнаруженных в образце.

2. Сравните выдвинутые учащимися гипотезы с фактическим составом макрофауны беспозвоночных.

3. Сформулируйте гипотезы относительно того, какими условиями объясняется присутствие не ожидавшихся типов животных и почему некоторые из ожидавшихся таксонов отсутствуют.

4. С помощью сервера базы данных программы GLOBE найдите школы, участки гидрологических исследований которых сходны с вашим участком. Начните поиск со школ, расположенных на территории вашего водосборного бассейна или расположенных на той же широте и на той же высоте над уровнем моря, изучаемые водоемы которых отличаются сходными кислотностью, температурой, содержанием растворенного кислорода и соленостью.

5. Пользуясь электронной почтой GLOBE¬Mail, свяжитесь с этими школами и узнайте, каких крупных беспозвоночных удалось обнаружить учащимся этих школ.

Параметры среды обитания отдельных крупных беспозвоночных

Диапазон кислотности воды (pH) для отдельных крупных беспозвоночных*

ТАКСОНЫ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Поденки							XXXX							
Веснянки							XXXX							
Ручейники							XXXX							
Улитки								XXXXXXXXX						
Двустворчатые моллюски								XXXXXXXXX						
Прочие моллюски								XXXXXXXXX						

Большинство организмов не выживает, если pH воды составляет от 1 до 6 или от 10 до 14.

Диапазон температуры воды для отдельных крупных беспозвоночных

ТАКСОНЫ	Холодная вода (<12,8°C)	Умеренная температура (12,8—20°C)	Теплая вода (>20°C)
Ручейники	X	X	X
Веснянки	X	X	
Поденки	X	X	
Личинки жуков Psephenidae	X		
Жуки-плавунцы		X	
Водомерки		X	
Стрекозы		X	X

Минимальные уровни растворенного кислорода для отдельных крупных беспозвоночных

ТАКСОНЫ	Высокий диапазон (8—10 частей на миллион)	Средний диапазон (4—8 частей на миллион)	Низкий диапазон (0—4 части на миллион)
Веснянки	X		
Личинки жуков Psephenidae	X		
Ручейники	X	X	
Некоторые поденки	X	X	
Разнокрылые стрекозы		X	
Клопы		X	
Равнокрылые стрекозы (стрелки, красотки)		X	
Комары			X
Галлицы, мокрецы			X
Трубчатые черви			X
Улитки			X
Крыски			X

Практическая подготовка к подсчету показателя разнообразия видов

1. Расчертите дно лотка для подсчета образцов квадратными клетками со стороной 4 см.
2. Последовательно пронумеруйте эти квадратные клетки.
3. Разбросайте сортируемые мелкие предметы по лотку так, чтобы они были более или менее равномерно распределены по площади лотка.
4. Поручите одному из учащихся вытащить из пачки листок бумаги со случайным номером.
5. Поручите другому учащемуся найти клетку на дне лотка с этим номером и вынуть один предмет, находящийся на этой клетке, с помощью пипетки или пластикового пинцета. Поместите этот предмет (предмет № 1) в тарелку с водой. Примечание. Если на клетке с соответствующим номером нет никаких предметов, вытащите листок бумаги с другим номером.
6. Поставьте крестик на листе ввода данных, отметив предмет № 1.
7. Возьмите предмет № 2 с той же клетки или, если на этой клетке больше нет никаких предметов, вытащите листок бумаги с другим номером и возьмите предмет с соответствующей клетки.
8. Поместите предмет № 2 в тарелку с водой вместе с предметом № 1.
9. Если предмет № 2 относится к тому же типу, что и предмет № 1, поставьте крестик на листе ввода данных. Если этот предмет относится к другому типу, поставьте кружок на листе ввода данных.
10. Поместите предмет № 1 в одно из отделений лотка для замораживания кубиков льда или в один из контейнеров для сортировки образцов, относящихся к различным типам.
11. Возьмите предмет № 3 с той же клетки или, если на этой клетке больше нет никаких предметов, вытащите листок бумаги с другим номером и возьмите предмет с соответствующей клетки.
12. Поместите предмет № 3 в тарелку с водой вместе с предметом № 2.
13. Если предмет № 3 относится к тому же типу, что и предмет № 2, поставьте на листе ввода данных тот же знак, который был поставлен в отношении предмета № 2. Если этот предмет относится к другому типу, поставьте другой (второй) знак.
14. Поместите предмет № 2 в одно из отделений лотка для замораживания кубиков льда. Если он относится к тому же типу, что и предмет № 1, поместите его в то же отделение лотка. Если он относится к другому типу, поместите его в новое отделение.
15. Продолжайте вытаскивать листки со случайными номерами и брать образцы, отмечая каждый из них крестиком или кружком на листе ввода данных, в зависимости от соответствия нового предмета предыдущему, и сортируя их по категориям в отделениях лотка для кубиков льда до тех пор, пока не будет отобрано 50 предметов.
16. Подсчитайте количество групп последо¬вательных одинаковых знаков, отмеченных на листе ввода данных (см, приведенный ниже пример), и зарегистрируйте это число.
17. Разделите количество групп последовательных одинаковых знаков на количество подсчитанных предметов (50) и зарегистрируйте полученный результат на листе ввода данных.
18. Подсчитайте количество различных категорий (типов, таксонов) предметов, которые вам удалось обнаружить в вашем образце, и зарегистрируйте это число. Найдите произведение двух последних результатов.

Дальнейшая практическая подготовка

Поручите учащимся рассчитать показатель разнообразия видов, используя меньшее количество категорий (типов, таксонов) или различные количества предметов, относящихся к различным категориям. Сравните полученные результаты.

Пример расчета на листе ввода данных:

x x o o o o x o o o x

№ предмета: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Группы знаков: 1--2—3 4--5

В приведенном выше примере предметы № 1 и № 2 относились к одной категории. Предмет № 3 относился к другой категории, нежели предмет № 2. Предметы № 4 и NQ 5 относились к той же (второй) категории, что и предмет № 3. Предмет № 6 относился к другой категории (первой или третьей), нежели предмет № 5, и т. д. Всего было зарегистрировано 5 групп последовательных одинаковых знаков.

Справочные материалы и пособия по идентификации пресноводных донных крупных беспозвоночных

Caduto, M. J. [Кадуто М. Дж.] (1990), *Pond and Brook: A Guide to Nature Study in Freshwater Environments,* [«Пруд и ручей: руководство по изучению естественных пресноводных сред»], 2-е изд., Prentice-Hall, Нью-Джерси.

Cromwell, Mare et al. [Кромуэлл, Мэр и др.] (1992), *Investigating Streams and Rivers,* [«Изучение ручьев и рек»], в серии GREEN, Университет штата Мичиган, г. Энн-Арбор.

Maitland, Peter S. [Мэйтленд Питер С] (1990), *Biology of Fresh Waters,* [«Биология пресных вод»], изд. Blackie, Glasgow and London.

Merrit, R. E. and K. W. Cummins [Меррит Р. Э. и Камминс К. У.] (1988), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America,* [«Водные насекомые Северной Америки: введение»], изд. Kendall-Hunt Publishing Co., г. Дюбюк, штат Айова.

Mitchell, Mark K. and Stapp, William B. [Митчелл Марк К. и Стапп Уильям Б.] (1996), *FieldManual for Water Quality Monitoring,* [«Руководство по контролю качества воды в полевых условиях»], Энн-Арбор, штат Мичиган, 48104.

McCafferty, P. W. [Маккафферти П. У.] (1981), *Aquatic entomology: The Fishermen's and Ecologist's Guide to Insects and Their Relatives,* [«Насекомые и их родственники: гидроэнтомологический справочник для рыбаков и экологов»], изд. Jones and Barlett Publishers, Inc., Калифорния.

Needham, James G. [НидэмДжеймсДж.] (1962), *A Guide to the Study of Fresh-Water Biology,* [«Руководство по исследованию биологии пресноводных организмов»], изд. Holden-Day, Inc., Сан-Франциско.

Pennok, Robert. [Пеннок Роберт] (1973), *Freshwater Invertebrates of the United States,* [«Пресноводные беспозвоночные США»], изд. Ronald Press, Нью-Йорк.

River Watch Network [Сеть организаций речного контроля]; адрес: 153 State St., Montpelier, Vermont 05602.

Save Our Streams [«Спасите наши реки»], The Izaak Walton League of America [Американская лига им. Айзека Уолтона], адрес: 1800 North Kent Street, Suite 806, Arlington, Virginia 22209.

Видеофильм (17 мин.): *Identification of the Benthic Macroinvertebrates* [Идентификация донных крупных беспозвоночных]; Edward A. Deschuytner [Эдвард Э. Дешайтнер], Northern Essex Community College [Колледж Северного Эссекса], адрес: Elliott Way, Haverhill, MA 01830-2399.

Инструкции по изготовлению сетей для сбора крупных беспозвоночных

Изготовление закидной сети

1. Вложите край длинной стороны сети в сложенную вдвое ленту плотной ткани размером 8 x 122 см и пришейте ленту к сети, чтобы укрепить край сети.
2. Укрепите противоположный край длинной стороны сети таким же образом.
3. Прикрепите сеть к стойкам зажимными скобами так, чтобы нижние концы стоек совпадали с нижним краем сети и чтобы стойки выступали над верхним краем сети, образуя ручки.
4. Оберните сеть вокруг стоек, сделав несколько витков, чтобы закрепить края сети, и снова закрепите сеть на стойках зажимными скобами.

Изготовление сачка

1. Вырежьте сеть из двух кусков нейлоновой сетки размером 36 x 53 см каждый (см. схему) и сшейте их вместе.
2. Укрепите передний край сети плотной тканью, оставив отверстие, позволяющее вставить проволочное плечико в ткань, как в чехол.
3. Отрежьте крючки от проволочных плечиков и распрямите скрученные концы проволоки плечиков.
4. Пользуясь плотной липкой лентой для герметизации труб, обмотайте лентой несколько проволочных плечиков, чтобы утяжелить и усилить конструкцию рамы.
5. Вставьте проволочную раму в чехол из плотной ткани, укрепляющей передний край сети, и скрутите вместе проволочные концы плечиков, выступающие из отверстия.
6. Просверлите отверстие в конце деревянной ручки, достаточно большое, чтобы в него вошли скрученные проволочные концы плечиков. Вставьте скрученные концы плечиков в это отверстие. Закрепите сеть на ручке, пользуясь крючком, отрезанным от плечиков и зажимом для труб (хомутом) или лентой для герметизации труб, так, чтобы крючок плотно обжимал деревянную ручку.

Рис. HYD-L-14. Изготовление закидной сети.

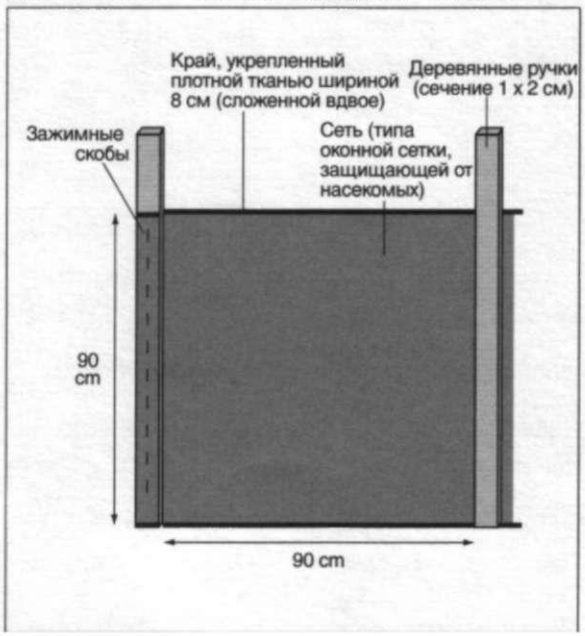
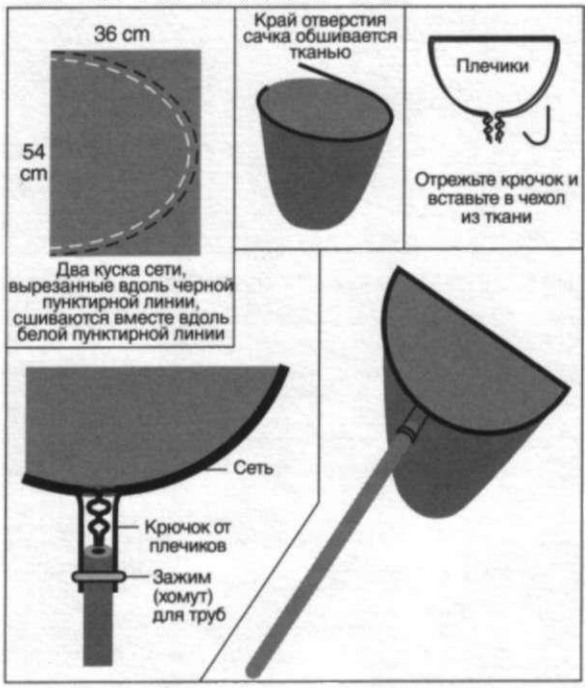


Рис. HYO-L-15. Изготовление сачка.



Гидрологические исследования

Лист ввода данных о составе макрофауны беспозвоночных

Наименование участка:_____

Координаты (GPS): Широта:_____- Долгота:_____

Имя, фамилия сборщика:_____

Сбор образцов: Образец №_____Дата:_____Время (всемирное):_____

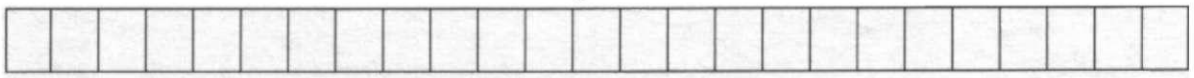
Имя, фамилия аналитика:_____

Анализ (расчет показателя разнообразия видов) Дата:_____Время (всемирное)_____

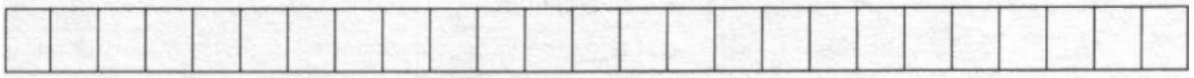
Метод сбора образцов:_____Сачок_____Закидная сеть

Расчет количества групп последовательных одинаковых знаков:

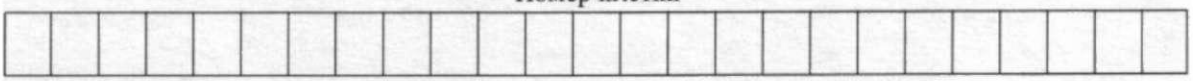
Номер клетки



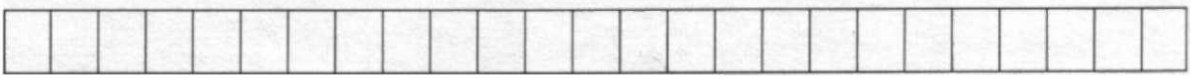
X или O



Номер клетки



X или O



Общее количество групп последовательных одинаковых знаков:_____

Отношение общего количества групп последовательных одинаковых знаков к количеству образцов (50) =_____ (показатель количества групп)

Общее количество таксонов:_____

Произведение показателя количества групп и общего количества таксонов =_____(показатель разнообразия видов)

Отметьте обнаруженные типы крупных беспозвоночных (если они были идентифицированы)

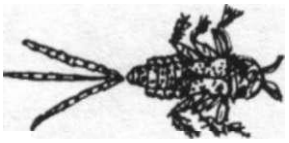
Ручейники (Trichoptera)	Веснянки (Plecoptera)
Поденки (Ephemeroptera)	Клопы (Hemiptera)
Черви и пиявки	Улитки
Стрекозы разнокрылые и равнокрылые (Odonata)	Коридалы, вислокрылки (Megaloptera)
Жуки (Coleoptera)	Мошки, галлицы и мокрецы, долгоножки, комары (Diptera)
Клещи (Arachnidae)	Ракообразные (напр., равноногие рачки, бокоплавы)

Примечания: (глубина воды, недавно выпавшие осадки, каменистость дна и берегов, травянистость берегов, и т. д.)

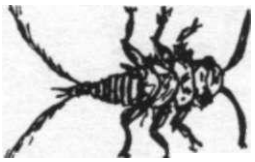
Примеры крупных беспозвоночных

1. Нимфа раэнокрылой стрекозы

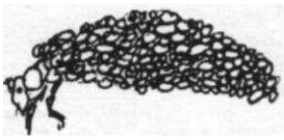
2. Нимфа равнокрылой стрекозы



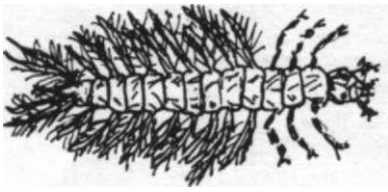
3. Нимфа поденки



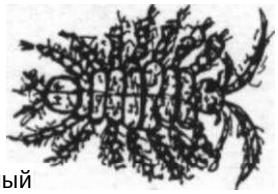
4. Нимфа веснянки



5. Личинка ручейника

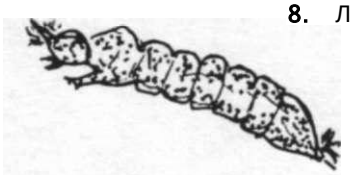


6. Личинка вертячки

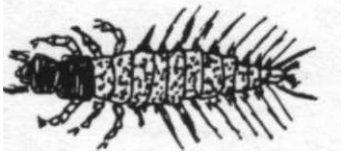


7. Пресноводный равноногий рачок

8. Личинка мошки

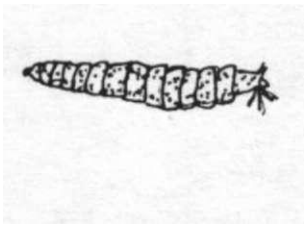


9. Личинка коридалы

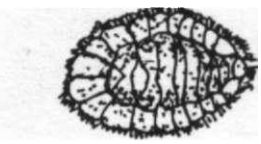


10. Личинка галлицы

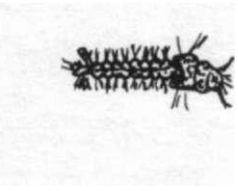
11. Личинка долгоножки



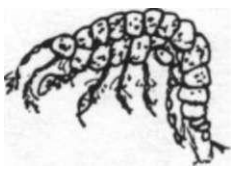
12. Личинка жука Psephenidae



13. Личинка комара



14. Рачок-бокоплав



Моделирование водяного баланса

Предназначение занятия

Моделирование изменений содержания воды в почве на протяжении года на основе значений температуры, широты и количества осадков, измеренных в рамках программы GLOBE, а также дальнейшее сравнение полученной модели с данными о содержании воды в почве и биометрическими данными, зарегистрирован-ными участниками программы GLOBE.

Обзор

Учащиеся создают физическую модель баланса содержания воды в почве с использованием стеклянных химических стаканов, иллюстрирующих характеристика разреза почвы. Они используют данные, хранящиеся в базе данных учащихся-участников программы GLOBE, рассчитывая скорость потенциальной эвапотранспирации (количество воды, необходимое для удовлетворения потребности в воде на протяжении месяца), а также средние ежемесячные значения температуры и количества осадков, относящиеся к их модели.

Продолжительность занятия

Расчет значений: одно классное занятие.

Построение модели: одно классное занятие.

Проверка гипотез: одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Важнейшие концепции

Почва содержит воду.

Почва характеризуется определенной способностью к удержанию воды.

Повышение температуры и увеличение продолжительности дневного освещения приводят к повышению скорости эвапотранспирации.

Количество выпавших осадков не равно количеству воды, содержащейся в почве.

Содержание воды в почве связано с активностью роста растений.

Навыки

Измерение объема и длины.

Выполнение инструкций.

Построение моделей.

Считывание данных с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE.

Чтение графиков.

Расчет средних значений.

Проверка гипотез с использованием моделей.

Построение графиков, полученных в рамках программы GLOBE.

Приборы и материалы

14 химических стаканов, обычных стеклянных стаканов или мензурок высотой примерно 20—25 см каждый, или достаточно высоких для того, чтобы они вмещали общее количество осадков, выпавших за самые дождливые месяцы, наблюдавшиеся на моделируемом участке).

Вода (или другой материал, иллюстрирующий количество выпавших осадков, например, сухой рис).

Красный и черный фломастеры.

Линейка.

Данные, полученные с помощью образцов почвы или загруженные из базы данных GLOBE.

Подготовка

Учащиеся с высоким уровнем подготовки регистрируют значения температуры и количества осадков, координаты (с помощью GPS), содержание воды в почве, количество биомассы и гидрологические данные на участке исследований по программе GLOBE.

Предварительные условия

Умение производить простые математические расчеты, читать графики и пользоваться сервером базы данных GLOBE.

Предпосылки

Количество воды, содержащейся в почве на вашем участке исследований, можно оценить, рассчитав водяной баланс на этом участке. Содержание воды в почве изменяется в зависимости от баланса между количеством воды, накопившейся в результате выпадения осадков, и количеством воды, потерянной в результате испарения и транспирации растений. Показатель общего количества воды, потерянной в результате испарения и транспирации, называется скоростью эвапотранспирации. Максимальная скорость эвапотранспирации наблюдается в случае наличия беспрепятственного доступа растений к воде; такая скорость эвапотранспирации называется потенциальной эвапотранспирацией. Содержание воды в почве - важнейший фактор, определяющий состав растительности на участке исследований. Содержание воды в почве зависит от нескольких факторов, таких, как температура, продолжительность дневного солнечного освещения, плотность земного покрова и количество осадков. Можно предположить, на первый взгляд, что наибольшее содержание воды в почве должно наблюдаться в месяцы, отличающиеся наибольшим количеством осадков. Это может быть так или не так. Если температура достаточно высока, большинство осадков успевают испариться. Ученые изучают водяной баланс с тем, чтобы предсказывать время начала роста растений и время, на протяжении которого растения находятся в стрессовой ситуации в связи с отсутствием достаточного количества воды.

Подготовка к проведению занятия

Обсудите с учащимися важность содержания воды в почве. Для того, чтобы продемонстрировать способность почвы к удержанию различных количеств воды, можно провести занятие *Проходя мимо.*

Скопируйте и раздайте учащимся рабочие листы ввода данных.

Порядок проведения занятия

Изучите данные, приведенные на рис. НУБ-Ь-16.

Количество осадков: общее количество осадков, выпавших за месяц.

Потенциальная эвапотранспирация (PE): общее количество воды, которое было бы потеряно в результате испарения и транспирации растений, если бы растения имели постоянный доступ к воде.

Излишек воды: количество осадков, превышающее уровень потенциальной эвапотранспирации.

Дополнительное необходимое количество воды: количество хранящейся в природных резервуарах воды, необходимой для восполнения недостатка осадков.

Количество хранящейся воды: количество воды, содержащейся в почве и доступной для растений (не может превышать 100 мм осадков, потому что такова максимальная способность почвы данного участка к удержанию воды).

Дефицит воды: количество воды, необходимое сверх количеста осадков и количества воды, содержащейся в почве.

Рис. НУО-Ь-Іб. Таблица водяного баланса, данные для практической подготовки, полученные на горе Леммон в

Месяцы	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Итого
Количество осадков (мм)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Потенциальная эвапо-транспирация (PE в мм)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Излишек воды													
Дополнительное необходимое количество воды													
Количество хранящейся воды													
Дефицит воды													
Сток													
Температура (°C)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	

Сток: вода, потерянная в результате стока в те периоды, когда количество осадков превышает уровень потенциальной эвапотранспирации и максимальную способность почвы к удержанию воды.

Температура: средняя температура за месяц.

1. В какие месяцы наблюдалось наибольшее и наименьшее количество осадков?
2. Какой месяц был самым теплым? Какой месяц был самым холодным?
3. В какие месяцы уровень потенциальной эвапотранспирации (PE) превышал количество осадков?
4. В какие месяцы можно ожидать стока излишнего количества осадков?
5. Сформулируйте гипотезу относительно того, в какой месяц или в какие месяцы может наблюдаться дефицит воды. Запишите вашу гипотезу и ее обоснование в научном дневнике участника программы GLOBE.

Построение модели

1. Выставьте 12 сосудов (стеклянных стаканов, мензурок), представляющих 12 месяцев года. Закрепите на них ярлыки с обозначениями месяцев, от января до декабря (см. рис. HYD-L-17).
2. Найдите в таблице количество потенциальной эвапотранспирации (PE), необходимой за каждый месяц. Сделайте отметку на каждом сосуде, соответствующую количеству осадков, соответствующему потенциальной эвапотранспирации (PE) за каждый месяц.
3. Обозначьте 13-й сосуд в качестве сосуда, отражающего количество хранящейся воды. Сделайте отметку на этом сосуде, на высоте 100 мм, чтобы обозначить уровень максимального содержания воды в почве.

Использование модели

1. Начните моделирование водяного баланса, отмерив с помощью мензурки или химического стакана количество осадков, выпавшее в январе. Затем выполните приведенные ниже инструкции в отношении каждого месяца.

   Если за месяц выпало количество осадков, превышающее уровень потенциальной эвапотранспирации, заполните соответствующий этому месяцу сосуд только до отметки уровня потенциальной эвапотранспирации, после чего слейте остающуюся воду из мензурки для отмеривания количества осадков в сосуд, отражающий количество хранящейся воды.

Рис. HYD-L-17. Приготовление модели водяного баланса

- Если сосуд, отражающий количество хранящейся воды, будет заполнен до отметки 100 мм, остающееся количество воды относится к стоку, и ее можно вылить в раковину.
- Если за месяц выпало количество осадков, не достигающее уровня потенциальной эвапотранспирации, слейте всю воду, отражающую количество осадков, в соот¬ ветствующий данному месяцу сосуд, после чего возьмите сосуд, отражающий количество хранящейся воды, и отлейте из него воду в соответствующий данному месяцу сосуд так, чтобы уровень воды достиг отметки уровня потенциальной эвапотранспирации.
- Если после добавления в соответствующий данному месяцу сосуд всей воды, отражающей количество осадков и всей воды, отражающей количество хранящейся воды, уровень воды все еще не достигнет отметки уровня потенциальной эвапотранспирации, сделайте красную отметку на стакане на уровне воды, чтобы определить дефицит воды.

2 По мере приготовления модели водяного баланса заполняйте рабочий лист с таблицей водяного баланса соответствующими данными за каждый месяц. (Пользуйтесь образцом таблицы водяного баланса на рабочем листе.)

3. Повторите перечисленные выше операции в отношении каждого из месяцев года. Выполняйте операции в последовательности, соответствующей чередованию месяцев, чтобы знать, сколько хранящейся воды остается на протяжении каждого следующего месяца.

Примечания

1. Вместо воды можно пользоваться песком, рисом или другим сыпучим материалом.
2. Постарайтесь начать выполнение инструкций с января, а затем начните построение модели с октября. В США и некоторых других странах гидрологи отсчитывают начало «гидрологического года» с октября, перед началом накопления снега. Одинаковы ли результаты, получаемые в обоих случаях?

Обсуждение результатов

1. В какие месяцы наблюдался дефицит воды? Согласуется ли это наблюдение с вашей гипотезой? Узнали ли вы о существовании каких-либо переменных параметров, которые вы теперь приняли бы во внимание, выдвигая гипотезу в отношении времени наступления дефицита воды на вашем участке?
2. Всегда ли дефицит воды наблюдается в месяцы, отличающиеся наименьшим количеством осадков?
3. Всегда ли дефицит воды наблюдается в месяцы, отличающиеся самой высокой температурой?
4. В течение каких месяцев можно ожидать наводнение? Предложите обоснование вашей гипотезы.

Проверка других гипотез с помощью модели

Сформулируйте гипотезы, предсказывающие изменения водяного баланса в зависимости от изменения переменных параметров.

1. Что происходит, когда зимой наблюдается повышенная влажность? (Ответ: увеличение количества зимних осадков)
2. Что происходит, когда наблюдается необычно засушливое лето? (Ответ: уменьшение количества летних осадков)
3. Что происходит, если наблюдается необычно высокая температура летом? (Ответ: повышение уровня потенциальной эвапотранспирации (PE) в летние месяцы)
4. Что происходит, если количество хранящейся воды увеличивается, например, в результате постройки искусственного резервуара? (Ответ: количество хранящейся воды увеличивается до уровня 150 мм)

Проверьте свои гипотезы путем измерения переменных параметров таблицы и повторного применения модели.

Адаптация материала для старшеклассников

Поручите учащимся заполнить лист данных с таблицей водяного баланса данными, полученными ими самостоятельно, или полученными на другом участке (с помощью базы данных GLOBE).

1. Определите среднее количество осадков за каждый месяц и заполните соответствующие сосуды.
2. Определите среднюю температуру за каждый месяц и заполните строку «Температура» в таблице.
3. Определите широту вашего участка и зарегистрируйте ее в таблице.
4. Определите уровень потенциальной эвапотранспирации (PE) за каждый месяц и заполните соответствующую строку таблицы. (Уровень потенциальной эвапотранспирации можно рассчитать с помощью рабочего листа «Расчет потенциальной эвапотранспирации», включенного в раздел «Приложения».)

Определите разницу между количество осадков и уровнем потенциальной эвапотранспирации за каждый месяц.

Если за месяц выпало количество осадков, превышающее уровень потенциальной эвапотранспирации, внесите данные в строку «Потенциальная эвапотранспирация».

Кроме того, введите разницу в строку «Дефицит воды», прибавив к зарегистрированному значению разницы количество хранящейся воды, оставшейся с прошлого месяца.

Примечание. При регистрации данных за первый месяц количество хранящейся воды за предыдущий месяц не прибавляется; просто введите значение разницы.

Количество хранящейся воды не может быть меньше нуля или превышать 100 мм. Количество воды, превышающее уровень 100 мм, относится к стоку (выливается).

Если за месяц выпало количество осадков, не достигающее уровня потенциальной эвапотранспирации, внесите значение разницы в строку «Дефицит воды».

Рис. HYD-L-18. Образец графика количества осадков, уровня потенциальной эвапотранспирации (PE) и фактического уровня эвапотранспирации.

- Найдите разницу между количеством хранящейся воды, оставшимся с предыдущего месяца, и дефицитом воды за текущий месяц.
- Введите значение этой разницы в строку «Количество хранящейся воды» за текущий месяц, если оно больше нуля.
- Если значение разницы меньше нуля, введите значение 0 в строку «Количество хранящейся воды» и полученное значение разницы в строку «Дефицит воды».

6. Кроме того, учащиеся должны рассчитать фактическое количество воды, потерянной в результате эвапотранспирации:

   если количество осадков больше уровня потенциальной эвапотранспирации, то фактический уровень эвапотранспирации равен уровню потенциальной эвапотранспирации;

   если количество осадков меньше уровня потенциальной эвапотранспирации (если количество хранящейся воды не равно нулю), то фактический уровень эвапотранспирации равен сумме количества осадков и дополнительного необходимого количества воды.

   Прибавлять в качестве дефицита воды можно количество, не превышающее количество остающейся за прошлый месяц хранящейся воды.

Постройте графики изменения количества осадков, фактического уровня эвапотранспирации и уровня потенциальной эвапотранспирации (PE) для участка исследований, откладывая месяцы по оси абсцисс и количество воды в миллиметрах по оси ординат (см. рис. HYD-L-18). Изучите графики и заштрихуйте области, соответствующие периодам избытка и дефицита воды, использования оставшейся хранящейся воды и пополнения запаса хранящейся воды, а также стока.

Предложите гипотезы, относящиеся к возможности корреляции других переменных параметров в зависимости от данных водяного баланса. Пользуйтесь сервером базы данных GLOBE, чтобы обосновать свои гипотезы.

Изучите полученные участниками программы GLOBE данные о содержании воды в почве на участке, в отношении которого вы моделировали водяной баланс. Какая корреляция наблюдается между вашей моделью и фактическими данными о содержании воды в почве?

Сравните данные о количестве биомассы, полученные в рамках программы GLOBE на участке, в отношении которого вы моделировали водяной баланс, с данными о водяном балансе. Насколько сходны эти данные? Наблюдается ли наибольшее количество биомассы в периоды наибольшей доступности воды?

Постройте графики зарегистрированных вами значений химических характеристик воды. Существуют ли какие-либо признаки изменений водяного баланса, которые способны повлиять на качество воды в водоеме?

Гидрологические исследования

Рабочий лист с таблицей водяного баланса

Месяцы	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Итого
Количество осадков (мм)													
Потенциальная эвапотранспирация (PE в мм)													
Излишек воды													
Дополнительное необходимое количество воды													
Количество хранящейся воды													
Дефицит воды													
Сток													
Температура (°C)													

Образец: заполненная таблица водяного баланса (данные получены на горе Леммон в штате Аризона, США)

Месяцы	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Итого
Количество осадков (мм)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Потенциальная эвапотранспирация (PE в мм)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Излишек воды	56	16	82	23			82				41	47	
Дополнительное необходимое количество воды					55	76		25	63	28			
Количество хранящейся воды	56	72	100	100	45	0	82	57	0	0	41	88	
Дефицит воды						31			6	28			
Сток			54	23									
Фактическая эвапотранспирация	13	7	16	33	64	68	101	96	80	32	27	7	
Температура (°C)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	

Гидрологические исследования

Рабочий лист с таблицей водяного баланса

Этот рабочий лист позволяет рассчитывать уровень потенциальной эвапотранспирации (PE) для любого участка исследований с использованием данных о температуре и широте, полученных с помощью сервера GLOBE. Затем можно использовать значения уровня потенциальной эвапотранспирации в ходе занятия «Моделирование водяного баланса».

Этап 1

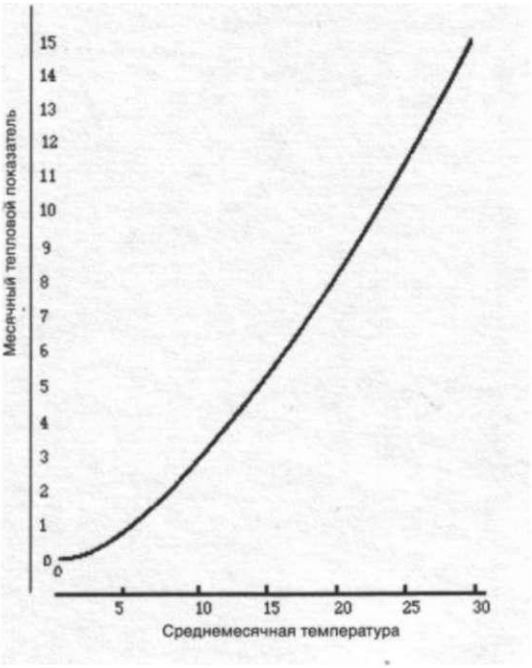
Определите среднюю температуру за месяц, зарегистрированную на вашем участке исследований, пользуясь сервером базы данных GLOBE.

Средняя месячная температура

Янв____Фев____Мар____Апр__Май_Июн____Июл_____Авг_____Сен____Окт____Ноя____Дек_____

Этап 2

Определите тепловой показатель для каждого месяца с помощью графика, приведенного ниже.



Месячный тепловой показатель

Янв ___ Фев __ Мар __ Апр __ Май___ Июн __ Июл__ Авг __ Сен ___ Окт __ Ноя __ Дек ___

Этап3

Сложите полученные месячные тепловые показатели, чтобы получить годовой тепловой показатель.

Годовой тепловой показатель:_____.

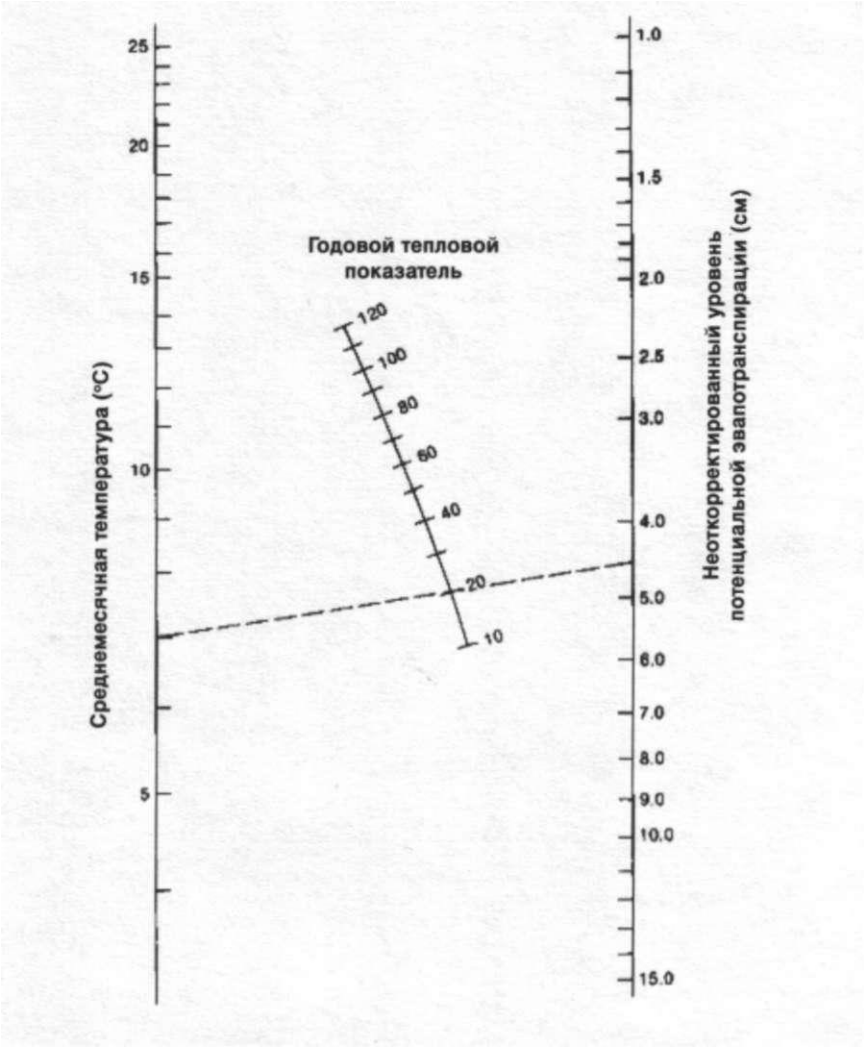
Рабочий лист для расчета уровня потенциальной эвапотранспирации (продолжение)

Этап 4

Пользуясь значениями годового теплового показателя и среднемесячной температуры за каждый из месяцев, найдите значение неоткорректированного уровня потенциальной эвапотранспирации с помощью соответствующего графика, приведенного ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если средняя температура за месяц ниже нуля, неоткорректированный уровень потенциальной эвапотранспирации за соответствующий месяц также равен нулю. Если средняя температура за месяц равна более чем 26,5°C, пользуйтесь графиком неоткорректированного уровня потенциальной эвапотранспирации в условиях высокой температуры, приведенным ниже.

Неоткорректированный уровень потенциальной эвапотранспирации



Примечание. Пользуясь графиком, приведенным выше, найдите среднемесячную температуру слева и рассчитанный вами годовой тепловой показатель в центре графика. Проведите прямую линию, соединяющую эти две точки, и продолжите ее до пересечения со шкалой неоткорректированного уровня потенциальной эвапотранспирации справа. Зарегистрируйте значение неоткорректированного уровня потенциальной эвапотранспирации в точке пересечения прямой со шкалой справа и зарегистрируйте его ниже. Если наблюдалась более высокая температура, пользуйтесь приведенным ниже графиком уровня потенциальной эвапотранспирации в условиях высокой температуры.

Неоткорректированныи уровень потенциальной эвапотранспирации за каждый месяц

Янв___Фев___Мар___Апр___Май___Июн___Июл___Авг___Сен___Окт _ Ноя___Дек___

Этап 5

Зарегистрируйте коэффициент коррекции для каждого из месяцев, найденный в приведенной ниже таблице.

Янв___Фев___Мар___Апр___Май___Июн___Июл___Авг___Сен Окт___Ноя___Дек___

Этап 6

Найдите произведение коэффициента коррекции и неоткорректированного уровня потенциальной эвапотранспирации, чтобы найти откорректированный уровень потенциальной эвапотранспирации.

Уровень потенциальной эвапотранспирации

Янв___Фев___Мар _ Апр___Май___Июн___Июл___Авг___Сен___Окт _ Ноя___Дек___

Коэффициенты коррекции уровня потенциальной эвапотранспирации с учетом продол-

Широта	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
10° сев. ш.	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
20° сев. ш	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94
30° сев. ш	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
40° сев. ш	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
50° сев. ш	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70
10° южн. ш	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
20° южн. ш	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
30° южн. ш	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
40° южн. ш	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29
50° южн. ш	1,37	1,12	1,08	0,89	0,77	0,67	0,74	0,88	0,99	1,19	1,29	1,41

Использование таблицы. В отношении каждого месяца найдите широту участка и наименование месяца в приведенной выше таблице, чтобы определить коэффициент коррекции за соответствующий месяц.

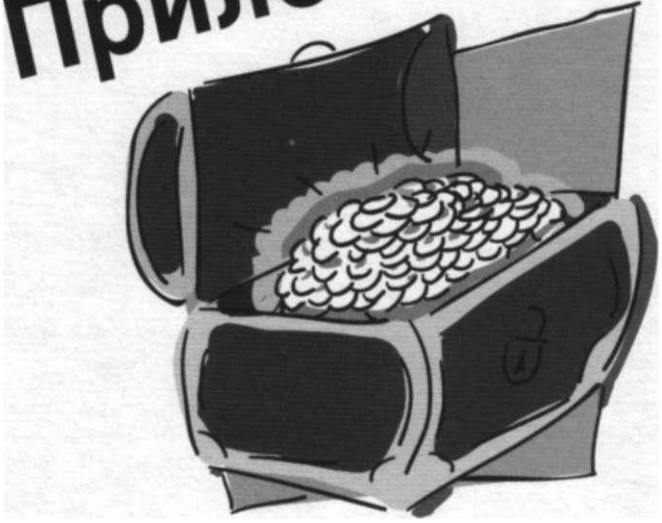
Примечание. Коэффициенты коррекции, приведенные для 50° сев. ш., используются в отношении всех участков, расположенных севернее этой широты. Коэффициенты коррекции, приведенные для 50° южн. ш., используются в отношении всех участков, расположенных южнее этой широты.

Этап 7

Зарегистрируйте значение уровня потенциальной эвапотранспирации в соответствующей строке таблицы водяного баланса.

*Использован материал из книги Роберта Э. Мюллера и Т. Оберлендера (1978 г.), *Современная физическая география: портрет планеты* (изд. Random House).

Приложение



Рабочий лист ввода данных

Рабочий лист ввода калибровочных данных

Основы контурного картографирования

Гоафики для воспроизведения

Глоссарий

Листы ввода данных программы GLOBE в сети Web

Гидрологические исследования

Рабочий лист ввода данных

Наименование школы:_____

Группа учащихся:_____

Наименование участка:_____

Дата отбора обрачцов:_____Время:_____(часов, минут)

Отметьте одну графу:_____всемирного времени_____местного времени

Прозрачность воды

Плотность облачного покрова (отметьте одну графу):_____ясно_____рассеянные

_____разорванные облака_____сплошной облачный покров

Измерения с помощью диска Секки

Наблюдатель 1 Длина веревки:

в момент исчезновения диска_____(м)

в момент появления диска_____(м)

Расстояние от отметки наблюдателя 1 на веревке до поверхности воды:_____(м)

Наблюдатель 2 Длина веревки:

в момент исчезновения диска_____(м)

в момент появления диска_____(м)

Расстояние от отметки наблюдателя 2 на веревке до поверхности воды:_____(м)

Наблюдатель 3 Длина веревки:

в момент исчезновения диска_____(м)

в момент появления диска_____(м)

Расстояние от отметки наблюдателя 3 на веревке до поверхности воды:_____(м)

Измерения с помощью трубки для замера мутности воды

Уровень воды в трубке в момент исчезновения изображения:

Наблюдатель 1:_____(см) Наблюдатель 2:_____(см) Наблюдатель 3:_____(см)

Температура воды

Наблюдатель 1:_____(°C) Наблюдатель 2: (°C) Наблюдатель 3:_____(°C) Средняя:_____(°C)

Содержание растворенного в воде кислорода

Наблюдатель 1:_____(мг/л) Наблюдатель 2:_____(мг/л) Наблюдатель 3:_____(мг/л)

Среднее:_____(мг/л)

Изготовитель набора для определения содержания растворенного в воде кислорода и номер модели:

Кислотность (pH)

Метод измерения:

_____лакмусовая бумага_____ручка для измерения pH_____прибор для измерения pH

Кислотность буферных растворов на участке: pH 4_____pH 7_____pH 10_____

Наблюдатель 1:_____Наблюдатель 2:_____Наблюдатель 3:_____Среднее значение:_____

Электропроводность

Стандартный раствор для измерения электропроводности:_____микроСименсов на сантиметр (мкСм/см)

Наблюдатель 1:_____(мкСм/см) Наблюдатель 2:^_____(мкСм/см) Наблюдатель 3:_____(мкСм/см)

Среднее значение:_____(мкСм/см)

Соленость

Информация о приливах и отливах

Время наступления прилива или отлива перед выполнением измерений:_____(часов и минут)

Отметьте одну графу:_____прилив _____отлив
Отметьте одну графу:_____всемирное время _____местное время

Время наступления прилива или отлива после выполнения измерений:_____(часов и минут)

Отметьте одну графу:_____прилив _____отлив
Отметьте одну графу:_____всемирное время _____местное время

Место, в котором регистрировалось время наступления приливов и отливов:_____

Соленость (измерение денсиметром)

	Наблюдатель 1	Наблюдатель 2	Наблюдатель 3
Температура воды в мензурке:	_____ °C	_____ °C	_____ °C
Удельный вес:	_____	_____	_____
Соленость образца:	_____ частей на тыс.	_____ частей на тыс.	_____ частей на тыс.

Средняя соленость: _____ частей на тыс.

Дополнительный вариант: титрование солености

Соленость образца
Наблюдатель 1: _____частей на тыс.
Наблюдатель 2: _____частей на тыс.
Наблюдатель 3: _____частей на тыс.

Средняя соленость: _____частей на тыс.

Изготовитель набора для определения солености и номер модели: _____

Щелочность

Наборы, позволяющие производить непосредственные измерения щелочности

Наблюдатель 1: _____(мг/л $CaCO_3$)
Наблюдатель 2: _____(мг/л $CaCO_3$)
Наблюдатель 3: _____(мг/л $CaCO_3$)

Среднее значение: _____(мг/л $CaCO_3$)

Наборы фирмы Hach или другие наборы, требующие подсчета количества капель:

	Наблюдатель 1	Наблюдатель 2	Наблюдатель 3	Среднее значение
Количество капель	_____капель	_____капель	_____капель	_____капель
Постоянный коэффициент преобразования, определенный для данного набора и данных условий выполнения практической работы:	x_____	x_____	x_____	x_____
Общая щелочность (мг/л $CaCO_3$)	=_____мг/л	=_____мг/л	=_____мг/л	=_____мг/л

Изготовитель набора для определения щелочности и номер модели:_____

Содержание нитратов

Наблюдатель 1:	_____ мг/л NO_3^-—N + NO_2^-—N	_____ мг/л NO_2^-—N
Наблюдатель 2:	_____ мг/л NO_3^-—N + NO_2^-—N	_____ мг/л NO_2^-—N
Наблюдатель 3:	_____ мг/л NO_3^-—N + NO_2^-—N	_____ мг/л NO_2^-—N
Среднее значение:	_____ мг/л NO_3^-—N + NO_2^-—N	_____ мг/л NO_2^-—N

Изготовитель набора для определения содержания нитратов и номер модели: _____

Гидрологические исследования

Рабочий лист ввода калибровочных данных

Наименование школы: _____

Группа учащихся: _____

Дата: _____

Содержание растворенного кислорода в воде

Температура дистиллированной воды: _____°C Высота вашего участка над уровнем моря _____метров

Содержание растворенного кислорода во взболтанной дистиллированной воде:

Наблюдатель 1: _____мг/л

Наблюдатель 2: _____мг/л

Наблюдатель 3: _____мг/л

Среднее значение: _____мг/л

Растворимость кислорода в воде при данной температуре воды на уровне моря (из таблицы 3-1):	Калибровочный коэффициент для высоты вашего участка над уровнем моря (из таблицы 3-2):	Ожидаемое значение содержания растворенного кислорода в дистиллированной воде:
_____мг/л	к _____	_____мг/л

Изготовитель набора для определения солености и номер модели: _____

Соленость

Соленость стандартного раствора

Наблюдатель **1:**_____частей на тыс.

Наблюдатель **2:**_____частей на тыс.

Наблюдатель **3:**_____частей на тыс.

Средняя соленость:_____частей на тыс.

Изготовитель набора для определения солености и номер модели: _____

Щелочность

Стандартный раствор поваренной соды

Наборы, позволяющие производить непосредственные измерения щелочности

Наблюдатель 1:_____(мг/л $CaC0_3$)

Наблюдатель 2:_____(мг/л $CaC0_3$)

Наблюдатель 3:_____(мг/л $CaC0_3$)

Среднее значение:_____(мг/л $CaC0_3$)

Наборы фирмы Насп или другие наборы, требующие подсчета количества капель:

	Наблюдатель 1	Наблюдатель 2	Наблюдатель 3	Среднее значение
Количество капель	_____капель	_____капель	_____капель	____капель
Постоянный коэффициент преобразования, определенный для данного набора и данных условий выполнения практической работы:	x_____	x_____	x_____	x_____
Общая щелочность (мг/л $CaC0_3$)	=_____мг/л	=_____мг/л	=_____мг/л	=_____мг/л

Изготовитель набора для определения щелочности и номер модели: _____

Содержание нитратов

Наблюдатель 1: _____мг/л $No3--N$

Наблюдатель 2: _____мг/л NO_3-N

Наблюдатель 3: _____мг/л Ж),~—N

Среднее значение:_____мг/л $No3"—N$

Изготовитель набора для определения содержания нитратов и номер модели:_

Гидрологические исследования

Основы контурного картографирования

Рис. HYD-A-1. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США

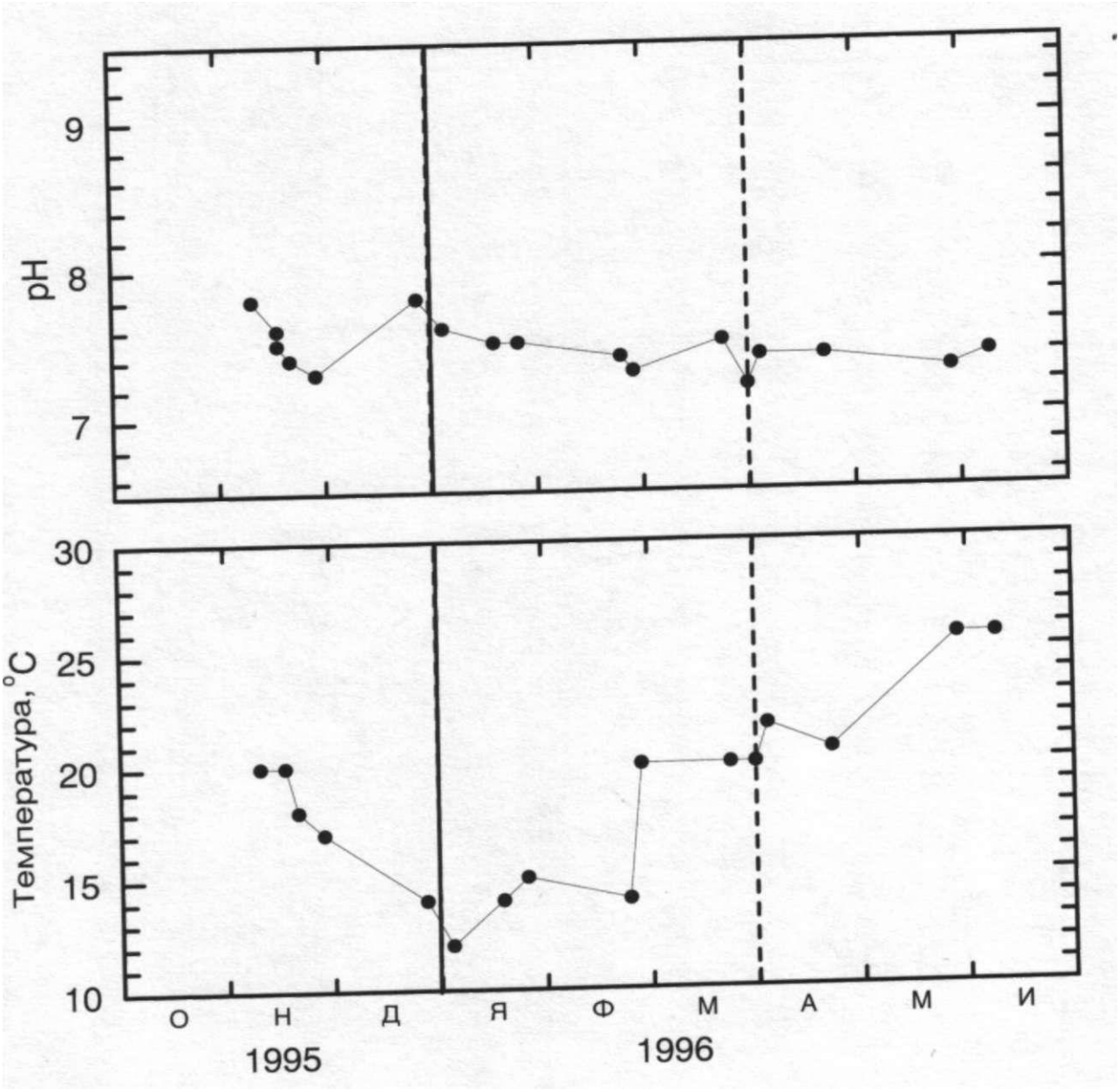


Рис. HYD-A-2. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США

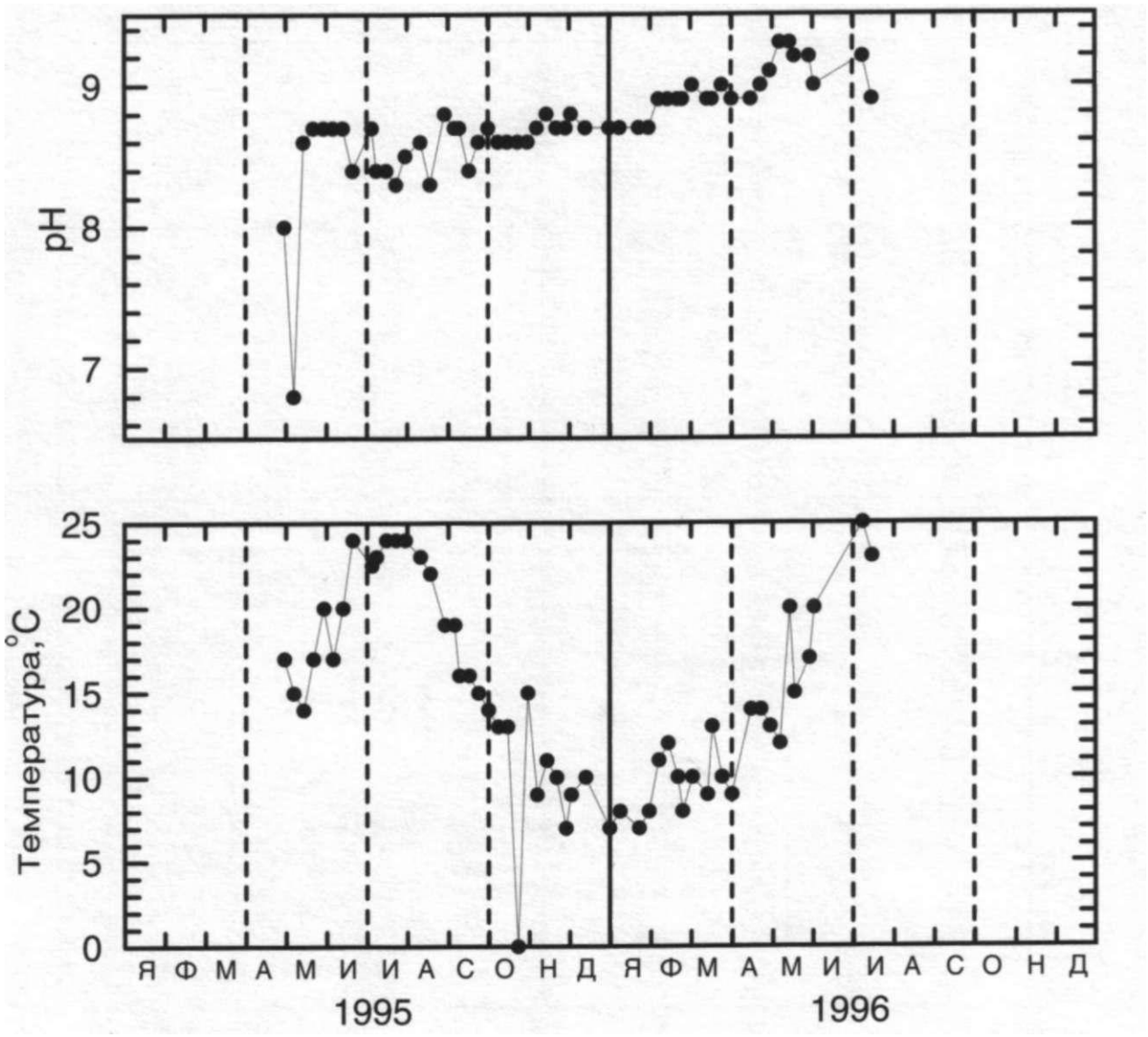


Рис. HYD-A-3. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США

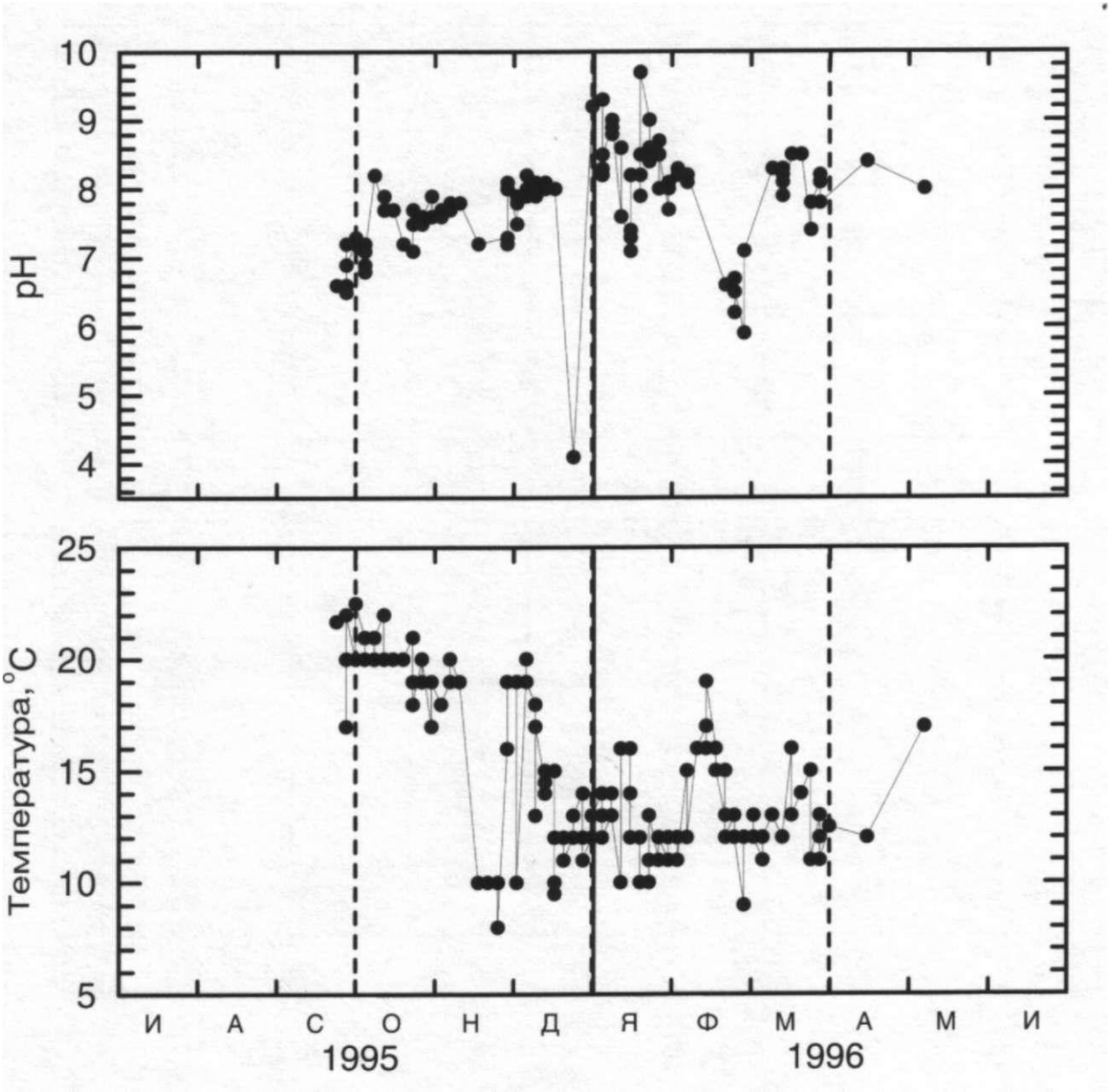


Рис. HYD-A-4. Данные школы-участницы программы GLOBE во Флориде, США

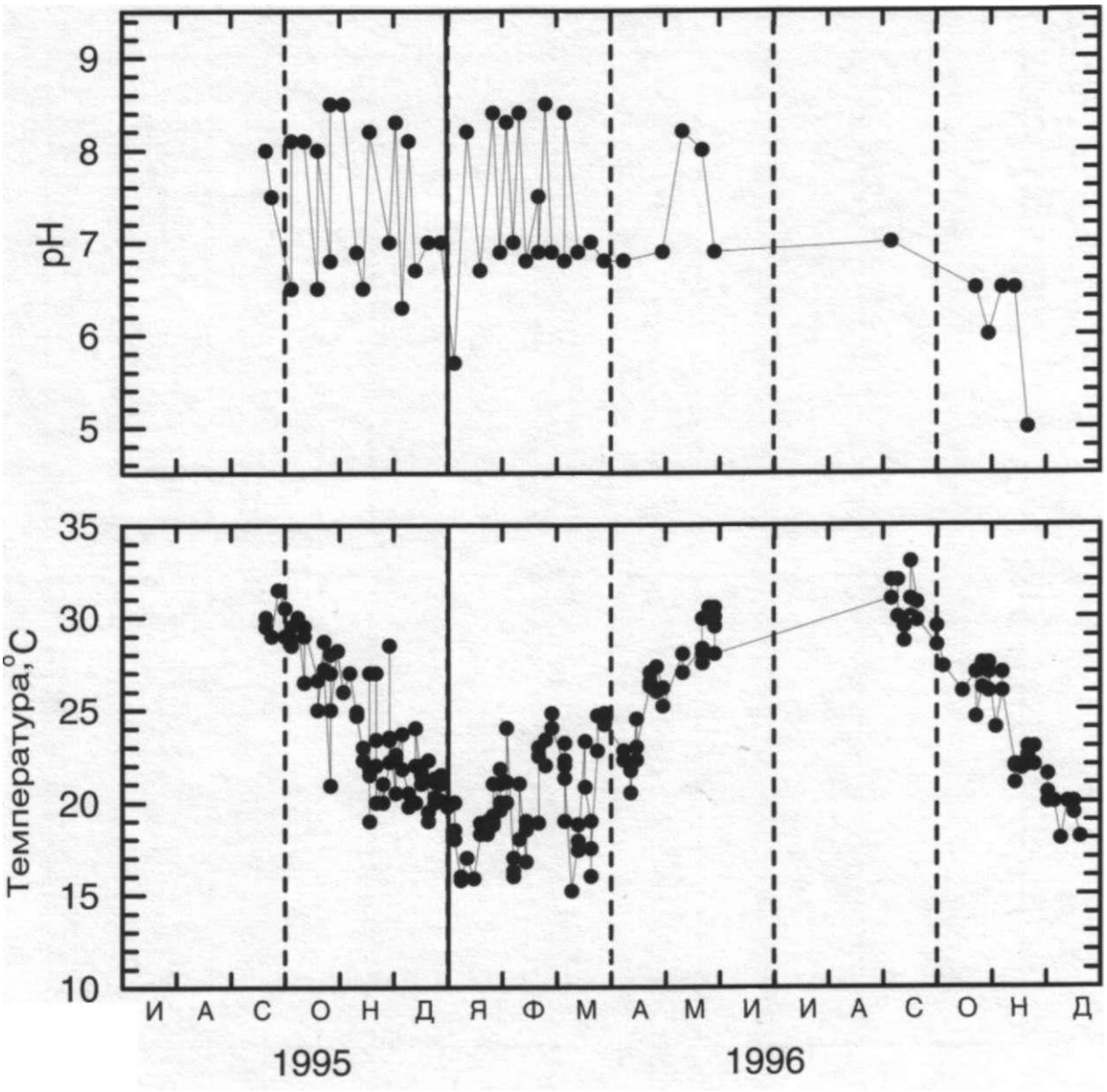


Рис. HYD-A-5. Данные школы-участницы программы GLOBE в штате Вашингтон, США

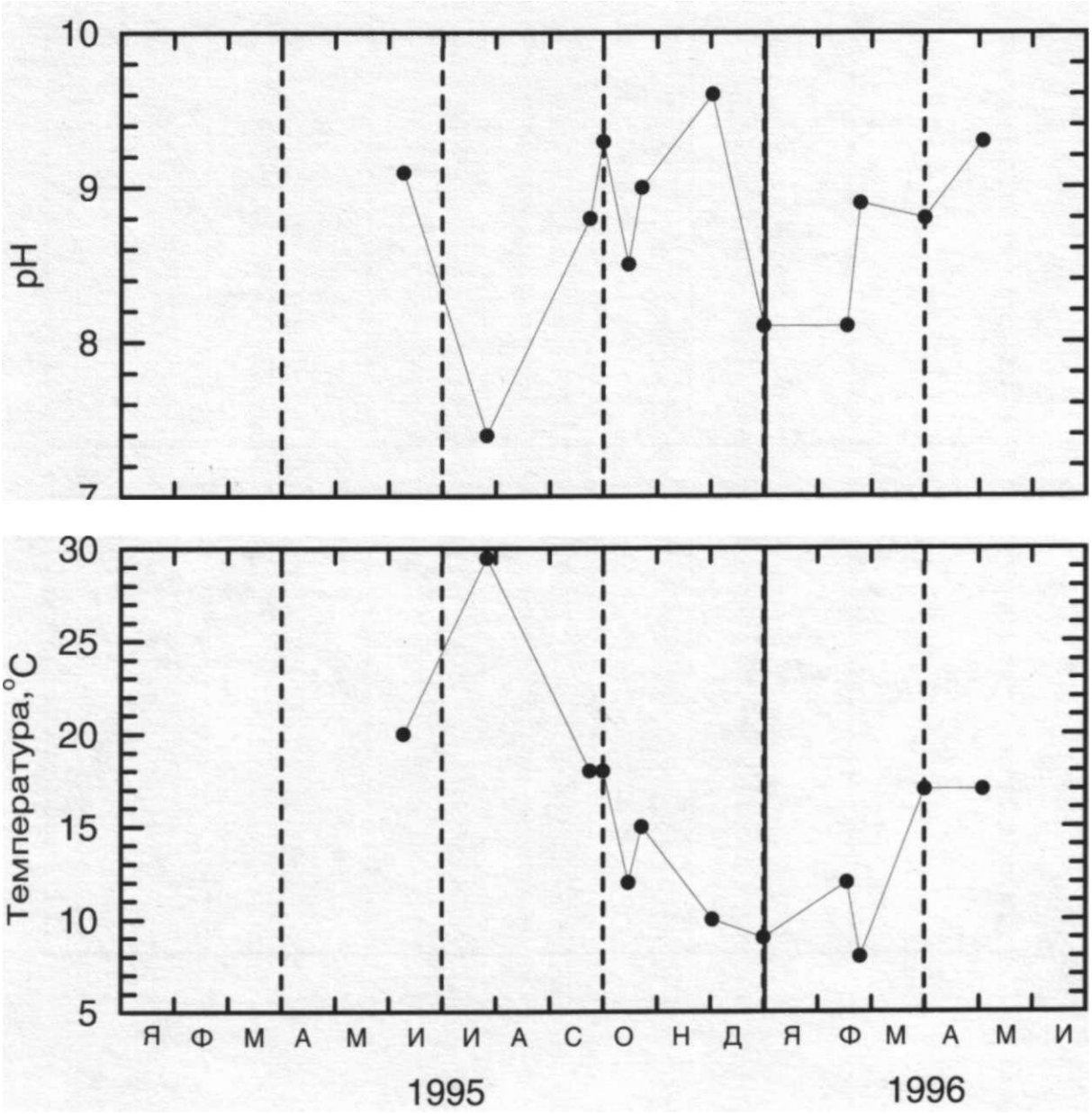


Рис. HYD-A-7. Данные школы-участницы программы GLOBE в штате Нью-Джерси, США

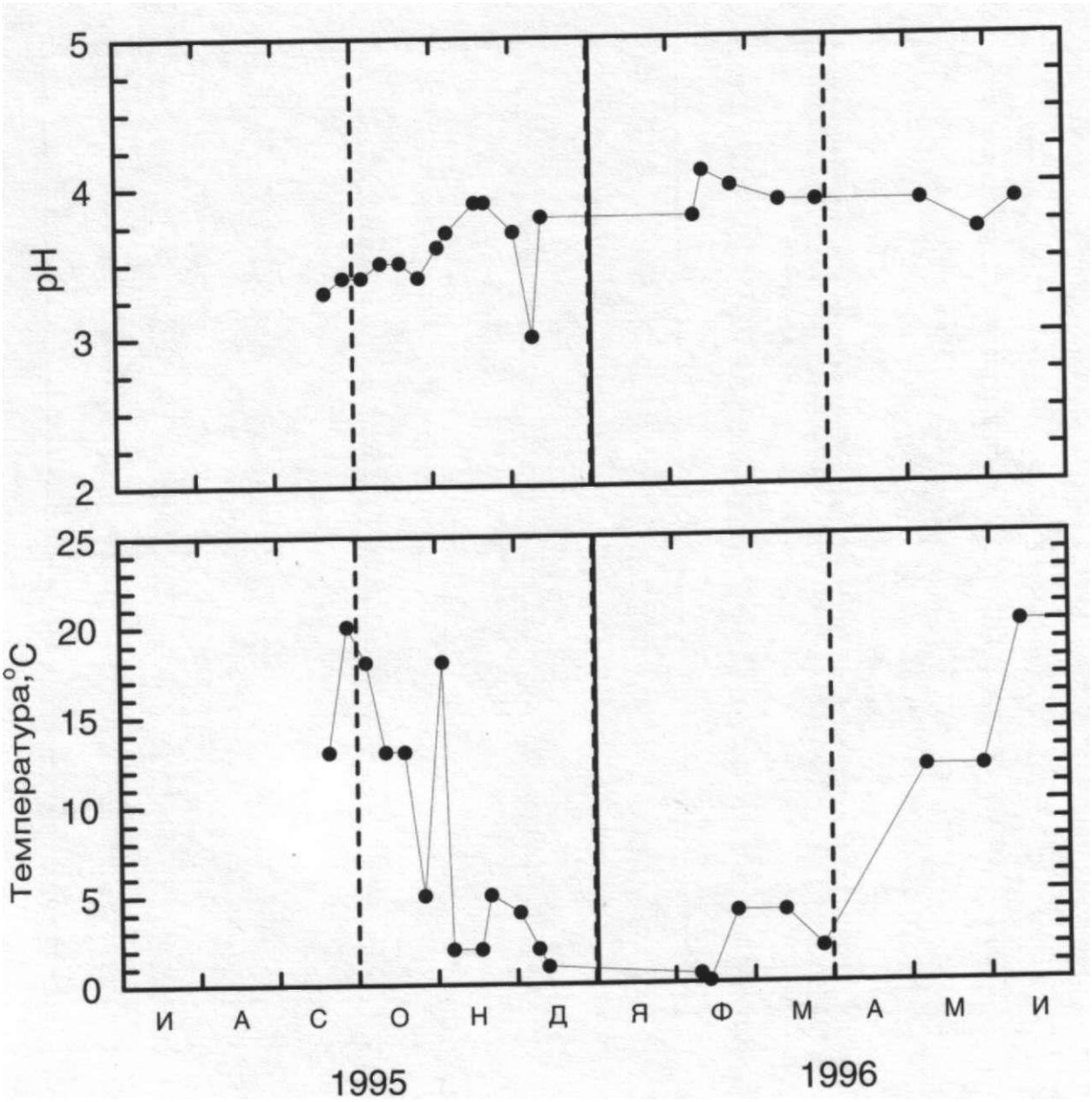


Рис. HYD-A-8. Данные школы-участницы программы GLOBE в Японии

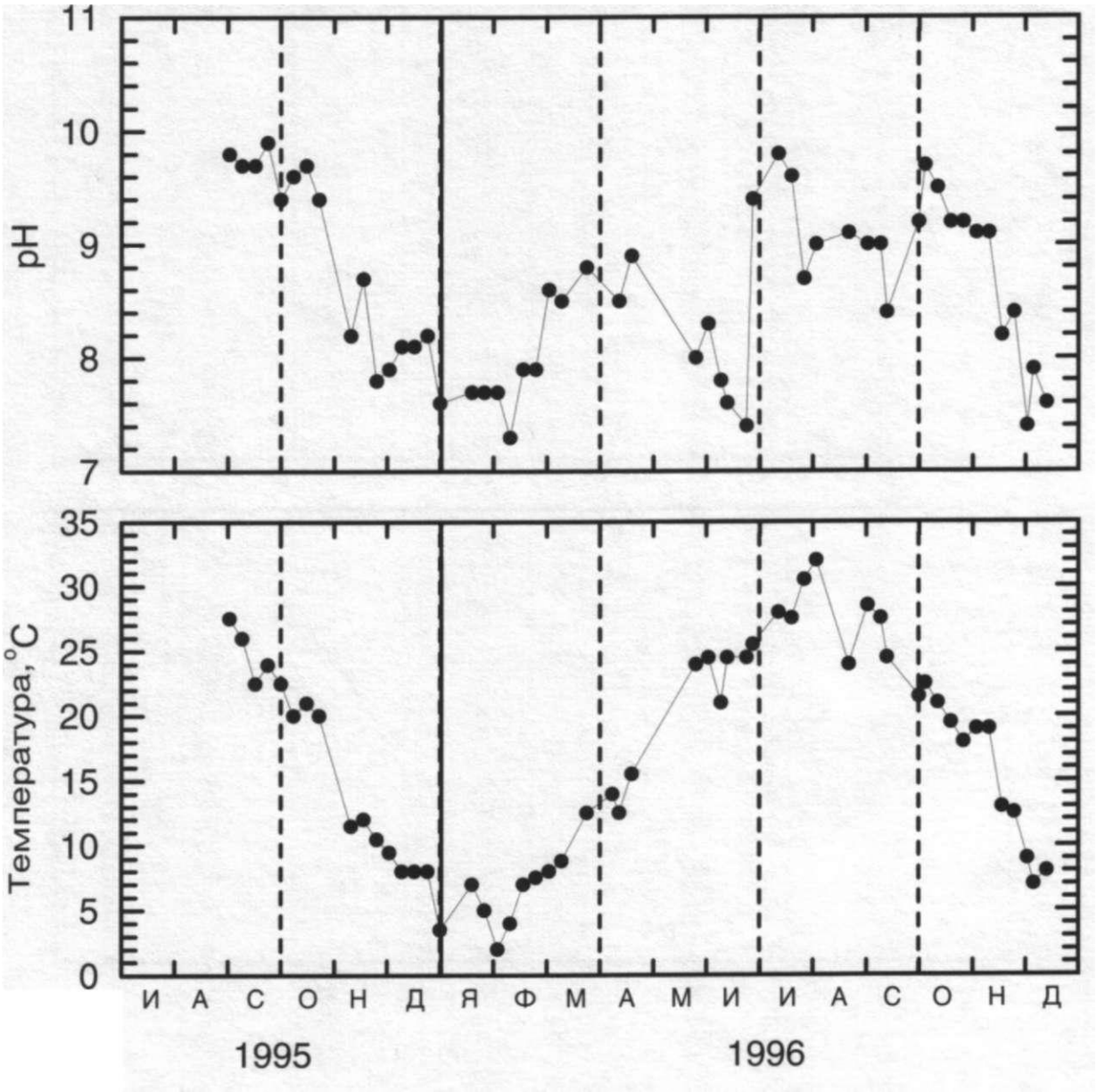


Рис. HYD-A-9. Данные школы-участницы программы GLOBE на Среднем Западе США

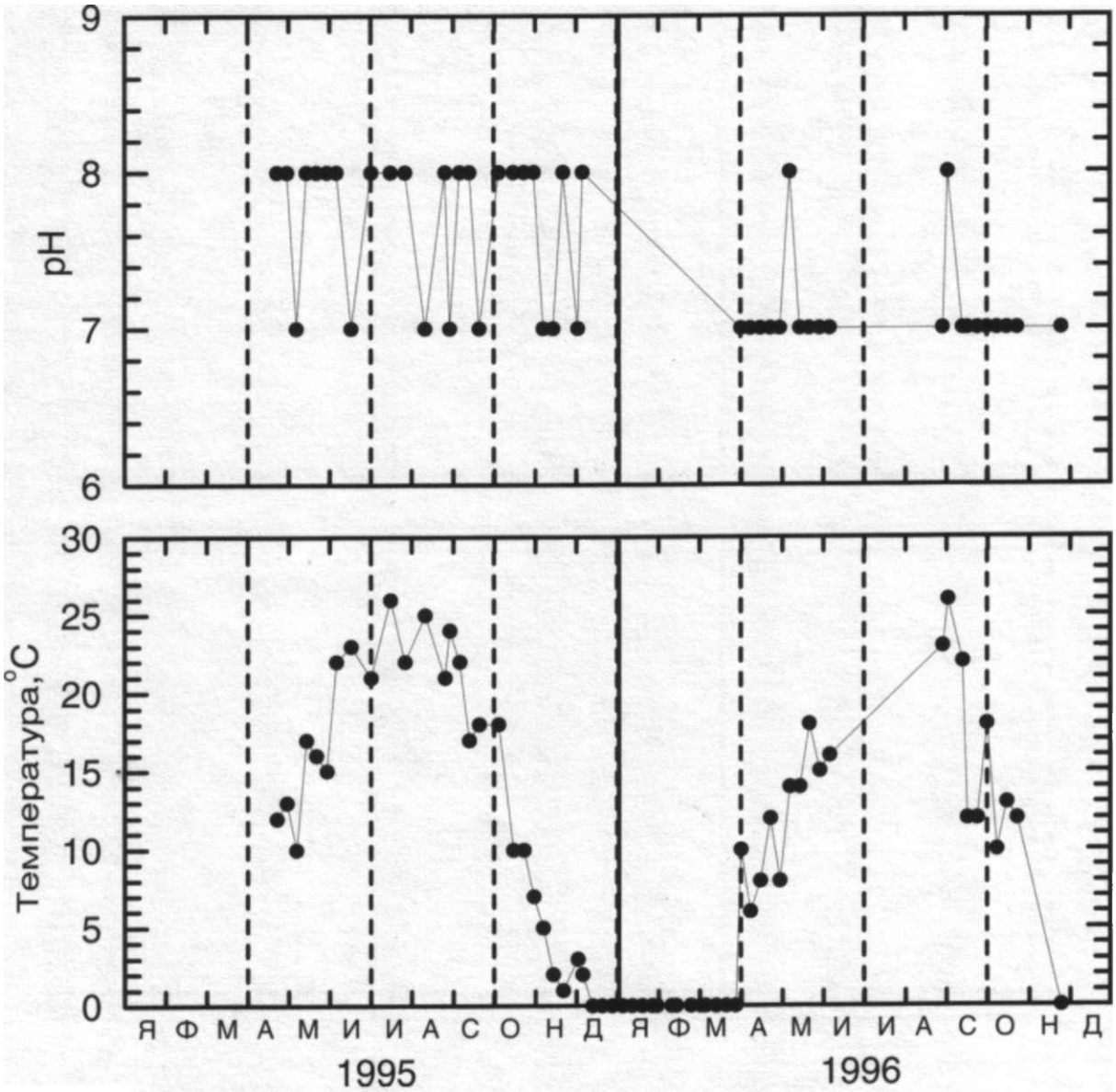


Рис. HYD-A-10. Данные школы-участницы программы GLOBE в Калифорнии, США

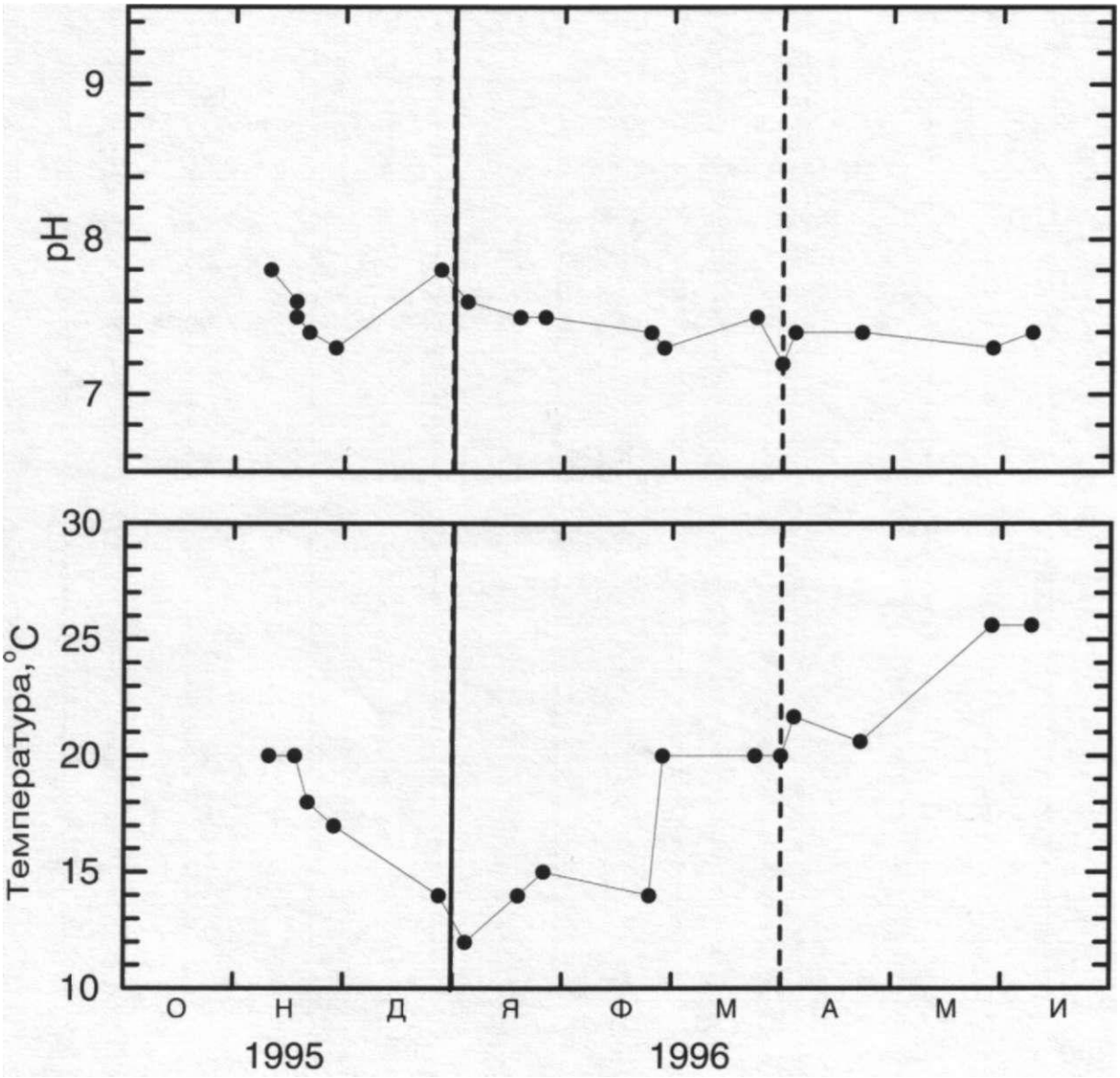


Рис. HYD-A-11. Данные школ-участниц программы GLOBE: щелочность воды (за сентябрь—декабрь 1996 г.)

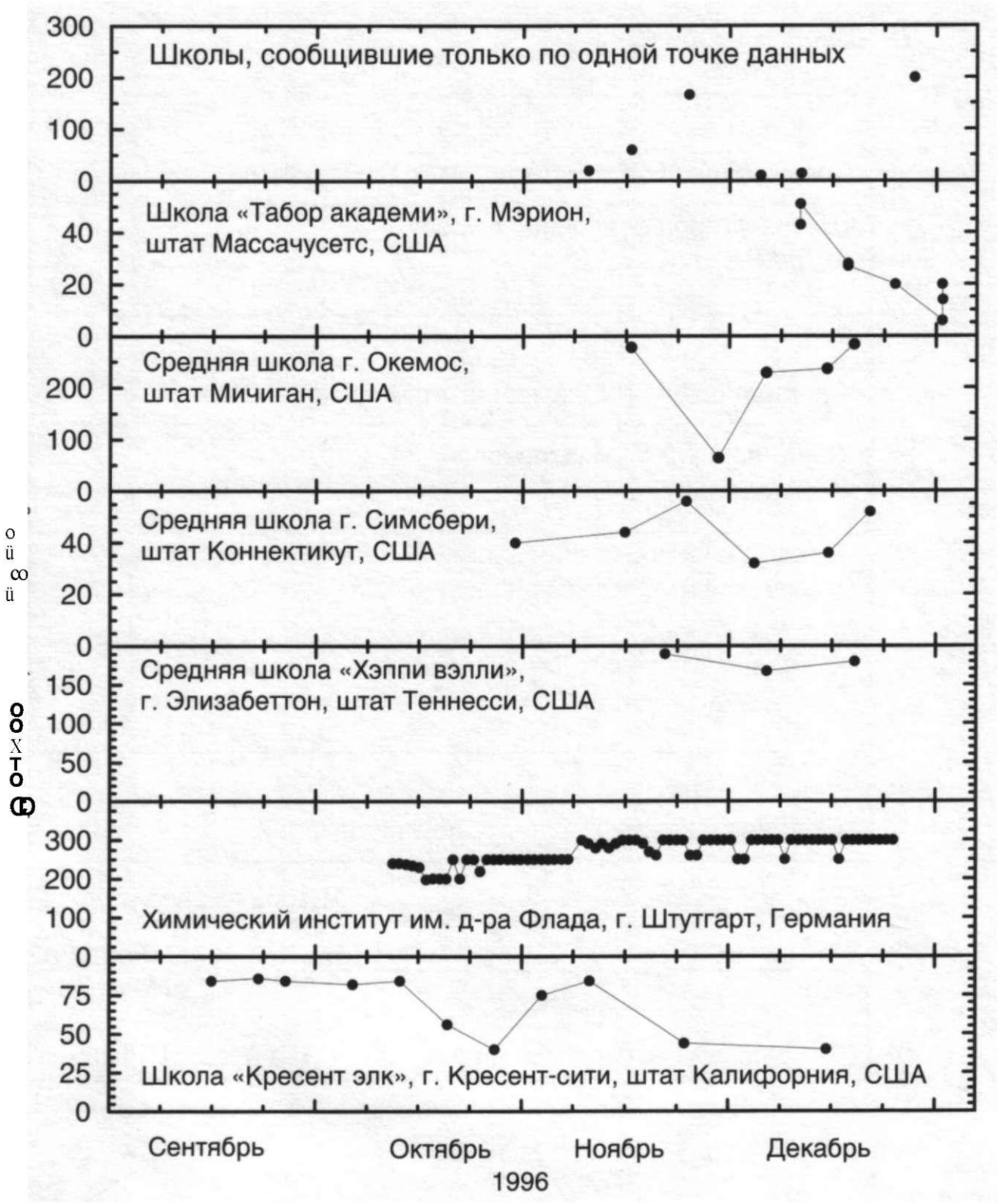


Рис. HYD-A-12. Данные школ-участниц программы GLOBE: электропроводность воды (за сентябрь—декабрь 1996 г.)

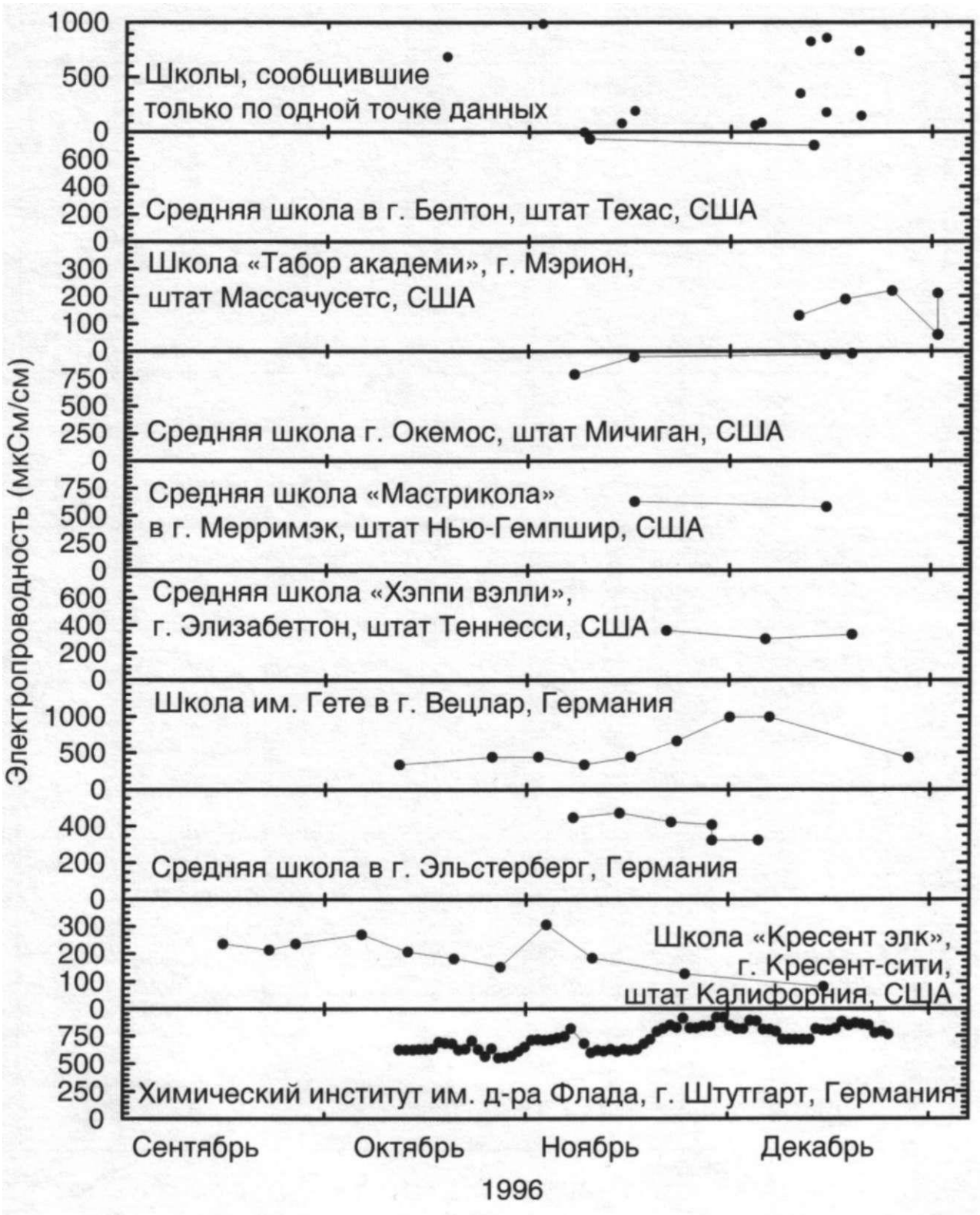
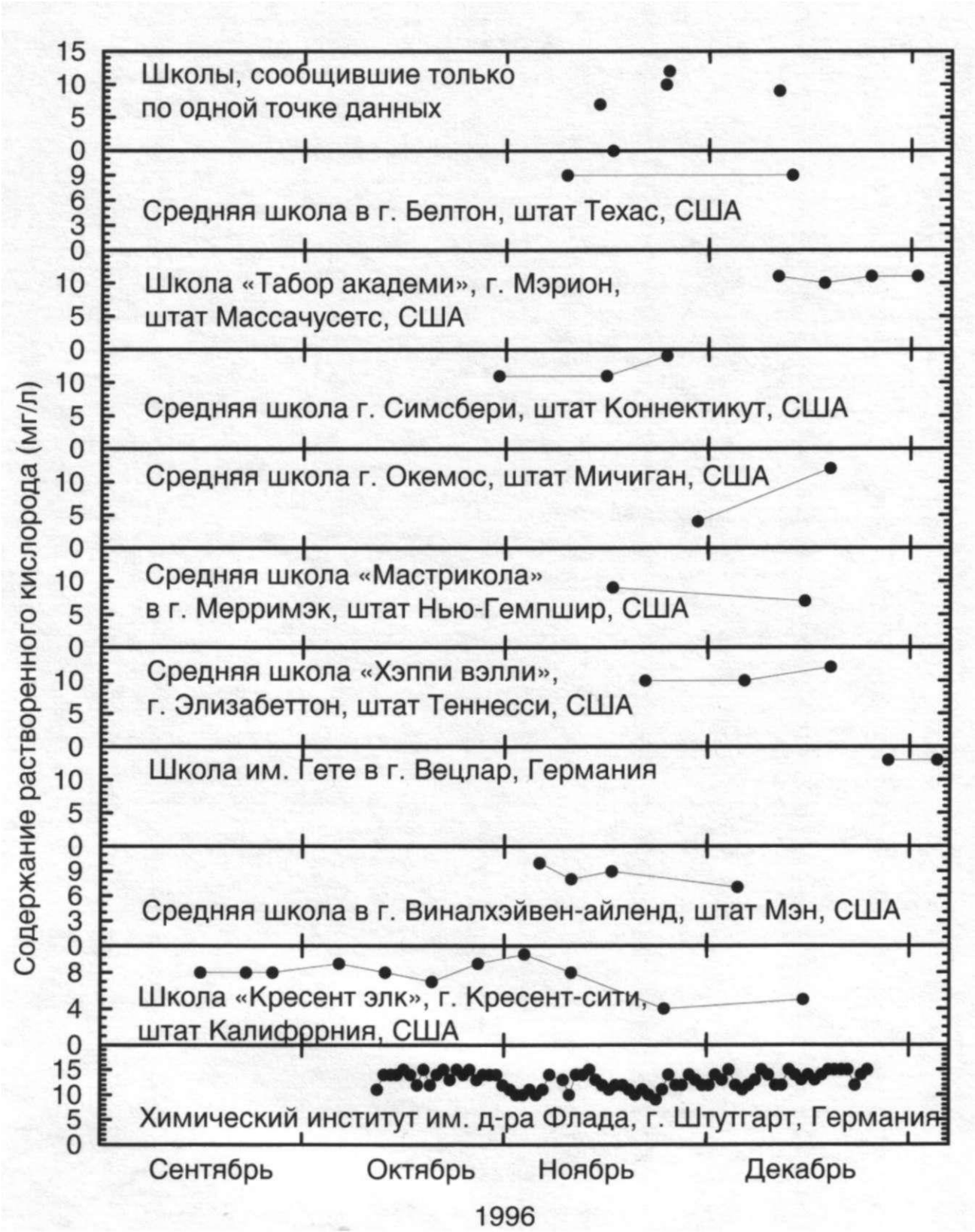
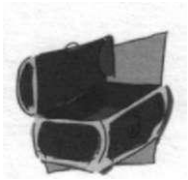


Рис. HYD-A-13. Данные школ-участниц программы GLOBE: содержание растворенного в воде кислорода (за сентябрь—декабрь 1996 г.)



Глоссарий



in situ

Находящийся в первоначальном, естественном месте расположения (латинское выражение).

Аэрозоли

Частицы жидких или твердых веществ, распыленные или взвешенные в воздухе.

Буферный раствор

Раствор, показатель pH которого не изменяется при добавлении в него гидроокиси (OH) или ионов водорода (H+) (протонов). Стабильность известного значения показателя pH таких растворов делает их пригодными для калибровки устройств, измеряющих pH.

Взвеси (суспензии)

Смеси, в которых микроскопические частицы твердых веществ остаются во взвешенном состоянии (не растворяются).

Взвешенные твердые вещества

Частицы твердых веществ в жидкости или газе, которые не растворяются и не осаждаются.

Водосборный бассейн

1. Территория, ограниченная линией водораздела, по разные стороны которой сток поверхностных и грунтовых вод направляется в разные реки, в разные водоемы или в разные океаны.

2. Часто употребляемый термин, применяемый по отношению к территории, на которой сток поверхностных и грунтовых вод направляется в одну определенную реку или в один определенный ручей.

Водяной, водный

Содержащий воду или содержащийся или обитающий в воде.

Водяные пары

Вода в газообразном состоянии.

Восстановление

Химический термин, означающий преобразование вещества, сопровождающееся переходом из более окисленного в менее окисленное состояние (т. е. процесс захвата электронов веществом).

Восстановление нитратов

Процесс преобразования нитратов в аммиак. Промежуточным продуктом восстановления нитратов могут быть нитриты.

Гидрологический цикл

Последовательность этапов, в ходе которой вода выпадает из атмосферы на землю и возвращается в атмосферу (круговорот воды в природе). К числу таких этапов относятся конденсация водяных паров с образованием облаков, выпадение осадков, накопление воды в почве или в водоемах и повторное испарение воды.

Гипотеза

Предположительное утверждение, сформулированное с целью проверить логические или эмпирические последствия наблюдаемых явлений.

Донный

Термин, применяемый в отношении животных или растений, обитающих на дне водоема.

Естественные водные системы

Системы, как правило, состоящие из осадков и минералов и атмосферы, а также из водной фазы; эти системы почти всегда включают в себя часть биосферы.

Испарение(воды)

Преобразование жидкости в пар при температуре, превышающей точку кипения.

Калибровка

Процесс регулировки или проверки прибора в сравнении с показателем или стандартом известного значения с установлением какого-либо пропорционального или статистического взаимоотношения между показаниями прибора и этим значением.

Качество воды

Определенное свойство или определенная характеристика воды, описываемая ее физическими, химическими и биологическими параметрами.

Кислота

Любое вещество, привносящее атомы или ионы водорода (H+) (протоны) в другое вещество.

Кислотное вещество

Вещество, для которого значение показателя pH составляет менее 7.

Кислотность

1. Количество сильнодействующего основания (например, едкого натра), необходимое для титрования образца до уровня pH, составляющего примерно 10,3; этим параметром измеряется способность воды к нейтрализации под воздействием основания.

2. Наличие свойств кислоты (общеупотре¬бительное значение).

Кислотный дождь

Дождь, для которого значение показателя pH составляет менее 6.

Колориметрический метод

Множество процедур, позволяющих измерять содержание растворенных веществ на основе определения цвета раствора. При этом допускается, что интенсивность окраски раствора пропорциональна концентрации в нем исследуемого растворенного вещества.

Количество частей на миллион

Единицы измерения концентрации растворенного вещества. (В рамках прог¬раммы G L O B E в расчетах применяется также эквивалентная единицы — количество миллиграммов на литр.)

Количество частей на тысячу

Единицы измерения концентрации растворенного вещества. (В рамках программы G L O B E в расчетах применяется также эквивалентная единицы — количество граммов на литр.)

Логарифмическая шкала

Шкала, в которой каждая следующая единица в десять раз больше или меньше предыдущей.

Микросименс на сантиметр (мкСм/см)

Метрическая единица измерения электро¬проводности (электрической проводимости).

Молекула

Наименьшая элементарная единица химического вещества (как правило, группа атомов), которая может принимать участие в химической реакции.

Моль на литр

Единица измерения концентрации вещества в растворе.

Мутность

Отсутствие или уменьшение прозрачности, вызванное взмучиванием осадка.

Надежность данных

Степень соответствия между результатами нескольких повторных анализов образца (см. «Точность данных»).

Насыщенный раствор

Раствор, содержащий максимальное возможное количество растворенных веществ при данной температуре и при данном давлении.

Нейтральные воды

Системы, состоящие как правило из осадочных пород/минералов и атмосферы, а также водной фазы; они практически всегда включают часть биосферы.

Нейтральный

Характеризуется величиной pH = 7.

Нитратный азот (азот нитратов)

Концентрация нитратов (N03 -), которая часто выражается как отношение массы азота к объему воды.

Нитраты

Соли азотной кислоты (НЖ)$_3$). Нитраты часто отличаются высокой растворимостью и могут быть восстановлены с образованием нитритов или аммиака.

Нитритный азот (азот нитритов)

Концентрация нитритов (N0,"), которая часто выражается как отношение массы азота к объему воды.

Нитриты

Соли азотистой кислоты (ГОТО^. Нитриты часто отличаются высокой растворимостью и могут быть получены из нитратов посредством окисления нитратов или восстановлены с получением аммиака.

Обогащение

Повышение продуктивности воды (например, посредством добавления в нее питательных веществ).

Общее содержание растворенных твердых веществ (сухой остаток)

Общая масса твердых веществ, остающаяся после выпаривания данного объема отфильтрованной воды до полного осушения этой массы в соответствии с установленной стандартной процедурой.

Осадки

1. Продукты конденсации водяных паров в атмосфере, выпадающие на поверхность земли (например, в виде дождя, снега или града).

2. Выделение твердой фазы раствора в связи с физическим или химическим изменением свойств раствора (например, после добавления реактива в раствор или охлаждения раствора).

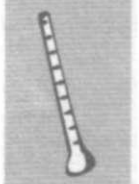
Основание

Любое вещество, в которое другим ве¬ществом могут быть привнесены ионы водорода (H+) (протоны).

Пониженная кислотность воды

Состояние воды, отличающееся очень низким содержанием растворенного кислорода, при котором происходит денитрификация (преобразование нитратов в аммиак).

Плотность



Соотношение массы вещества и его объема.

Показатель кислотности (pH)

Отрицательный логарифм концентрации ионов водорода (H+) (протонов) в воде, выраженной в молях.

Приливы и отливы

Периодические повышения и понижения уровня воды на берегу океана и в океанских заливах, вызванные притяжением Луны и Солнца. Приливы и отливы происходят примерно каждые 12 часов.

Продуктивность

Количество образующихся органических веществ, усредненное за определенный период времени, например, за сутки или за год.

Прозрачность

Способность вещества к пропусканию лучей света, позволяющая наблюдателю отчетливо видеть предметы, отделенные от наблюдателя слоем этого вещества.

Протон

Положительно заряженная элементарная частица, содержащаяся в ядре атома, или положительно заряженный атом (ион) водорода (H+).

Проточный, обитающий в проточной воде

Термины, применяемые в отношении водоемов с движущейся водой или к организмам, обитающим в таких водоемах (ручьях или реках).

Раствор

Однородная смесь, содержащая два вещества или несколько веществ.

Растворенные твердые вещества

Частицы твердых веществ (например, солей), становящиеся частью жидкости после их погружения в жидкость или их рассеяния в жидкости.

Растворимость

Относительная способность вещества к растворению.

Растворитель

Вещество, растворяющее другое вещество с образованием раствора.

Растворимое вещество

Вещество, растворяющееся в другом веществе с образованием раствора.

Реактив

Вещество, используемое с целью получения реакции, в частности, с целью выявления наличия другого вещества.

Содержание растворенного кислорода

Масса молекулярного кислорода, растворенного в данном объеме воды. Растворимость кислорода нелинейно зависит от температуры; в холодной воде может быть растворено больше кислорода, чем в горячей. Растворимость кислорода в воде зависит также от давления и солености; повышение солености воды приводит к снижению растворимости кислорода в воде.

Содержание хлора, выраженное как количество частей на миллион

По весу, количество хлора, равное количеству миллиграммов хлора на литр, допуская, что один литр воды весит один килограмм.

Соленая вода

Вода, содержащая соль или различные соли.

Соленость

Показатель концентрации растворенных солей, в основном хлорида натрия, в солоноватой или соленой воде.

Соли

Соединения, повышающие концентрацию в водном растворе положительно заряженных ионов (за исключением H+) или отрицательно заряженных ионов (за исключением OH^-). Наиболее распространенная соль — хлорид натрия («поваренная соль»).

Солоноватая вода

Вода, содержащая растворенные соли в концентрации, не достигающей концентрации солей в морской воде, но превышающей концентрацию солей в пресной воде. Концентрация растворенных в солоноватой воде солей составляет, как правило, от 1000 до 10000 частей на миллион.

Стандарт

Явление или вещество, отличающееся известным значением, которое можно использовать для сравнения в процессе калибровки (например, стандартный раствор, т. е. раствор с известной концентрацией определенного вещества); любой опорный (справочный) уровень или образец.

Стандартизация

Приведение в соответствие со стандартом.

Сток

Часть накапливающихся на поверхности земли осадков, стекающая в виде ручьев или рек.

Стоячий, обитающий в стоячей воде

Термины, относящиеся к неподвижной воде или к организмам, обитающим в водоемах с неподвижной водой (озерах, прудах, болотах).

Титрование

Процесс определения количества данного составного вещества посредством добавления жидкого реактива с известной степенью химической активности, позволяющий измерять объем реактива, необходимый для преобразования исследуемого составного вещества в ходе известной реакции.

Титрующее вещество

Реактив, добавляемый в процессе титрования.

Топография

Поверхностный рельеф территории.

Точность значения

Степень соответствия измеренного значения фактическому значению (см. «Надежность значения»).

Удельный вес

Отношение плотности вещества к плотности воды (при температуре 25°C и давлении, равном 1 атмосфере).

Фоновая концентрация

Уровень содержания химических веществ в воде, привнесенных в воду естественными процессами, а не в результате человеческой деятельности.

Фотосинтез

Процесс преобразования энергии солнечного света живыми организмами, в особенности зелеными растениями, синтезирующими углеводы на основе двуокиси углерода и воды.

Хлорированность (содержание хлора)

Концентрация хлора в растворе.

Щелочность

Количество сильнодействующей кислоты (например, соляной кислоты), необходимое для титрования образца до уровня pH, составляющего примерно 4,5. Этим показателем измеряется способность воды к нейтрализации под воздействием кислоты. Щелочность часто выражается как концентрация ионов $CaCO_3$ в количестве частей на миллион.

Щелочь

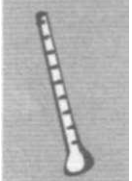
Вещество, для которого значение показателя pH составляет более 7.

Эвтрофикация

Достижение высокого уровня продуктивности воды, часто связанное с увеличением поступления питательных веществ в воду.

Электропроводность (электрическая проводимость)

Способность водяного раствора к пропусканию электрического тока. Электропроводность зависит от концентрации растворенных солей (ионов), от типа этих ионов и от температуры раствора. Как правило, электропроводность растворов измеряется в микросименсах на сантиметр (мкСм/см).



Гидрологические исследования

Лист ввода данных об участке гидрологических исследований

Наименование школы

Время выполнения измерений:

Год: ☐ Месяц: выбрать День ☐ Час: ☐ Всемирное время

Текущее время: 18 июня 1997 г., 20 ч. по всемирному времени

Наименование ☐

Введите уникальное наименование, описывающее расположение вашего участка.
Пожалуйста, введите максимальное возможное количество следующей информации.
Когда вы получите дополнительную информацию, нажмите щелчком мыши на кнопку ввода и воспользуйтесь функцией редактирования информации об участке исследований (Edit a Study Site).

Источник данных: ○ **GPS** ○ **Другой источник**

Широта: ☐ град ☐ мин. ○ сев. ш. ○ южн. ш.
(введите данные в формате «56 град. 12,84 мин.» и отметьте, какая широта имеется в виду — северная или южная, т. е. к северу от экватора или к югу от экватора)

Долгота: ☐ град ☐ мин. ○ вос. д. ○ зап. д.
(введите данные в формате «102 град. 43,90 мин.» и отметьте, какая долгота имеется в виду — восточная или западная, т. е. к востоку от нулевого меридиана или к западу от него)

Высота ☐ метров
(над уровнем моря)

Классификация исследуемого водоема

Тип воды: ○ сол. ○ пресная

Проточная вода: ○ ручей ○ река ○ прочее
Примерная ширина проточной воды ☐ метров

Стоячая вода ○ пруд ○ озеро ○ резервуар ○ прочее

Размеры водоема со стоячей водой: ○ гораздо меньше, чем 50 x 100 м (размеры футб. поля) ○ примерно 50 x 100 м (разм. футб. поля) ○ гораздо больше, чем 50 x 100 м (размеры футб. поля)

Если размеры известны: примерная площадь стоячей воды ☐ кв. км средняя глубина стоячей воды ☐ метров

Место отбора образцов: ○ сток ○ берег ○ мост ○ лодка ○ исток

Мутность воды: ○ прозрач ○ мутная ○ неизвестна

Можете ли вы видеть дно? ○ Да ○ Нет

Береговой материал: ○ почва ○ камень ○ бетон ○ растительность

Основная порода: ○ гранит ○ известняк ○ вулк. породы ○ смеш. осадочные пор. ○ неизвестна

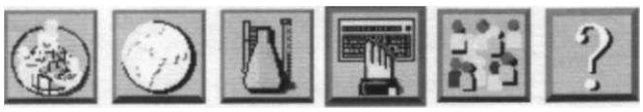
Набор для определения содержания растворенного кислорода
Изготовитель: ОЬаМоНе О **Hach** О **Другой**

Наименование модели:

Набор для определения щелочности
Изготовитель: LaMotte Hach Другой
Наименование модели:
Коэфф. преобразования:

Набор для определения содержания нитратов
Изготовитель: LaMotte Hach Другой
Наименование модели:

Набор для титрования солености
Изготовитель: LaMotte Hach Другой
Наименование модели:



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder,Colorado

Гидрологические исследования

Лист ввода данных о поверхностных водах

Идентификационный номер группы подготовки в США

Время выполнения измерений:

Год: [ ] **Месяц:** [выбрать] **День:** [ ] **Час:** [ ] **всемирного времени**

Текущее время: 13 июля 1997 г., 16 ч. по всемирному времени

Расположение участка исследований: [01 Ручей к югу от школы]

Источник воды: нормальное состояние!

ПРОЗРАЧНОСТЬ

Плотность облачного покрова: ○ ясно ○ р. рассеян, облака ○ р.разорв. облака ○ р. сплошной покров

Введите требуемые ниже данные в зависимости от того, какой метод определения прозрачности воды применялся — с помощью диска Секки или с помощью трубки для замера мутности воды.

Первый тест с помощью диска Секки

Глубина, на которой диск исчезает (м): [ ] Глуб., на которой диск становится заметен [ ] (м)

Расстояние между меткой наблюдателя на веревке и поверхностью воды: [ ] метров

Второй тест с помощью диска Секки

Глубина, на которой диск исчезает (м): [ ] Глуб., на которой диск становится заметен [ ] (м)

Расстояние между меткой наблюдателя на веревке и поверхностью воды: [ ] метров

Третий тест с помощью диска Секки

Глубина, на которой диск исчезает (м): [ ] Глуб., на которой диск становится заметен [ ] (м)

Расстояние между меткой наблюдателя на веревке и поверхностью воды: [ ] метров

Тест с помощью трубки для замера мутности воды:

Примечание. Если изображение на дне трубки перестает быть заметным перед максимальным заполнением трубки водой, введите измеренную высоту столба воды; если изображение на дне трубки не перестает быть заметным перед максимальным заполнением трубки водой, введите длину трубки.

Тест 1 (см): [ ] Заметно ли изображение при максимальном заполнении трубки? ☐

Тест 2 (см): [ ] Заметно ли изображение при максимальном заполнении трубки? ☐

Тест 3 (см): [ ] Заметно ли изображение при максимальном заполнении трубки? ☐

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ

Температура воды: [ ] градусов по шкале Цельсия

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА

Среднее содержание растворенного кислорода в образце воды: [ ] мг/л (эквивалент количества частей на миллион)

КИСЛОТНОСТЬ (pH) ВОДЫ

Среднее значение pH: [ ] **метод измерения:** [выбрать]

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

Средняя электропроводность образца воды: [ ] микросименсов на см

СОЛЕНОСТЬ

Пункт регистрации приливов и отливов:

Наименование участка: [ ]

Широта: [ ] град. [ ] мин. ○ сев. шир. ○ южн. шир.

(введите данные в формате «56 град. 12,84 мин.» и отметьте, какая широта имеется в виду — северная или южная, т. е. к северу или к югу от экватора)

Время наступления прилива или отлива перед выполнением измерений (по всемирному времени):
Часов: [ ] Минут: [ ] Прилив Отлив

Время наступления прилива или отлива после выполнения измерений (по всемирному времени):
Часов: [ ] Минут: [ ] Прилив Отлив

Введите требуемые ниже данные в зависимости от метода измерения солености (измерения денсиметром или титрования).

Метод измерения с помощью денсиметра

Температура образца воды в сосуде вместимостью 500 мл (°C): [ ]

Удельный вес образца воды: [ ]

Соленость образца воды: [ ] (частей на тысячу)

: [ ] й на тысячу)

Метод титрования солености:

Соленость образца воды: [ ] (частей на тысячу)

ЩЕЛОЧНОСТЬ

Средняя щелочность образца воды: [ ] мг/л $CaCO_3$

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ

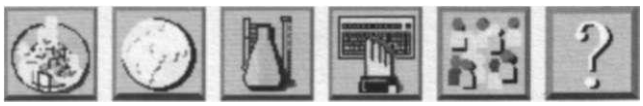
Среднее содержание нитратов и нитритов в образце воды: [ ] мг/л нитритного и нитратного азота

Среднее содержание нитритов в образце воды: [ ] мг/л нитритного азота

Примечания:

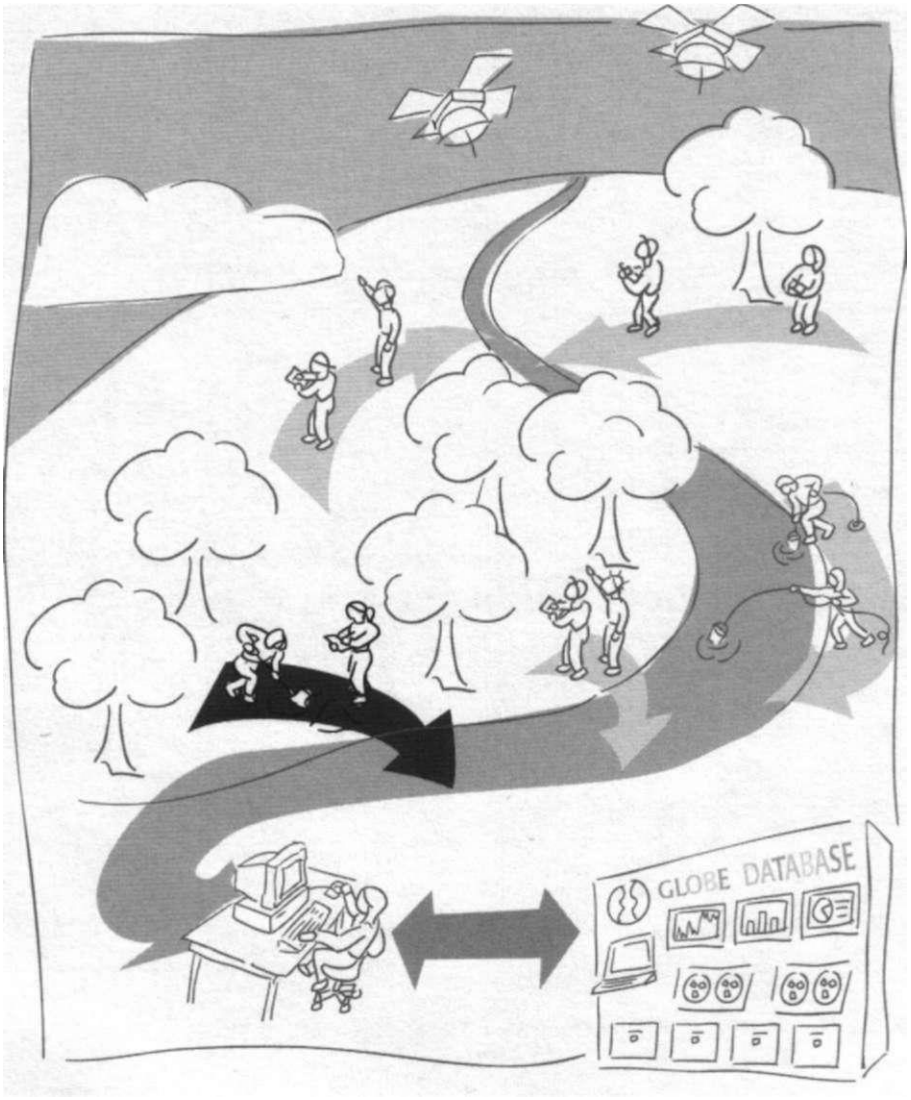
[ ]

Ввод этих данных требуется с июня 1997 г. Справочная информация.



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

Исследование почвы



Программа GLOBE ™

Учебное исследование

Исследование почвы: краткий обзор

Практические работы

Измерения, проводящиеся один раз на двух или большем числе пробных участков для характеристики почв:

- верхняя и нижняя граница каждого почвенного горизонта;
- структура, цвет, консистенция, текстура;
- объемная плотность, механический состав, pH и плодородие (N, P, K) образцов почвы, взятых из каждого горизонта;
- инфильтрация почвы;
- уклон поверхности (в градусах).

Измерения, проводящиеся на участке для исследования влажности почвы:

- влажность почвы, 12 раз в год;
- температура почвы, еженедельно;
- колебания температуры почвы в течение дня, посезонно;
- инфильтрация почвы, посезонно.

Предлагаемая последовательность проведения занятий:

Прочитайте раздел *«Исследование почвы: приветствие».*

Скопируйте и раздайте учащимся письма ученых и беседы с ними.

Прочитайте раздел *«Практическиеработы»* для того, чтобы получить представление, что и как будет измеряться.

Прочитайте раздел *«Краткий обзор учебных занятий»* (в начале раздела *«Учебные занятия»).*

Перед началом практических работ выполните первые четыре задания.

Скопируйте листы данных из *«Приложения».*

Выполните *«практическую работу по характеристике почвы».*

Выполните *«практическую работу по измерению влажности почвы».*

Посетите страницу программы GLOBE на сети Web и просмотрите порядок представления на ней данных о почвах.

Представьте данные на сервер базы данных, полученных учащимися-участниками программы GLOBE.

Проведите оставшиеся учебные занятия.

Особое примечание

При выкапывании почвенного разреза вам может потребоваться помощь.

Содержание

Исследование *почвы: приветствие*

Письма ученых учащимся Приветствие-5

Познакомьтесь: д-р Элисса Левайн и д-р Джим Уошберн Приветствие-7

Введение

Крупным планом Введение-1

Обзор измерений Введение-9

Подготовка к полевым работам Введение-13

Цели обучения Введение-14

Оценка успехов учащихся Введение-14

Практические работы

Часть первая: порядок проведения характеристики почвы ..... Практические работы-2

Полевые измерения для характеристики почвы . . . Практические работы-4

Лабораторный анализ для характеристики почвы ..... Практические работы-16

Часть вторая: измерения влажности и температуры почвы ..... Практические работы-25

Гравиметрический анализ влажности почвы . . . . . Практические работы-28

Анализ влажности почвы с помощью гипсовых блоков (дополнительная работа) ..... Практические работы-32

Измерение инфильтрации ..... Практические работы-37

Измерение температуры почвы ..... Практические работы-41

Учебные занятия

Проходя насквозь (для начального уровня подготовки) ..... Учебные занятия-2

Проходя насквозь ..... Учебные занятия-8

От куличиков до кирпичей ..... Учебные занятия-14

Почва нашего двора ..... Учебные занятия-17

Копаемся в земле: почвы в полевых условиях ..... Учебные занятия-20

Почва как губка: сколько воды почва удерживает? ..... Учебные занятия-23

Разложение органических веществ ..... Учебные занятия-28

Измерение механического состава почвы: что это такое? ..... Учебные занятия-31

Игра с данными ..... Учебные занятия-40

Приложение

Рабочий лист ввода данных для характеристики почвы Приложение-2

Рабочий лист ввода данных объемной плотности (методы разреза и проб вблизи поверхности) Приложение-3

Рабочий лист ввода данных объемной плотности почвы (метод бурения) Приложение-4

Рабочий лист ввода данных механического состава почвы Приложение-5

Рабочий лист ввода данных кислотности (pH) почвы Приложение-6

Рабочий лист ввода данных плодородия почвы Приложение-7

Рабочий лист ввода данных участка для исследования влажности почвы Приложение-8

Рабочий лист ввода данных влажности почвы («схема звезды») Приложение-10

Рабочий лист ввода данных влажности почвы (транссект) Приложение-11

Рабочий лист ввода ежедневных данных гипсовых блоков Приложение-12

Рабочий лист ввода данных ежегодной калибровки гипсовых блоков Приложение-13

Рабочий лист ввода данных инфильтрации почвы Приложение-14

Рабочий лист ввода данных температуры почвы Приложение-15

Информационный лист данных характеристики почвы Приложение-16

Текстурный треугольник № 3 . . . . . Приложение-19

Глоссарий Приложение-20

Страницы ввода данных программы GLOBE в сети Web Приложение-22

Письма ученых учащимся

Скопируйте и раздайте учащимся

Это исследование состоит из двух взаимосвязанных частей. В разделе «Характеристика почвы» под руководством д-ра Элиссы Левайн исследуются свойства почв. В разделе «Влажность почвы» под руководством д-ра Джима У ошберна измеряется содержание воды в почве.

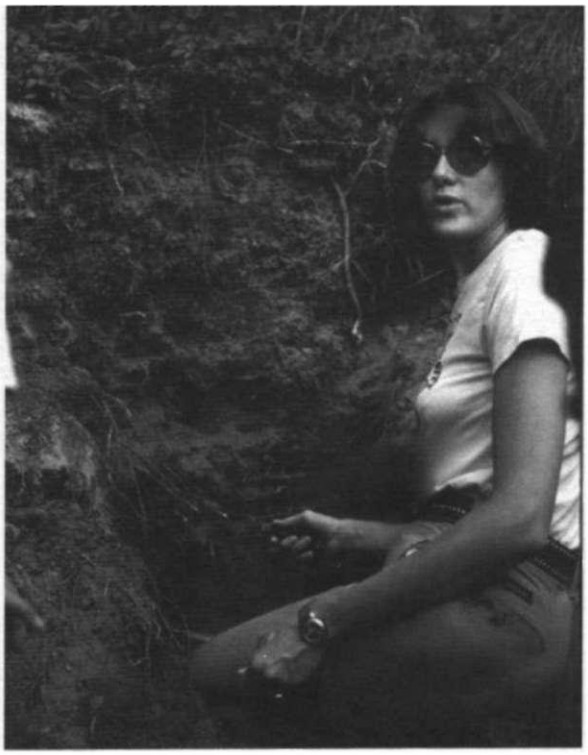
Здравствуйте!

Меня зовут Элисса Левайн. Я работаю почвоведом в Национальном управлении по аэронавтике и космическому пространству (НАСА). Я очень рад возможности работать с вами.

Меня часто спрашивают: «Зачем изучать почву? Ведь это же просто грязь!» Мне очень нравится отвечать на такие вопросы. Мы воспринимаем почвы как нечто само собой разумеющееся, однако это один из самых важных природных ресурсов. Почвы являются критически важной частью экосистемы. Почвы пропускают сквозь себя воду, энергию и тепло, и без них не существовало бы нашей еды и одежды. Мы ходим по почвам, играем на них, ездим по ним, строим на них наши дома, школы и другие здания.

Когда я еще была девочкой мне казались удивительными и цвет почвы, и ее ощущение, меня занимали камни, корни и существа, обитающие в ней. Когда я выросла, меня стали интересовать проблемы того, как накормить людей и как рациональнее использовать наши природные ресурсы. Именно поэтому я стала изучать почвы.

Что же делает почвовед в НАСА? Я работаю в Космическом центре им. Годдарда в штате Мэриленд. Спутники, которые мы запускаем на земную орбиту, несут датчики, которые посылают нам изображения Земли. Я помогаю объяснить то, что раскрывают нам эти изображения о строении поверхности Земли.



Работая совместно, мы сможем определить, как выглядит почва, которую вы будете изучать, почему она так выглядит, и как ее нужно исполь¬зовать для того, чтобы мы жили в здоровой окружающей среде. Вы будете проводить подроб¬ный анализ почвенных образцов на своих участках.

Ученые смогут использовать ваши данные для изучения различных почв по всей планете. Ваши данные помогут нам лучше интерпретировать те изображения, которые посылают нам спутники, лучше понимать, как взаимодействуют между собой природные системы Земли, и предсказывать, что может произойти с почвами в будущем.

Желаю вам удачи в ваших раскопках и исследованиях!

£emne

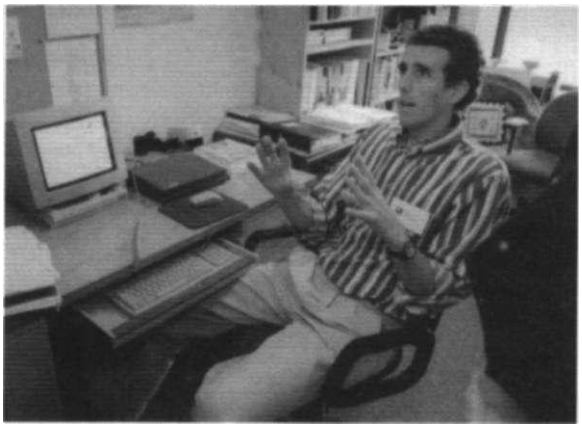
Д-р Элисса Левайн
НАСА, Космический центр им. Годдарда,
Гринбелт, штат Мэриленд, США

Скопируйте и раздайте учащимся

Дооогие **ЛОУЗЬЯ!**

Меня зовут Джим Уошберн. Я работаю исследователем-гидрологом в Университете штата Аризона, в городе Тусон. Гидрология - это наука о воде и о том, как вода перемещается в атмосфере, в почве и в горных породах. Я отвечаю за измерения влажности почвы по программе GLOBE.

Когда я был школьником, меня зачаровывали новые открытия ученых о движении континентов и о том, как расширятеся дно океана по сторонам от подводных океанских хребтов. Сейчас такой же живой интерес вызывает у меня иследование воды на нашей Земле. Ежедневно мы делаем новые открытия, но многие вопросы все еще остаются без ответа.



Ранее люди изучали Землю по частям, исследуя отдельно почвы, воду, воздух, растения или животных. Теперь мы лучше понимаем, насколько сложна Земля, и мы знаем, как важно изучать всю систему в ее целостности и взаимосвязь между ее частями.

В своих исследованиях я пытаюсь понять, как происходит круговорот воды в засушливых местностях мира. При этом я пытаюсь ответить на такие вопросы, как, например:

- Сколько воды остается в почве после дождя и как надолго?
- Как влияет деятельность людей на круговорот воды?
- Насколько аккуратны данные, получаемые со спутников, и как они могут использоваться в гидрологических моделях?

Для дистанционного измерения влажности почвы ученые используют сложные приборы и даже космические спутники. Однако, спутниковые данные могут дать необходимую нам ценную информацию только в сочетании с непосредственными, долгосрочными полевыми наблюдениями на местах. Поэтому мы нуждаемся в вашей помощи для прямых измерений почвенной влажности в полевых условиях. Путем наблюдений на ваших участках по программе GLOBE вы сможете ответить на вопросы ученых о том, что в действительности происходит на земле.

Все вы можете принять реальное участие в этом исследовании, проводя качественные наблюдения и задавая интересные вопросы. Я надеюсь на плодотворную работу совместно с вами. Желаю вам всего наилучшего - измеряйте, наблюдайте и старайтесь объяснить ваши данные.

Искренне ваш,

Jim WasHSurne

Д-р Джеймс Уошберн,
Кафедра гидрологии и водных ресурсов,
Университет штата Аризона, Тусон, шт. Аризона, США
Department of Hydrology and Water Resources
University of Arizona
Tucson, Arizona 85721-0011 U S A
тел.: (520) 621-9944, факс: (520) 621-1422
email: iwash@hwr.arizona.edu

Познакомьтесь: д-р Элисса Левайн и д-р Джим Уошберн

Д-р Левайн. Я работаю почвоведом в Космическом центре имени Годдарда НАСА в г. Гринбелт (штат Мэриленд). Работа, проводимая в Центре им. Годдарда, концентрируется на Земле и спутниках, находящихся на орбите Земли. Я интерпретирую изображения, получаемые со спутников, которые рассказывают нам об окружающей среде. Я занимаюсь также моделированием почв. Мы вводим всю информацию о почвах в компьютер. Затем мы вводим такие факторы, как тип растительности и климат, и выводим уравнения для того, чтобы описать, как вода перемещается через почву, или как почвы меняются со временем. Мы стараемся пред¬сказать, что произойдет в будущем.

Д-р Уошберн. Я работаю гидрологом в Университете штата Аризона. Гидрологи занимаются изучением воды. Я исследую перемещение воды из одних частей нашей планеты в другие. Программа GLOBE вписывается в мою работу с системой наблюдения Земли (EOS), которая является программой НАСА. Цель программы EOS - запуск на орбиту следующего поколения спутников для наблюдения за экологическими ресурсами для сбора данных о Земле. Как бы ни были хороши эти спутники, влажность почвы трудно измерять из космоса. Кроме того, надежные базы данных по региональной или глобальной влажности почвы для проверки данных спутников отсутствуют.

GLOBE. *Зачем изучать почву? Ведь это же просто грязь!*

Д-р Левайн. Мне очень нравится отвечать на такие вопросы. Почва - это один из самых важных природных ресурсов, существующих в природе. Все части экосистем критически зависят от почв. Почвы фильтруют воду и удаляют из нее загрязняющие вещества. Пища, которую мы едим, одежда, которую мы носим, многие строительные материалы - все это вырастает из почвы и зависит от почвенных условий. Сквозь почву проходят вода и тепло. В ней хранятся питательные вещества. Поскольку почва влияет на экосистему в целом, я называю ее «великим интегратором».

Д-р Уошберн. Влажность почвы, то есть коли¬чество содержащейся в ней воды, является важным фактором для определения того, какие культуры растений, травы, кустарники и цветы могут выращиваться на данной почве. Ученые стремятся установить, как влажность почвы взаимодействует с атмосферой и климатом.

GLOBE. *На какие вопросы вы хотите найти ответы с помощью данных программы GLOBE?*

Д-р Левайн. Какие типы почв имеются в разных точках планеты? Каковы их свойства? Как они взаимо-действуют с другими частями экосистем?

GLOBE. *Какого рода данные должны будут получать учащиеся, участвующие в программе GLOBE?*

Д-р Левайн. Они будут анализировать образцы почвы, отобранные на конкретных участках, отведенных для исследования, изучая их во многих аспектах. Мы хотели бы, чтобы участники

программы близко познакомились со свойствами почв, в результате чего мы сможем достигнуть лучшего понимания того, как перемещает-ся влага в почве, каковы взаимо-отношения между почвой и растительностью, как почва влияет на климат, и т.д. Полученные данные будут включены в модели, которые я разрабатываю.

Д-р Уошберн. Учащиеся установят, как меняется по сезонам влажность почвы в разных регионах мира. Для этого мы должны провести максимально возможное количество наблюдений, чтобы провести сопоставление со спутниковыми данными и с нашими компьютерными моде¬лями. С помощью спутников в лучшем случае можно измерять влажность почвы только в верхних 5 см почвы. Мы будем использовать данные участников программы GLOBE для сравнения спутниковых измерений с реальными наземными условиями.

GLOBE. *Почему учащиеся должны собирать такие данные? Пнаепланету Земля сами ученые не могут их собрать?*

Д-р Левайн. Ученых просто не хватает. На Земле существует много различных типов почв. Большинство исследований проводилось на сельскохозяйственных площадях. По другим площадям, таким, как города, леса, пустыни и многие другие, у нас нет достаточного количества данных.

Д-р Уошберн. Когда ученые проводят подробное исследование влажности почвы в каком-либо месте, это всего лишь одно измерение на одном участке в конкретное время. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, создают огромную сеть точек наблюдений за влажностью почвы и другими параметрами, размах которой превышает что-либо существовавшее ранее.

GLOBE. *Собирали ли учащиеся данные для исследования почв раньше?*

Д-р Левайн. Не на таком уровне. Большинство исследований выполнялось отдельными учащимися, но никогда не предпринимались глобальные усилия такого размаха.

Д-р Уошберн. Я уверен, что учащиеся могут это сделать. Наблюдения за влажностью почвы очень просты. Вы просто выкапываете немного почвы, взвешиваете ее, высушиваете образец и затем снова взвешиваете. Разница в весе покаывает, какое количество воды содержалось в почве.

GLOBE. *Вы оба работаете по программам НАСА, а мы считаем, что НАСА исследует космос. Участвует ли НАСА также в исследованиях Земли?*

Д-р Левайн. Да. НАСА рассматривает Землю как планету - так же, как и любую другую планету. Программа НАСА «Экспедиция

разными экосистемами планеты и изучать их взаимосвязи.

GLOBE. *Расскажите немного о себе. Где вы выросли, где учились?*

Д-р Левайн. Я выросла в Лонг-Айленде, в пригороде Нью-Йорка. Мои родители часто брали меня в прогулки по паркам. Я видела пещеры и окаменевшие деревья в северной части штата Нью-Йорк, и я заинтересовалась природой с детства. Я мечтала жить в пещере или под водопадом. С этого все и началось. В школе мне нравились математика и естественные науки. В колледже в начале 1970-х гг. я в течение нескольких лет изучала психологию, но затем у

меня появилось сильное, идеалистическое желание сохранить природу и помочь накормить человечество. Я перешла на сельскохозяйственный факультет, где у меня появил¬ ся интерес к почвам. Летом я участвовала в картировании почв и в природоохранной работе. Когда я окончила колледж, я продолжала учебу, чтобы получить магистерскую и затем докторскую степени. В это время я начала серьезно исследовать почвенные профили в различных частях США и мира. Меня привлекало то, как формируются специфические свойства каждой почвы, определяющие возможности ее использования человеком. Со временем я узнавала все больше о свойствах почвы и ее формировании, и стала создавать математические модели.

GLOBE. *В науке не так много женщин.*

Д-р Левайн. Я рада, что вы затронули этот вопрос. У меня появился интерес к естественным наукам, когда я была в старших классах школы. Однако, я не была уверена, что смогу работать в науке.

GLOBE. *Потому, что вы женщина?*

Д-р Левайн. Да, наверно. Большинство научных работников в моем окружении - мужчины, и мой опыт показывает, что в нашем подходе к научных проблемам есть разница. В то время, как я могу схватывать суть проблемы в целом, мои коллеги-мужчины лучше фокусируются на подробностях. Вместе мы дополняем друг друга. В науке должно быть больше женщин, мы должны достигнуть баланса в этом. Мы должны связать все эти системы воедино.

GLOBE. *Подвергались ли вы дискриминации потому, что вы женщина?*

Д-р Левайн. В старших классах школы я имела пятерки и четверки по математике и естественным наукам, однако я не имела достаточной поддержки со стороны, и у меня не было примера, которому я могла бы следовать. Я хотела успешно продвигаться в своей области науки, но я также хотела иметь семью. Со временем мне стало ясно, что если следовать велению своего сердца, то все устроится. Теперь я стала исследовательницей, и у меня двое замечательных детей. Научные работники, у которых есть семья, имеют большое преимущество - семья дает чувство цели. Меня заботят проблемы Земли потому, что я хочу, чтобы мои дети жили счастливой и здоровой жизнью. Можно иметь одновременно и семью, и карьеру.

GLOBE. *Много ли сейчас женщин в вашей области науки?*

Д-р Левайн. Да, и их число растет. Есть такая организация - Ассоциация женщин-почвоведов, и мы собираемся вместе во время международных совещаний по почвоведению. У многих из нас имеется сходный опыт.

GLOBE. *А где выросли вы, д-р Уошберн?*

Д-р Уошберн. Я родился в Денвере (штат Колорадо) и жил там до окончания школы. Я провел немало времени в Скалистых горах штата Колорадо, где я ходил в туристические походы и работал на ранчо. Как и многие другие штаты на юго-западе США, Колорадо - полупустынный штат, где приходится обычно орошать посевы и поливать газоны. Так что вода рано вошла в мою жизнь. В колледже я хотел специализироваться по физике, но поскольку я вырос в Скалистых горах, где многочисленные обнажения горных пород отражают деятельность великих сил природы, мне также захотелось

получить специальность геолога. Для моей магистерской степени я изучал геофизику в Колорадском горном институте в г. Голден (штат Колорадо). Я научился использовать электрические измерения для дистанционного обнаружения минеральных и нефтяных залежей под поверхностью Земли. После того как я проработал несколько лет в этой области, изыскательские работы пошли на убыль, и мне пришлось уйти с работы. Я поступил в аспирантуру и получил докторскую степень в интересной междисциплинарной области науки - гидрологии.

GLOBE. *Когда и почему вы впервые заинтересовались наукой?*

Д-р Уошберн. Меня очень привлекает сама методика научного исследования, тщательного изучения какого-либо предмета. Меня всегда привлекали естественные науки и открытие взаимосвязей различных окружающих нас явлений, но я впервые понял простоту и силу, с которой наука объясняет окружающую нас Вселенную, когда проходил свой первый курс физики. Чтобы стать ученым, требуется сильное желание. Я нахожу научную работу интересной, поскольку она помогает объяснять природу и требует решения сложных вопросов - как неоконченная детективная история.

GLOBE. *Если бы вы могли ответить только на один вопрос в вашей области, какой бы вопрос вы задали?*

Д-р Левайн. Почвы чрезвычайно разнообраз¬ны, им присущи столь различные слои, цвета, формы и текстуры, и в них живут такие разнообразные организмы. Как все это сочетается в сложной системе Земли?

Д-р Уошберн. Каково будет влияние человека на климат в последующие 100 лет? Если произойдет потепление климата, гидрологический цикл может стать более активным, однако мы еще не имеем четких ответов на все вопросы.

GLOBE. *В чем выражается удовлетво¬рение, которое приносит вам занятие наукой?*

Д-р Уошберн. По моему мнению, науки о Земле, и особенно гидрология, представляют большую ценность для общества. Многих из нас в научных исследованиях привлекают не столько глобальные открытия, сколько ежедневные находки, небольшие открытия и удовлетворение, которое мы получаем от поиска и от взаимного обмена знаниями.

Кроме того, я рад, что моя работа имеет прямое отношение к важным социальным и политическим вопросам. Мое удовлетворение порождается более ясным пониманием определенных вещей, и становится гораздо сильнее, когда я понимаю, что эти проблемы имеют мировое значение. Например, мои исследования влажности почвы являются частью более широких исследований, направ¬ленных на улучшение климатических моделей, которые используются учеными для понимания влияния человека на глобальную температуру. Социальные и экономические последствия этих вопросов огромны.

Тем не менее, ежедневные «мелочи» тоже важны. И вам, и мне может доставить большое удовлетворение понимание того, почему старая сельская дорога становится такой скользкой, когда вода в ней смешивается с частицами глины, или объяснение того, откуда берутся цвета радуги. Наука - это процесс, в котором каждый из нас в процессе исследования вновь открывает мир. Не забывайте наслаждаться

небольшими открытиями. Не менее, чем великие старые теории, они представляют собой цемент, на котором держится Вселенная - или пряности, придающие вкус жизни.

GLOBE. *Ученым обычно присуща изрядная любознательность. Близко ли вам это?*

Д-р Уошберн. Несомненно. Для ученых важно задавать вопросы. Ученые такие же люди, как и все остальные. Я думаю, что любой из нас может стать ученым путем конкретного применения своего мышления. В школе нас заваливают фактами. Попробуйте выбрать самые основные из множества этих фактов и применить их к тем вопросам, которые важны для вас.

Несмотря на то, что мы уже знаем, нам остается узнать еще очень многое об окружающем мире и о том, как взаимодействуют состав¬ ляющие его компоненты. Я думаю, что участникам программы GLOBE очень повезло, поскольку они получат возможность наблюдать результаты программы НАСА «Экспедиция на планету Земля» в течение своей карьеры. Это здорово, что в мире есть еще так много неоткрытого, и что остается узнать еще так много об окружающем нас мире.

Д-р Левайн. У меня очень сильно развита любознательность. Наверно, в связи с этой любознательностью ученые говорят: чем больше вы учитесь, тем больше узнаете о том, как мало вы знаете. И мне особенно интересно будет узнать, какую новую информацию о почвах мы получим благодаря данным участников программы GLOBE.

GLOBE. *Есть ли у вас коллеги в других странах мира?*

Д-р Левайн. Да. есть. Недавно я была на конференции почвоведов в Китае по вопросам, сходным с теми, которыми мы занимаемся в США. Я также работала с учеными в Австралии, Европе, России, Южной Америке и в пустынях Африки.

Д-р Уошберн. У меня есть коллеги в Европе и в Латинской Америке, и я немало путешествовал по миру. Я ищу возможности сотрудничать с учеными по всему миру для работы с учащимися по программе GLOBE.

GLOBE. *Кто был героем вашей юности?*

Д-р Уошберн. Я всегда жалел, что я не могу жить во времена Льюиса и Кларка [знаменитые американские путешественники, первыми пересекшие континент Северной Америки - Прим. переводчика] или оказаться в кругосветном путешествии с капитаном Куком. Даже простые первопоселенцы гор были моими героями. Как заме¬ чательно было бы быть среди первых, кто исследовал ранее неизвестную территорию, где каждый шаг сам по себе является открытием.

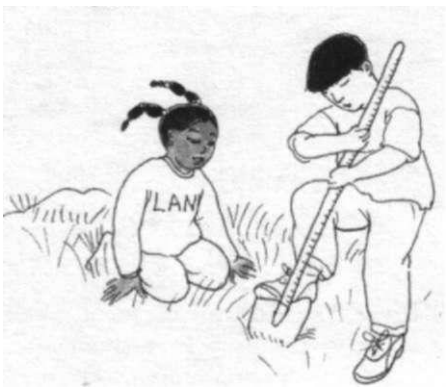
GLOBE. *Каков ваш распорядок дня? Работаете ли вы в лабораториях?*

Д-р Левайн. Хотя меня и интересуют почвы в полевых условиях, большая часть моего времени проходит перед экраном компьютера - так я провожу исследования, проверяю модели, пишу и читаю научные статьи, отвечаю на электронную почту. Когда я выезжаю в поле, я присое¬ диняюсь к группе ученых, и мы проводим неделю или две, изучая и наблюдая почвы, растительность и климат на различных участках. Затем мы привозим с собой образцы и посылаем их на анализ. Я использую полевые данные для создания и проверки моделей в своих исследованиях.

Д-р Уошберн. Как это ни странно, я провожу большую часть моего времени за тем, что пишу и читаю - около 40 % и 10 % времени соответственно в течение обычной недели. Около 30 % времени, которое я провожу за компьютером, делится между электронной почтой, анализом данных и программированием. Я хотел бы проводить больше времени за чтением работ других ученых. Это важно для исследователей, а у меня иногда хватает времени только на то, чтобы просмотреть резюме. Я провожу 10 % времени на совещаниях, беседуя с другими учеными и разрабатывая подходы к различным проблемам. Если в течение недели 10 % моего времени остается не разложенным по полочкам, я считаю, что такая неделя вполне удалась. Мне нравится, что в моей работе каждый день отличается от другого.

GLOBE. *Вы сказали, что учащиеся ранее не выполняли подобной работы. Означает ли это, что GLOBE - уникальная программа?*

Д-р Левайн. Совершенно верно. Эта работа во многом поможет нам для изуче-ния свойств почвы. Изучение почв в школе - это замечательно. Это поможет всем людям яснее понять важность почв. Я рада, что исследование почв будет важной частью программы - такие исследования должны быть включены в постоянные школьные программы изучения наук о Земле.



GLOBE. *Чему, по вашему мнению, должны научиться учащиеся в ходе программы GLOBE?*

Д-р Уошберн. Я надеюсь, что они научатся лучше наблюдать и понимать окружающую среду, а также убедятся в необходимости научных исследований - особенно тех, которые помогают понять, как люди и природа могут гармонически сосущест¬вовать друг с другом.

GLOBE. *Следует ли учащимся выбирать специальность по почвоведению?*

Д-р Левайн. Почвы являются критическим элементом для нашего выжива¬ния. Нам нужны молодые ученые, которые понимают, как почвы соотносятся с другими компонентами экосистем, и как они помогают поддерживать наш жизненный уровень и сохранять здоровье планеты Земля, на которой мы живем.

GLOBE. *Следует ли учащимся выбирать специальность по гидрологии?*

Д-р Уошберн. Гидрология - интересная наука, занимаясь которой можно специализироваться в разных направлениях. Одно из наиболее важных направлений - это исследование и очистка грунтовых вод. В этой области предстоит много работы. Другое важное направление - глобальная гидрология, это область, в которой работаю я. НАСА произвела запуск нового поколения спутников для изуче¬ния ресурсов Земли. Это, несом¬ненно, поставит много новых вопросов, на которые предстоит ответить сегодняшним учащимся в будущих десятилетиях.

GLOBE. *Какие советы вы можете дать учащимся в целом и, в частности, девушкам, которые интересуются работой в области наук о Земле?*

Д-р Левайн. Мой совет номер один для всех учащихся - выйти в природную обстановку и исследовать те природные участки, которые находятся рядом. Пусть они обратят свое внимание на цветы, на землю, на то, какова на ощупь почва под их ногами. Пусть они выроют яму и посмотрят, что можно найди в земле. Как только учащиеся научатся понимать окружающие их экосистемы, они будут по-другому воспринимать многое из того, что они проходят на уроках математики и естест¬венных наук, и даже на уроках истории и языка. Так что в первую очередь - выйдите в природную обстановку.

Девушкам я могу сказать - вы здесь нужны. Мы должны занять свое место радом с мужчинами. Мы можем играть очень важную роль. Мы все - и мужчины, и женщины, должны сформировать более всеобъем¬лющий, более целостный подход к проблемам Земли. Женщины могут заниматься в науке всем, чем они захотят, и могут достигнуть в этом настоящих успехов.

Д-р Уошберн. Важно не ограничиваться узкими проблемами. Я бы хотел, чтобы учащиеся получили как можно более широкий опыт в любой из областей, которой они интересу¬ются. В области глобальной гидрологии важно понимание почв, дистанционных методов, атмосферы, метеорологии, взаимодействия деревьев и других растений с водой. Это исключительно междисциплинарная область. Имеет значение знание компьютеров, а основой большинства исследований в этой области науки является математика. Вы можете заниматься тем, что вас больше всего интересует, и не думайте, что ответы на все вопросы уже найдены или будут найдены в ближайшее время. Высказывайтесь и задавайте вопросы, потому что этим, по сути, и занимаются ученые - мы задаем вопросы и ищем ответы на них.

Введение

Крупным планом

Почвы представляют собой тонкий слой на большинстве земных поверхностей,так называемую *педосферу.* Этот тонкий слой - бесценный природный ресурс. Почвы оказывают настолько сильное влияние на остальные компоненты экосистемы, что их часто называют «великими интеграторами». Почвы удерживают питательные вещества и воду, необходимые животным и растениям. Вода, просачиваясь через почвы, фильтруется и очищается. Почвы оказывают влияние на химический состав воды и на то количество воды, которое возвращается в атмосферу, формируя осадки в виде дождя. Еда, которую мы едим, большинство материалов, которые используются для производства бумаги и одежды, строительства зданий, зависят от почв. Понимание почв важно для того, чтобы планировать строительство домов, дооги, зданий или детских площадок. В результате этих исследованией вы узнаете, как измерять почвенные характеристики, влажность почвы, фильтрующую способность и температуру почвы.

Одной из наиболее важных характеристик любой почвы является количество воды, которое она может удерживать. Вода в форме пара либо в форме жидкости занимает около одной четвертой объема продуктивной почвы. Если почва становится слишком сухой и не покрыта растительностью, она сдувается ветром. В то же время, если в ней слишком много воды, поверхность размокает, и на ней нельзя выращивать многие культуры. По той же причине на ней нельзя закладывать фундаменты зданий. Скорость, с которой вода впитывается в поверхность, определяет, сколько воды будет стекать с поверхности во время ливня. Сухая, пористая почва может абсорбировать большые количества дождевой влаги и тем самым защищать нас от наводнений. На тех почвах, которые уже насыщены водой или не могут быстро впитывать влагу, вероятность наводнений повышается.

Вся жизнь на Земле прямо или косвенно зависит от достаточного уровня воды в почве. Влажность почвы, наряду с другими характеристиками земной поверхности и климата, определяет то, какая растительность разовьется в данном месте. Почва действует как губка и удерживает воду для потребления корнями растений. Некоторые почвы более эффективны в этом отношении, чем другие. Например, в пустынях с песчаной почвой, которая плохо удерживает воду, кактусы имеют собственный запас воды, в то время как другие деревья распространяют свои корни глубоко в почву чтобы достичь воды, находящейся на десятки метров под поверхностью.

Температура почвы влияет на живые организмы аналогичным образом. Она меняется намного медленнее, чем температура атмосферы. Во многих умеренных регионах поверхность почвы промерзает зимой, но на определенной глубине земля никогда не замерзает и температура держится на постоянном уровне в течение года. В некоторых холодных климатах, под поверхностью почвы можно обнаружить постоянную корку льда, так называемую «вечную мерзлоту». Почва действует как теплоизолятор для более глубоких слоев и для всего живого, обитающего в ней, защищая от воздействия экстремальных температур .

Как температура, так и влажность почвы близ поверхности, влияют на атмосферу в то время, как происходит обмен теплом и водяным паром между

Рис. £1Ж-/-7

Свойства почвы, меняющиеся с течением времени		
меняются в течение минут, часов или дней	*меняются в течение месяцев или лет*	*меняются в течение тысячелетий*
температура содержание влаги состав воздуха в порах почвы	pH почвы цвет почвы структура почвы содержание органики плодородие почвы микроорганизмы плотность	минералогический состав механический состав формирование горизонтов

земной поверхностью и воздухом. Эти воздействия гораздо меньше чем воздействия океанов, морей и больших озер, но временами их влияние значительно сказывается на погоде. Было отмечено, что ураганы, проходя над поверхностью, которая уже насыщена водой, вместо того, чтобы терять силу, наоборот, усиливаются. Метеорологи обнаружили, что их предсказания иногда улучшаются, если они принимают во внимание почвенные условия при вычуслениях. Как температура поверхности почвы и влажность будут реагировать на изменения в атмосфере зависит от характеристик поверхности почвы и нижележащих слоев почвенного профиля. По программе GLOBE учащиеся проводят измерения, которые включают определение различных физических и химических свойств почвы, которые позволят понять роль почвы в формировании климата.

Состав и формирование почвы

Почвы состоят из трех основных компонентов: минеральных частиц различного размера; органических материалов, представляющих собой результат разложения мертвых растений и животных; свободного пространства, которое может быть заполнено водой и воздухом. Хорошая почва для выращивания большинства растений должна состоять примерно из 45 % минералов (в виде смеси песка, алеврита и глины), 5 % органического вещества и 25 % воздуха и 25 % воды.

Почвы динамичны: они изменяются с течением времени. Некоторые свойства почв, например их температура и содержание воды (влажность почвы) могут меняться очень быстро (в течение минут или часов). Другие процессы, такие как трансформация минералов, происходят очень медленно в течение сотен или даже тысяч лет.

Формирование почв *(педогенез)* и их свойства являются результатом пяти главных факторов.

1. Исходный материал. Материал, из которого сформирована почва. Исходным почвенным материалом могут служить подстилающая порода, органический материал, старая почвенная поверхность или отложения, созданные водой, ветром, ледниками, вулканическими извержениями или перемещением материалов вниз по склону.

2. Климат. Тепло, дождь, лед, снег, ветер, солнечная радиация и прочие факторы окружающей среды способствуют разрушению исходного материала и определяют скорость почвообразовательных процессов.

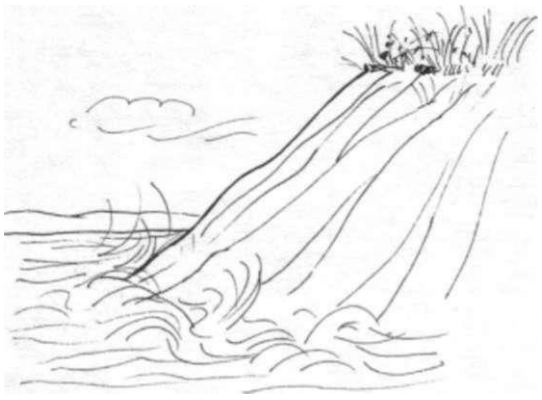
3. Организмы. Сюда относятся все растения и животные, живущие в почве или на ее поверхности (в том числе микроорганизмы и люди!). Количество воды и питательных веществ, в которых нуждаются растения, влияет на почвообразовательный процесс. Почвенные животные влияют на разложение органических отходов и процесс перемещения почвенных материалов в пределах почвенного профиля. Мертвые растения и животные превращаются в *органическое вещество,* которое обогащает почву. Формирование почвы зависит также от способов использования почвы человеком.

4, Топография. Влияние климата на данный почвенный профиль зависит от его местоположения в ландшафте. Например, почвы, расположенные в нижней части склона холма, получают большее количество влаги, чем те, что находятся на склоне; почвы, находящися на склонах, обращенных к солнцу, суше, чем почвы на склонах, куда солнце не попадает.

5. Время. Влияние всех перечисленных факторов может сказываться в течение сотен и тысяч лет.

Почвенные профили

Разнообразие почв определяется взаимодействием перечисленных пяти почвообразовательных факторов. Каждая почва, встречающаяся в данном ландшафте, имеет специфические черты. Эти черты отражаются на так называемом почвенном *профиле* - структуре почвенного разреза, подобно тому как черты человека отражаются на профиле его лица. Научившись интерпретировать почвенный профиль, мы можем узнать многое о геологии и климатической истории данного ландшафта в течение тысячелетий, об истории использования почвы человеком по археологическим данным, о том, какими свойствами обладает эта почва в данное время, и о том, как использовать почву наилучшим образом. В определенном смысле каждый



почвенный профиль - это история того места, где он находится. В разделе «Почвы: вокруг света» (см. конец этого раздела) вы можете найти некоторые примеры таких историй.

Каждый почвенный профиль состоит из слоев, называемых *почвенными горизонтами.* Почвенные горизонты могут иметь толщину от нескольких миллиметров до более чем метра. Отдельные горизонты могут быть определены по их различной окраске и форме составляющих их частиц. Почва этих горизонтов различается на ощупь и обладает свойствами, отличающими ее от почвы соседних горизонтов, лежащих выше или ниже. Некоторые почвенные горизонты представляют собой результат эрозии. В течение сотен или тысяч лет, почвы сносятся вниз и откладываются по течению водотоков, образуя мощные новые слои почвы или гравия, легко определяемые на стенках канав или раскопок при дорожных работах.

Почвоведы пользуются специальным кодом для определения горизонтов. Не все почвы имеют одинаковый набор горизонтов; характер горизонтов конкретной почвы зависит от условий ее формирования. Ниже приводится характерис¬тика некоторых кодов, используемых при описании почвенных горизонтов.

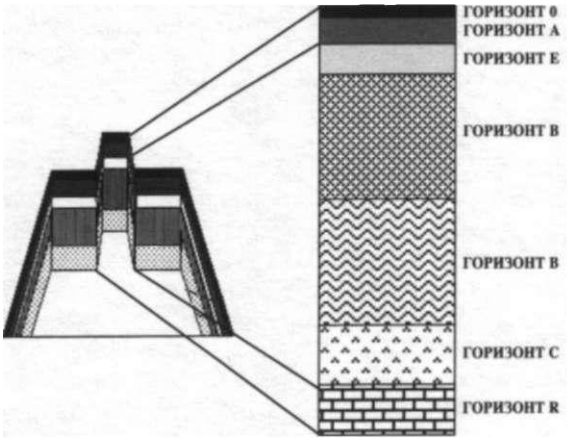
ГоризонтO

Горизонт О называется так потому, что он состоит из *органического* материала. Этот горизонт находится непосредственно на поверхности почвы и содержит в основном органический материал, образуемый опадом растительности (листья, ветки, стебли). Сюда включаются также мертвые животные, насекомые и пр. Органический материал часто подвергается разложению, и составляющие его отдельные листья, ветки, и т.д. бывает трудно различить. Горизонт О обычно представлен в лесных ландшафтах. Почвенные профили сельскохозяйственных полей, пустынь и ландшафтов, покрытых травянистой растительностью, не имеют горизонта О.

ГоризонтA

Горизонт А называется так потому, что, подобно букве А в алфавите, он является первым минеральным горизонтом почвы, обычно также называемым *верхним (гумусо-аккумулятивным)* слоем почвы. Горизонт А состоит главным образом из минерального материала, хотя он может также содержать сильно разложившийся органический материал (гумус), придающий этому горизонту темную окраску. Горизонт А обычно темнее, чем горизонт, лежащий ниже. Именно горизонт А распахивается на сельскохозяйственных площадях. Структура почвы в этом горизонте может быть зернистой в

Рис. 301Б-1-2



случае, если произошло значительное разложение корневой массы и накопление гумуса. В случае, если почва компактная, ее структура в горизонте А может быть плитчатой.

ГоризонтB

Название этого горизонта происходит от того, что он обычно является вторым основным горизонтом почвенного профиля (подобно тому, как буква В является второй в латинском алфавите). Горизонт В состоит в основном из исходного материала, который подвергся интенсивному воздействию многих климатических факторов (или выветриванию) и в результате значительно изменился. Этот горизонт обычно называется также подпочвой. Воздействие климата приводит к изменениям в окраске, текстуре и структуре (последняя может быть блочной или призмовидной ввиду наличия частиц глины и химических элементов, проникающих в горизонт В, или же столбчатой благодаря высокому содержанию натрия в местностях с засушливым климатом). Горизонт В также называется аккумулятивным (или *иллювиальным)* горизонтом, поскольку именно здесь откладывается материал, который вымывается из горизонтов А и Е. Благодаря такой аккумуляции горизонт В может иметь высокое содержание глины, гумуса, железа, алюминия и прочих компонентов почвы, которые попадают сюда из верхних слоев. Горизонт В часто имеет красноватую, желтоватую или коричневатую окраску и выглядит светлее, чем горизонт А. В случае, если почва насыщена водой, она приобретает серую окраску, или же серую с полосками (потеками) красного или оранжевого цвета.

Примечание. Горизонт В может иметь очень существенную толщину, и тогда в его пределах различаются два или более слоев. В случае более чем одного горизонта В, они обозначаются В1, В2, В3 и т.д. Для того, чтобы определить, чем отличаются различные горизонты В друг от друга, следует обратить внимание на их окраску, текстуру, структуру и состав.

Горизонт С

Подобно букве С в латинском алфавите, горизонт С занимает обычно третье место в порядке основных почвенных горизонтов. Горизонт С наиболее близок к исходному материалу, из которого сформировалась почва и обладает той же окраской; он не имеет определенной структуры (почва представляет собой единую глыбу или отдельнозернистая), в нем не откладываются и из него не вымываются материалы путем просачивания; в нем нет наслоений и отложений гумуса.

ГоризонтЕ

В составе определенных почв (обычно лесных или в определенных условиях увлажнения) формируется горизонт Е. Этот горизонт получил свое название от слова *элювиальный* (или горизонт вымывания), означающего, что глина, гумус, железо, алюминий и другие минералы удалены (вымыты) из данного слоя. Горизонт Е имеет белую окраску или же выглядит светлее, чем горизонты, лежащие выше или ниже. Структура почвы этого горизонта часто пластинчатая или зернистая. Горизонт Е обычно присутствует в почвах хвойных лесов.

ГоризонтЯ

Горизонт И представляет собой слой горной породы, которая иногда подстилает почвенные слои. Почва может формироваться непосред¬ственно из этой (подстилающей, или материнской) породы, или же исходный материал почвы (например, *аллювиальный,* ледниковый или вулканический материал) может формировать отложения на подстилающей породе до того, как сформирована почва.

Примечание. В конкретном почвенном профиле могут присутствовать не все из перечисленных выше почвенных горизонтов. Так, например, горизонты О и Е могут быть найдены только в лесных ландшафтах. Если же ваш почвенный профиль находится на сельскохозяйственных угодьях, в пустыне или в ландшафте, покрытом травянистой растительностью, он скорее всего начинается с горизонта А и вовсе не имеет горизонта Е. Если на вашем участке наблюдается эрозия почвы, ваш профиль может начинаться с горизонта В. Почвы небольшой толщины, а также почвы, не подвергавшиеся значительному выветриванию, могут содержать только горизонты А и С, а горизонт В может отутствовать. Почва, которую вы изучаете, могла в прошлом претерпеть изменения в результате деятельности человека. Например, в ходе строительства сюда мог быть засыпан грунт из других мест, или же порядок снятых почвенных слоев мог быть нарушен при засыпке. Кроме того, данная почва могла формироваться из более чем одного исходного материала. Исходный материал, переносимый водой, ветром, ледниками, извержениями вулканов или оползнями мог образовать отложения поверх другого исходного материала, или же поверх существовавших почвенных слоев. На почвенном профиле это будет отражаться как резкое изменение окраски, текстуры или других свойств, показывающее, что не вся почва формировалась из одного и того же исходного материала.

Почвы: вокруг света

Фотографии, приведенные на следующих страницах, иллюстрируют разнообразие почвенных профилей в различных регионах мира.

Рис. SOIL-I-3. Образец луговой почвы на юге Техаса, США

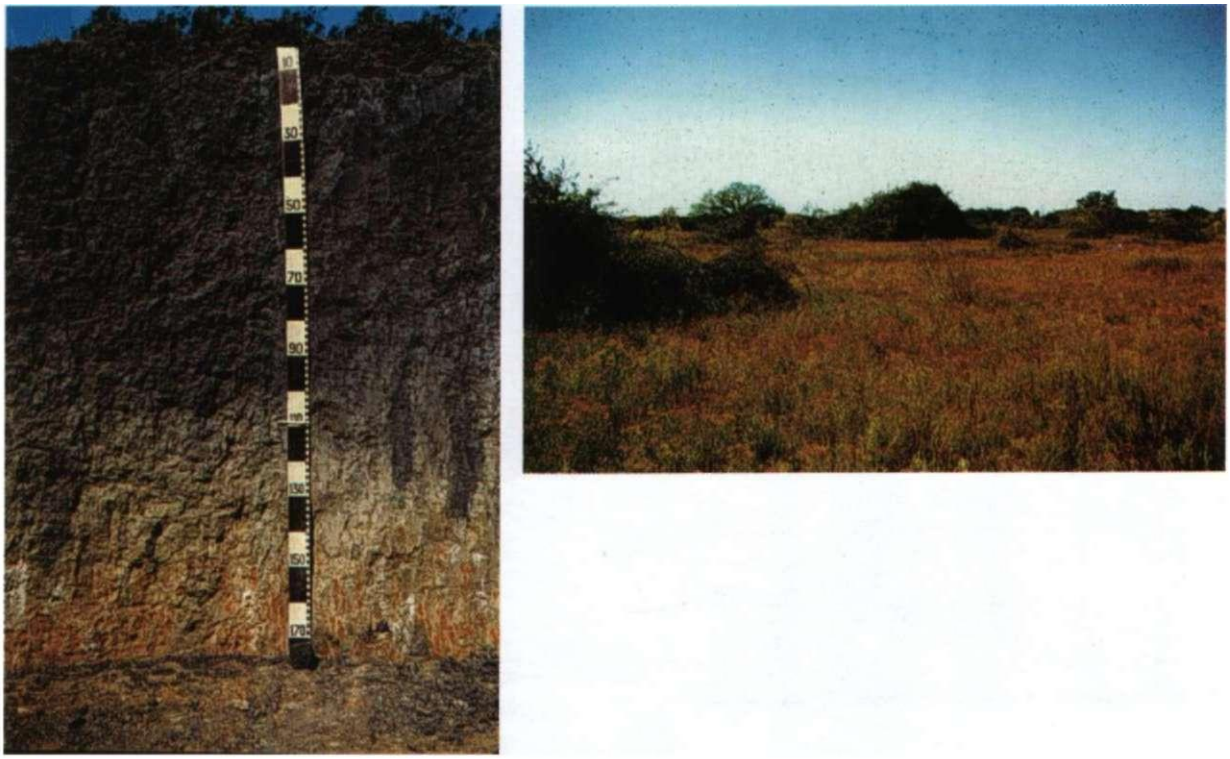


Рис. SOIL-I-4: Лесная почва далеко на Дальнем Востоке России, возле г. Магадан

Рис. S0IL-I-5. Тропические условия в Северном Квинсленде (Австралия)

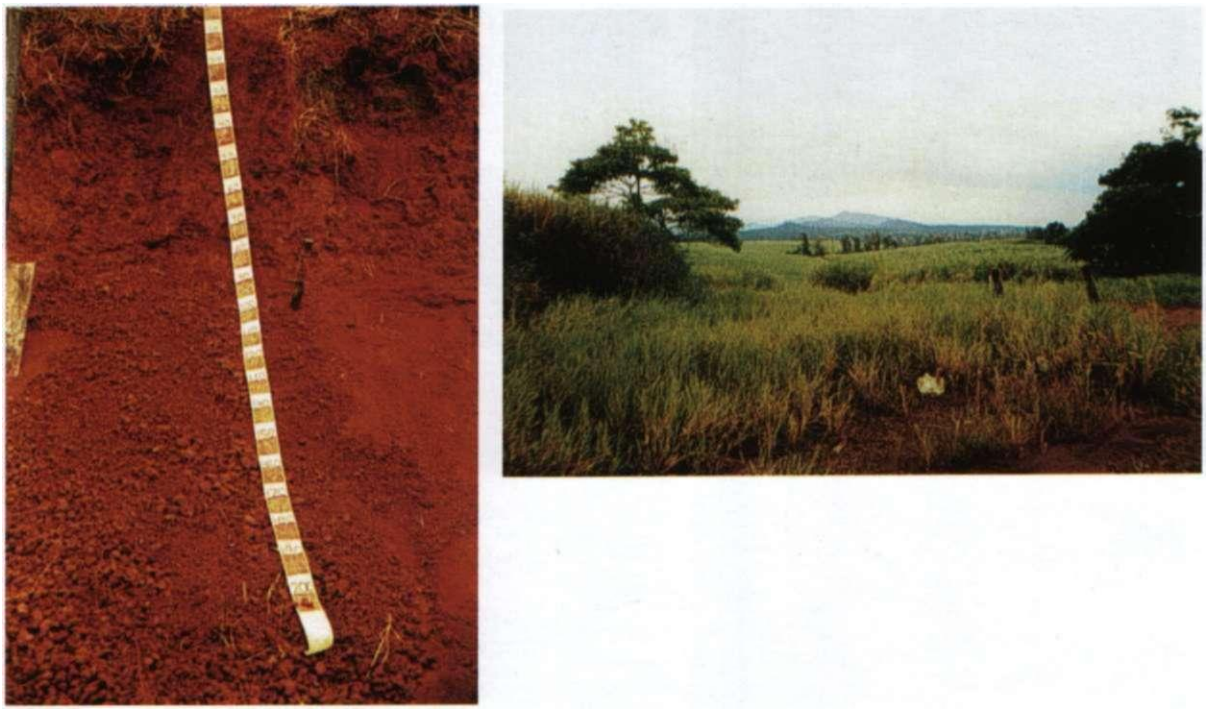


Рис.SOIL-I-6. Почва крайне холодного климата (Инувик, Северная Территория, Канада)

Рис. 801Ь-1-7. Почва очень сухого (аридного) климата в Нью-Мексико (США)

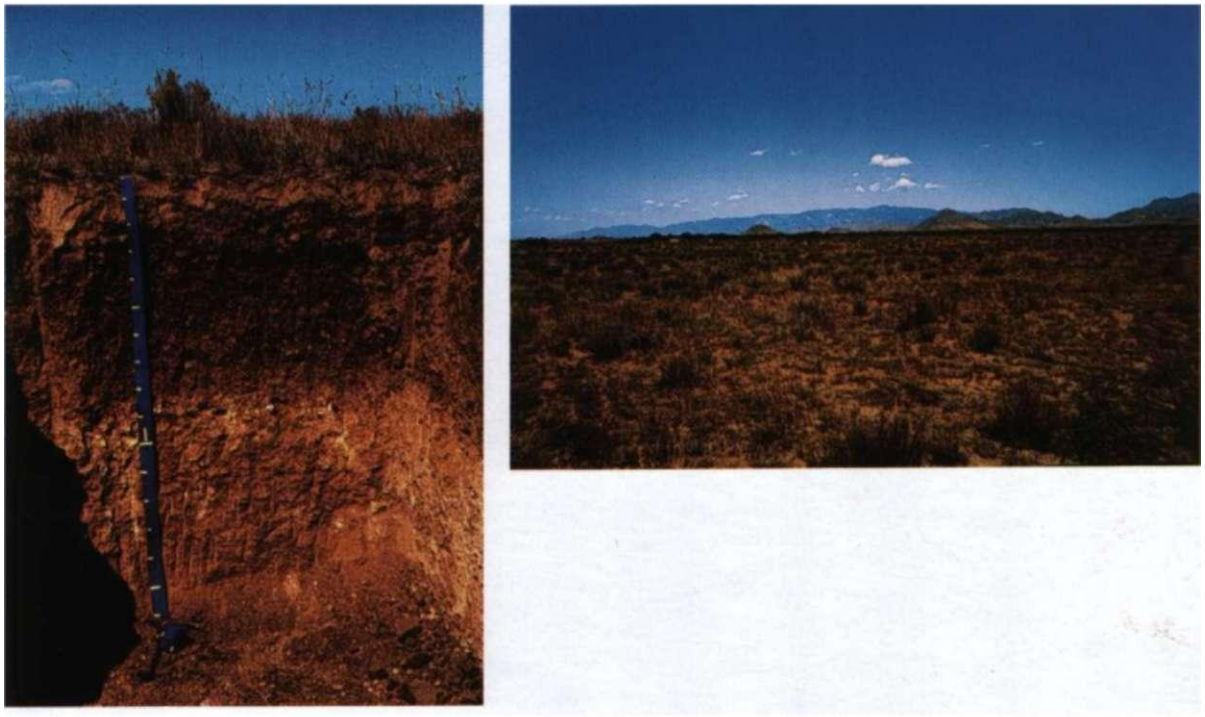
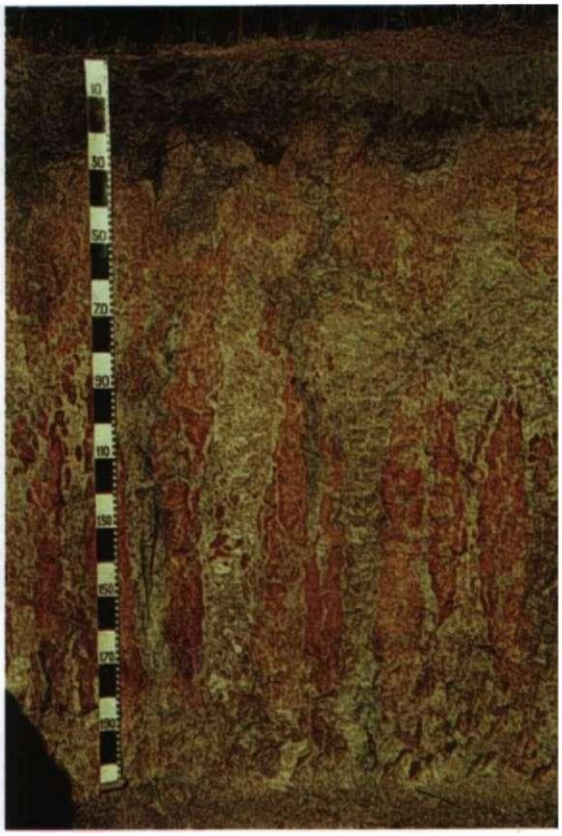


Рис. S0IL-I-8. Сырая почва в Луизиане (США)



Эти фотографии были предоставлены д-ром Джоном Кимблом и Шэрон Уолтман из Службы охраны природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США (ШВА) (Линкольн, Небраска)

Обзор измерений

Характеристика почв

В полевых условиях почвенные горизонты можно отличить один от другого, основываясь на различиях в их структуре, цвете, консистенции, текстуре и количестве несвязанных карбонатов. Когда образцы анализируются в лабораторных условиях или в классе, результаты измерений таких почвенных характеристик, как объемная плотность, механический состав почвы, pH и плодородность почвы, могут также различаться от одного почвенного горизонта к другому.

Структура

Под структурой понимается естественная форма *агрегатов,* или групп, почвенных частиц. Структура определяет размер незанятого пространства в почве, в пределах которого могут передвигаться корни, воздух и вода.

Цвет

Различная окраска почв зависит от содержания в них органического вещества и от того, какие минералы в них содержатся (например, железо обычно придает почвам красный цвет, а карбонат кальция окрашивает почвы в засушливых районах в белый цвет). Цвет почвы также зависит от того, какое количество влаги содержит почвенный образец, и может отражать насыщенность почвы водой.

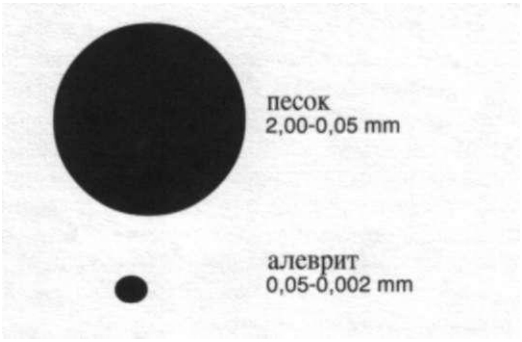
Консистенция

Консистенция почвы определяется как степень твердости отдельных *агрегатов* и легкости, с которой они разламываются. Почва, имеющая твердую консистенцию, будет представлять более серьезное препятствие для проникновения корней растений или для лопаты или плуга, чем почва с *рассыпчатой* консистенцией.

Текстура

Текстура почвы определяется на ощупь согласно содержанию в ней частиц песка, алеврита или глины, которые различаются по своим размерам.

Наша рука способна ощущать это различие в размерах почвенных частиц, и таким образом чувствовать текстуру почвы на ощупь. Наибольшим размером обладают частицы песка, которые ощущаются нами, как зерна. Алеврит имеет частицы меньшего размера, и ощущается нами, как мука. Наименьший размер имеют частицы глины, липкие на ощупь. Реальное количество частиц песка, алеврита или глины в



Относительная (не реальная) величина частиц песка, алеврита и глины

Рис. SOIL-I-9

почвенном образце называется *механическим составом почвы,* и может быть определено путем измерений в лаборатории или в классе.

Карбонаты

Несвязанные карбонаты - это вещества, которые покрывают частицы почвы в почвах с показателем pH, превышающим 7, особенно в районах с пустынным или полупустынным климатом. Карбонатное покрытие обычно имеет белый цвет и легко царапается ногтем. Карбонаты включают соли кальция и других элементов, которые накапливаются в районах, где выветривание почв за счет воды замедлено. Помимо того, карбонаты могут происходить из исходного материала (например, известняка), или в результате добавления карбонатов в почву, или же могут формироваться непосредственно в почве. В условиях засушливого климата карбонаты могут иногда образовывать чрезвычайно твердый и плотный горизонт, аналогичный цементу, через который не могут проникнуть корни растений.

В программе GLOBE тест на карбонаты осуществляется путем сбрызгивания почвы уксусом. В случае, если в почве имеются карбонаты, произойдет химическая реакция между уксусом, который представляет собой кислоту, и карбонатами, которые представляют собой основания, с выделением углекислого газа. При выделении углекислого газа наблюдаются пузырьки, или *вскипание.* Чем больше содержание в почве карбонатов, тем более интенсивным будет *вскипание* (выделение пузырьков).

Объемная ПЛОТНОСТЬ

Измерение объемной плотности почвы позволяет оценить, насколько плотной, или спрессованной, является данная почва. Объемная плотность

определяется путем измерения веса сухой почвы на единицу объема (в г/см^3). Степень плотности почвы зависит от структуры (формы) почвенных агрегатов, количества незанятого пространства (пор) в данном образце, степени спрессованности агрегатов, а также состава твердых материалов. Почвы, состоящие из минералов (песок, алеврит и глина) имеют другую плотность, чем почвы, состоящие из органического вещества. В целом, плотность почв может колебаться от 0,5 г/см^3 (для высоко пористых почв) до 2 г/см^3 и выше (для высоко спрессованных горизонтов).

Знание объемной плотности почвы важно по многим причинам. Объемная плотность почвы дает информацию о ее пористости (определяемой как процент объема почвы, занятого порами) в данном образце. Такая информация позволяет установить, какое количество воздуха или воды может содержаться в данной почве или перемещаться в ней. Кроме того, плотность показывает, насколько тесно спрессованы между собой частицы почвы, и насколько легко будет корням растений или лопатам проникнуть в данный горизонт почвы и сквозь него. Знание плотности также используется для того, чтобы определять объем почвы на основании ее веса, и наоборот. Если вес образца почвы известен, его объем может быть определен путем деления этого веса на плотность почвы. Если же известен объем образца почвы, его вес определяется путем умножения этого объема на плотность почвы.

Механический состав почвы

Количество в почве частиц определенной размерной группы (т.е. песка, алеврита или глины) определяет *механический состав почвы.* Знание механического состава почвы для данного почвенного образца помогает нам понять многие свойства почвы, в том числе ее способность удерживать определенное количество воды, тепла и питательных веществ; скорость, с которой вода и тепло могут перемещаться в пределах данного типа почвы; а также характер структуры и консистенции почвы, формирующихся в результате этих процессов.

Распределение песка, алеврита и глины в вашем образце будет определяться в результате измерений, осуществляемых с помощью специального прибора - *densиметра.* Densиметр используется для определения количества почвы в образце, которое остается в состоянии суспензии в то время, как некоторое количество почвы оседает на дно мерного цилиндра.

Наибольшие по размеру частицы почвы - это песок, промежуточные - это алеврит, а частицы наименьшего размера - глина (см. рис. 801Ь-1-9). Среди ученых имеются разногласия по поводу того, какую шкалу размеров следует исполь¬зовать для различия между песком и алевритом.

В программе GLOBE мы будем использовать две различные шкалы для измерения количества песка и алеврита.

1. Шкала Министерства сельского хозяйства США (USDA) определяет песок как частицы размером 2,0 - 0,05 мм, а алеврит - как частицы размером 0,05 - 0,002 мм.
2. Шкала Международного общества почвоведов (ISSS) определяет песок как частицы размером 2,0 - 0,02 мм, а алеврит - как частицы размером 0,02 - 0,002 мм.

Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, установят содержание песка и алеврита согласно обеим шкалам, и таким образом наши данные смогут быть использованы учеными по всему миру.

Глина - частицы, имеющие наименьший размер - опеделяется обеими шкалами как частицы размером меньше, чем 0,002 мм. Частицы, имеющие размер более 2 мм, считаются гравием или щебнем, и не включаются в состав почвы.

Более тяжелые и крупные частицы оседают на дно в первую очередь, поэтому когда образец почвы перемешивается или встряхивается с водой в мерном цилиндре объемом 500 мл, частицы песка (по шкале USDA) оседают на дно цилиндра за 2 минуты, тогда как алеврит и глина остаются в составе суспензии. По прошествии 12 минут оседают на дно частицы песка (по шкале ISSS), оставляя алеврит и глину в составе суспензии. Через 24 часа оседают частицы алеврита, и в суспензии остаются только частицы глины.

pH

Показатель pH для почвенного горизонта (степень кислотности или щелочности почвы) может быть определен в лаборатории или в классе. От показателя pH зависит, какие растения могут произрастать на данной почве. Значение pH определяется типом исходного материала, химическим составом дождевой и прочей воды, проникающей в почву, характером использования земель в данной местности, а также жизнедеятельностью почвообитающих организмов (растений, животных, грибов, протист и монер). Так, например, сосновые иглы обладают высоким содержанием кислот; по мере их разложения в течение времени значение pH почвы падает. Уровень pH почвы отражает ее химический состав и плодородие. Подобно pH воды, pH почвы основывается на той же логарифмической шкале (определение pH см. во введении к разделу *«Гидрологические исследования»).* Знание уровня pH почвы важно, поскольку от него зависит активность химических элементов в почве, что влияет на многие свойства почвы. Предпочтительный уровень pH различен для разных растений. Фермеры используют *добавки*

(такие, как карбонат кальция или сульфат кальция) для изменения pH почвы в зависимости от того, какие растения они предполагают выращивать. Кроме того, pH почвы может оказывать влияние на pH грунтовых вод или близлежащих водоемов, например, ручьев или озер.

Плодородие

Плодородие почв определятся количеством содержащихся в них питательных веществ. Важнейшими для роста растений питательными веществами, содержащимися в почве, являются азот (N) (в форме нитрата), фосфор (P) и калий (K); их содержание в почве должно поддерживаться на определенном уровне. Каждый из этих элементов также может вымываться из почвы в грунтовые воды. Проводя анализ почвы на N, P и K на ваших пробных участках, можно определить количественное содержание каждого из них в почвенных горизонтах. Сведения о плодородии почвы могут помочь объяснить, почему и насколько хорошо определенные растения произрастают на пробном участке для характеристики почвы, а также имеет отношение к химическому составу воды, который будет определяться вами в разделе *«Гидрологические исследования»*.

Стратегия сбора данных

Измерения в рамках проведения практических работ для характеристики почвы должны проводиться по одному разу на каждом участке, где свойства почвы оказывают влияние на другие параметры, определяемые в ходе программы GLOBE. В первую очередь это относится к участку для биологических исследований и к участку для исследований влажности почвы. Сюда относятся как полевые наблюдения, так и занятия в классе. В поле учащиеся описывают почвы и отбирают их образцы. Для этого в почве с помощью лопаты выкапывается разрез или производится бурение с помощью почвенного бура. Желательно получить почвенный профиль глубиной до 1 м, однако в тех случаях, когда это невозможно, предлагается отобрать образец почвы на глубине 10 см от поверхности. Все учащиеся описывают почвы, и затем отобранные почвенные образцы доставляются обратно в класс, где они высушиваются и просеиваются. После этого определяются объемная плотность образцов и проводятся измерения их pH, содержания нитрата, фосфора и калия (N, P, K), и механического состава почвы. Кроме того, измеряется скорость поверхностной инфильтрации.

Ш

Влажность почвы

Учащиеся должны проводить измерение влажности почвы не менее 12 раз в течение года через равномерные интервалы времени. Преподаватели и учащиеся, которые участвуют в программе GLOBE, могут сами решать, проводить ли такие измерения каждую неделю в течение 12 недель, или же ежемесячно в течение года, либо осуществлять 12 измерений с интервалами в 2-3 недели. Полевые данные, полученные при использовании различных схем сбора образцов, смогут использоваться учеными для различных целей и покажут учащимся различные аспекты изменений в почвенных условиях. Такие измерения будут представлять больший интерес для учащихся, если они смогут наблюдать значительные изменения. Как правило, условия почвенной влажности наиболее быстро меняются в течение раннего лета или во время переходов между влажными и сухими сезонами года. Преподаватели и учащиеся должны выбрать такую стратегию отбора проб почвы, которая будет хорошо отвечать условиям данной школы и позволит отобрать серию из 12 измерений.

Может быть избрана любая из перечисленных стратегий, которая отвечает возможностям учащихся и конкретным условиям школы. Как уже говорилось выше, различные стратегии отбора проб приведут к получению данных, которые могут быть использованы для различных целей и которые позволят проиллюстрировать различные аспекты изменений влажности почвы. Во всех трех схемах отбора проб для определения содержания влаги в почвенных образцах используется простая процедура высушивания и взвешивания образцов.

Наиболее простая стратегия заключается в том, что учащиеся проводят отбор почвенных образцов вблизи поверхности почвы (0-5 см, т.е. на максимальной глубине проникновения датчиков для измерения влажности почвы), а также на глубине 10 см. На каждом уровне отбирается по три пробы для определения разброса измерений для каждой точки. Другая предлагаемая стратегия отбора проб заключается в том, что учащиеся проводят отбор почвенных образцов вблизи поверхности почвы, на глубине 0-5 см, через каждые 5 м вдоль транссекта длиной 50 м. Такая стратегия учитывает изменения условий в пределах данного транссекта и дает хорошее представление об участке в целом. Помимо этого, в одной из точек на транссекте отбирается три пробы для определения разброса измерений. Использование обеих описанные стратегий позволяет сравнить наземные данные, получаемые учащимися, с дистанционными спутниковыми измерениями, поскольку обе методики измеряют влажность почвы вблизи ее поверхности. Данные, полученные в ходе измерений по программе

GLOBE, позволят производить калибровку, проверку и инерпретацию данных, полученных спутниковыми датчиками или аналогичными датчиками на борту самолетов. Наконец, третья стратегия отбора проб почвы заключается в том, что образцы отбираются на пяти различных глубинах, а именно: 0-5 см, 10 см, 30 см, 60 см и 90 см. Такая стратегия позволяет определить, как происходит передвижение воды в пределах почвенного профиля; полученные данные помогают определить режим получения воды растениями.

После отбора образцов почвы учащиеся помещают их в контейнеры, снабженные этикетками, и взвешивают их. Затем образцы высушиваются в печи при низкой температуре (75 - 105°C), пока не испарится вся вода, после чего образцы снова взвешиваются. Различие в весе образцов до и после высушивания равно количеству воды, содержавшейся в почве. Ученые называют этот метод *гравиметрическим*, т.е. измерением веса. Отношение веса воды к весу сухой почвы называется *содержанием влаги в почве*. Обратите внимание, что этот показатель не измеряется в процентах, так как в знаменателе не стоит общий вес влажной почвы. Сухой вес является показателем количества почвы в образце. Этот показатель используется здесь, поскольку объемная плотность почвы обычно представляет собой постоянную величину. Величина, получаемая в результате деления веса воды на вес сухой почвы (содержание влаги в почве), может сравниваться с данными, получаемыми в другие дни, несмотря на то, что размеры образцов, отобранных в разные дни, могут отличаться друг от друга.

Содержание влаги в почве обычно варьирует между 0,05 и 0,40 г/г. Часто эти значения умножаются на 100, и мы предлагаем участникам программы GLOBE следовать этому стандарту. Даже пустынные почвы содержат небольшое количество влаги, хотя на поверхности ее содержание может быть ниже 0,05 г/г. Почвы, богатые органическим веществом, а также торфяные почвы и некоторые типы глин могут содержать большое количество влаги, и в них могут отмечаться значения выше 0,40 г/г.

Инфильтрация

Инфильтрация, или скорость, с которой вода проникает в почву, является важной гидроло¬гической характеристикой почвы. Ученые нуждаются в этой информации для предсказания и моделирования стока осадков и их задержания в почвах. Скорость инфильтрации зависит от многих факторов: структуры и текстуры почвы, ее объемной плотности, содержания влаги в почве и количества органического вещества в почве. Скорость инфильтрации может варьировать от менее чем 20 мм/час для глин и спрессованных почв до 60 мм/мин для рыхлого, сухого песка.

Инфильтрация на вашем участке для изучения влажности почвы должна измеряться не менее трех раз в год, и раз в год на каждом пробном участке для характеристики почвы. Для этого следует использовать простое устройство -«двойной кольцевой инфильтрометр», изготовленный из двух концентрических банок различного диаметра. Поскольку инфильтрация изменяется в зависимости от влажности почвы, которая меняется с течением времени, учащимся следует произвести от одного до девяти измерений инфильтрации в течение 45 минут. Эти измерения должны производиться в те же дни, когда учащиеся производят отбор образцов почвы на влажность. Поскольку скорость инфильтрации может колебаться в пределах нескольких порядков под влиянием жизнедеятельности животных или растений, учащиеся должны произвести измерения инфильтрации в один и тот же день в трех пунктах, находящихся на расстоянии 2 м друг от друга.

Температура почвы

Измерения температуры почвы связаны с измерениями максимальных и минимальных суточных температур, проводимыми в рамках раздела *«Атмосферные исследования»*. Учащиеся должны приобрести полезные навыки в процессе сравнения измерений температуры почвы и воздуха, а также измерений поверхностной температуры воды и количества осадков.

Измерения температуры почвы производятся на участке для изучения влажности почвы, который должен находиться на расстоянии 100 м от участка для изучения атмосферы. Если ваша школа не участвует в определении влажности почвы, измерения температуры почвы должны производиться на расстоянии 10 м от участка для изучения атмосферы. Измерения производятся на глубинах 5 см и 10 см; полученные данные непосредственно связаны с данными измерений содержания влаги в приповерхностном слое почвы. Измерения температуры почвы должны производиться еженедельно в течение года. Кроме того, каждые три месяца в течение двух следующих друг за другом дней учащиеся должны производить измерения температуры почвы примерно через каждые два часа в течение дня для установления того, как изменяется температура в приповерхностном слое почвы в течение дня на данном участке для исследований.

Подготовка к полевым работам

Стратегии и схемы отбора проб для измерения влажности почвы

Все участки для изучения влажности почвы должны находиться на открытой местности и должны быть удалены от зданий, нависающих деревьев и дорог. Эти участки не должны иметь искусственного орошения. Чрезвычайно желательно, чтобы участок для изучения влажности почвы и от участок для изучения атмосферы находились на расстоянии 100 м друг от друга, что позволит соотносить и комбинировать полученные на этих участках данные и создавать более комплексную картину окружающей среды вблизи каждой школы, участвующей в программе GLOBE.

Ниже излагаются схемы трех стратегий отбора проб, которые будут использоваться при измерении влажности почвы.

«Звезда»

Учащиеся проводят сбор образцов для измерения влажности почвы на двух глубинах вблизи поверхности почвы. В течение 12 различных дней, отведенных для таких измерений, образцы будут отбираться согласно схеме, имеющей форму звезды с диаметром 2 м.

«Транссект»

Учащиеся проводят сбор 11 почвенных образцов вдоль транссекта. Эти данные особенно важны для сравнения с дистанционными спутниковыми данными. Транссект представляет собой прямую линию длиной 50 м и проводится по открытой местности. Через каждые 5 м вдоль этой линии учащиеся проводят измерения влажности почвы. В одном из пунктов данного транссекта отбираются три образца на расстоянии 25 см друг от друга для определения разброса измерений.

«Глубинный профиль»

Учащиеся проводят измерения влажности почвы на образцах-кернах, добытых с помощью почвенного бура на пяти различных глубинах: 0-5 см, 10 см, 30 см, 60 см и 90 см.

Приводится также *«практическая работа по определению влажности почвы с помощью гипсовых блоков»*, которая является дополнительной и рекомендуется только для учащихся с более высоким уровнем подготовки. При выполнениии этой процедуры, гипсовые блоки помещаются в почву на четырех глубинах (10 см, 30 см, 60 см и 90 см), и учащиеся наблюдают электронным способом за влажностью гипса путем определения меняющейся электропроводности блоков. Подобные измерения имеют самое непосредственное отношение к производящимся ежедневно наблюдениям по разделу *«Атмосферные исследования»*. Для калибровки данных, полученных в ходе этой практической работы (которая выполняется по желанию) используется гравиметрический метод определения содержания влаги в почве.

Интеграция с другими исследованиями по программе GLOBE

Исследования, описанные в данном разделе, дают учащимся представление о глубоких связях, существующих между почвой и окружающими землей, водой и атмосферой. Изучение взаимодействия между наблюдаемыми параметрами будет облегчено, если участки для сбора данных будут располагаться вблизи друг от друга. Вы сможете произвести некоторые интересные сравнения, если:

- ваш пробный участок для характеристики почвы будет находиться непосредственно на участке для исследований наземного покрова и биологических исследований, или на участке для изучения влажности почвы, или на одном из пробных участков для количественных исследований;
- вы проведете начальные работы по гидрологическим исследованиям параллельно с работами по характеристике почвы и почвенной влажности;
- вы произведете измерения влажности почвы вблизи участка для изучения атмосферы.

Время проведения измерений

Лучшее время для измерений влажности почвы как вблизи поверхности, так и на глубине - весна или осень, поскольку в это время почва не промерзает и не пересыхает. Занятия должны проводиться так, чтобы учащиеся могли наблюдать наиболее контрастные изменения.

Идеальным временем для полевого наблюдения влажности почвы является день после дождя, когда учащиеся во время прогулки могут наблюдать уровень воды в пруду, влагу в подстилке, подсохшую почву в местах, освещенных солнцем, стоячую воду в лужах, образованных понижениями, влажную почву под покровом деревьев и кустарников, и т.д.

Учебные занятия

Цели обучения

Почвенные системы представляют собой естественную лабораторию для совмещения многих сторон изучения естественных наук. В ходе изучения происхождения конкретного почвенного профиля, профилей других почв, влияния на почвы со стороны климата, типа растительности, исходного материала и характера использования почвы учащиеся приобретут понимание концепций почвоведения, геологии, биологии и экологии.

Учащиеся ознакомятся с ролью тепла, воды и химических веществ в процессе формирования почвы (педогенеза) и в конкретной почве в пределах их участка. Эти занятия дадут учащимся необходимый материал для понимания многих проблем при изучении химии и физики.

Учащиеся узнают, что такое влажность и температура почвы, и почему они важны для локальных и глобальных круговоротов воды, углерода и энергии в природе. Они узнают также о том, каким образом используются дистан¬ ционные методы для наблюдений за влиянием почв на региональные и глобальные процессы. Учащиеся ознакомятся также с методами моделирования, которые используются для предсказания свойств почв и параметров экосистем.

Определяя свойства почвы и того, как взаимодействие климата, топографии, биологии, исходного материала (геологии) и времени формирует различные типы почв, учащиеся приобретут навыки наблюдения. В процессе правильного произведения измерений, отбора образцов и дневниковых записей учащиеся разовьют навыки полевых исследований.

Учащиеся ознакомятся с терминологией, номенклатурой и методами, которые использу¬ ются при научных исследованиях и таким образом смогут находить общий язык с учеными.

Кроме того, учащиеся освоят химические, физические и биологические концепции, а также будут использовать математические знания для визуализации и моделирования свойств и процессов, происходящих в почве и зависящих от содержания в ней влаги. Для анализа данных важное значение будут иметь навыки статистики и графического отображения данных.

Оценка успехов учащихся

Для того, чтобы оценить степень усвоения материала в процессе выполнения исследований, мы рекомендуем проводить оценку учащихся, основанную на следующем подходе.

Навыки критического мышления

- Четкое понимание и осознание концепций: Проверяйте степень понимания путем постановки перед учащимися других возможных научных проблем. Насколько хорошо они могут сформулировать вопросы, гипотезы и методы изучения поставленных проблем? Продуманы ли их интерпретации и выводы? Кроме того, проводят ли они критический обзор информации, представляемой учеными, другими учащимися и преподавателем? Побуждайте их задавать вопросы и просить более четких формулировок. Таким образом в классе будет создаваться подлинно исследовательская атмосфера, для которой характерны различные мнения и взгляды.

- Наблюдения и ведение записей: Обязательным условием полноценных научных исследований является аккуратность. При проведении учащимися наблюдений необходимо обращать внимание на моменты, которые могут сделать их данные непригодными для анализа - неряшливость в методах, недостаточное количество проб и небрежное ведение записей. Тем не менее, ошибки - часть процесса научных исследований. Учащиеся должны понять, что для того, чтобы исправить ошибки, их надо сначала признать. Даже в случае, если аккуратность результатов находится под сомнением, важно включить их в отчет. Даже отсут-ствие наблюдаемых явлений может иногда являться важным. В то же время фабрикация данных - это ложь, которая только приводит к большим неприятностям впоследствии.

- Организация научных данных: Следует четко сформулировать вопросы, стоящие перед данным исследованием, так, чтобы проведение исследований и сбор данных позволяли получить наилучший ответ на эти вопросы. Учащиеся должны быть способны выявить адекватные методики для ответа на те или иные вопросы. Они должны уметь интерпретировать полученные данные для подтверждения состоятельности своих выводов.

Навыки общения

Задачей контекстно ориентированного обучения является постановка перед учащимися реальных жизненных ситуаций. Такой подход подчеркивает важность общения с другими участниками исследований. Учащиеся должны быть способны в ходе общения обмениваться информацией - как в устном, так и в письменном виде; как в формальных, так и в неформальных условиях. Неформальные условия в классе используются для выявления и поддержки навыков критического мышления и способности учащихся работать совместно над достижением общих целей. Учащиеся должны быть способны совместно со своими сверстниками совершенствовать качество своих исследований. Они должны быть способны (как на начальном, так и на высоком уровнях подготовки), разрабатывать групповые задания и задачи, направленные на достижение целей своих исследований. Такая способность должна подтверждаться в ходе бесед и подготовки письменных материалов, включая групповые дискуссии, заполнение научных дневников по программе GLOBE, а также еженедельных рабочих отчетов.

Учащиеся должны побуждаться выражать свои знания в форме устных выступлений и представления итоговых отчетов. Такие выступления и отчеты должны содержать всеобъемлющую информацию для слушателей или читателей о том типе исследований, в котором участвовал данный учащийся. Учащиеся должны быть способны точно и кратко излагать такую информацию, подобно тому, как это делают ученые на симпозиумах или в профессиональных журналах. Учащиеся должны быть хорошо знакомы с новой научной терминологией, которую они изучают, и должны быть способны употреблять ее. Это поможет им лучше понимать научную литературу и точно выражать свои мысли.

Овладение как формальными, так и неформальными навыками общения не только имеет основное значение для научно-исследова¬тельской деятельности, но и пригодится учащимся при вступлении во взрослую жизнь. Они должны быть способны ясно выражать своих мысли как перед своими сверстниками и коллегами, так и перед другими людьми.

Для того, чтобы оценить степень усвоения материала в процессе проведения исследований, мы рекомендуем давать оценку на основании на заполнении учащимися научных дневников по программе GLOBE, на их выступлениях и отчетах, организационных навыках, понимании концепций, навыках практических измерений, анализа и представления данных, и обоснованности их выводов.

Часть первая: порядок проведения характеристики почвы

Учащиеся выбирают пробный участок для характеристики почвы и готовят материалы для полевой работы.

Полевые измерения для характеристики почвы

Учащиеся делают почвенный разрез, описывают характеристики почвенного профиля и отбирают образцы почвы для лабораторного анализа из каждого горизонта.

Лабораторный анализ для характеристики почвы

Учащиеся готовят образцы для лабораторных анализов и производят измерения объемной плотности, анализ механического состава, pH и плодородия почвы.

Часть вторая: измерених влажности и температуры почвы

Учащиеся обозначают участок для исследования влажности почвы и выбирают стратегию для отбора образцов и частоты измерений.

Гоавиметрический анализ влажности почвы

Учащиеся производят измерение содержания влаги в почве 12 раз в год с использованием одной из трех предложенных стратегий отбора образцов.

Анализ влажности почвы с помощью гипсовых блоков (дополнительная работа).

Учащиеся размещают гипсовые блоки на четырех различных уровнях глубины, производят ежедневное измерение их электрического сопротивления и разрабатывают калибровочную кривую, позволяющую выражать содержание влаги в почве через значения электропроводности гипсовых блоков.

Измерение инфильтрации

Учащиеся производят измерение скорости, с которой вода впитывается в почву, как функции времени.

Измерение температуры почвы

Учащиеся производят измерение температуры вблизи поверхности почвы еженедельно около местного солнечного полудня и посезонно в течение календарного года.

Часть первая: порядок проведения характеристики почвы

Пробный участок для характеристики почвы

Предполагается, что каждая школа, участвующая в программе GLOBE, проведет исследования по практическим работам для характеристики почвы не менее чем на двух участках. Это - участок для исследования влажности почвы (см. раздел « *Часть вторая: измерение влажности и температуры почвы»)* и участок для биологических исследований (см. раздел *«Исследования наземного покрова и биологические исследования»).* На каждом из этих участков учащиеся должны выкопать почвенный разрез и обследовать почву. Желательно, если это возможно, получить данные по почвенному профилю не менее одного метра глубиной. Поскольку практические работы для характеристики почвы проводится только один раз для каждого участка, те участки, на которых они будут проводиться, обозначаются в программе GLOBE как пробные участки для характеристики почвы.

Во многих местах почвенный профиль значи¬тельно варьирует в пределах участков для проведения исследований по программе GLOBE, представляющих собой квадраты размером 15 х 15 км. Характеристика почвенных профилей из дополнительных точек, кроме двух обязательных участков, позволит получить дополнительные данные и учебный опыт, и всячески приветствуется. Верхний предел для количества точек, на которых вы можете провести характеристику почв, данные по которым будут загружены в базу данных учащихся, не устанавливается.

В пределах ваших участков для исследования по программе GLOBE могут представиться особые возможности для наблюдения почвенных профилей без произведения разрезов. Например, почвенные профили могут обнажаться при раскопках почвы во время проведения дорог; такие профили могут быть охарактеризованы и из них можно брать образцы, но вы должны будете получить свежий срез профиля путем удаления выветренной поверхности с помощью лопаты до того, как вы будете проводить наблюдения и отбирать образцы. Места, где проводятся земляные работы с целью строительства, часто предоставляют интересные возможности для исследования почв. Как всегда, соблюдайте правила безопасности и получите все необходимые разрешения для проведения работы в таких местах.

Закладка пробного участка для характеристики почвы

Существует несколько способов выявления почвенного профиля и отбора образцов для характеристики почвы на пробном участке:

- выкопайте почвенный разрез глубинойне менее одного метра и таких размерв, которые позволят наблюдать все почвенные горизонты от верха до дна разреза;
- используйте земляные работы при проведении дорог или другие места, где почва обнажена не менее чем на один метр в глубину;
- используйте почвенный бур для получения образцов почвы на глубине до одного метра;
- используйте садовый совок или лопату для снятия верхних 10 см почвы, если раскопки на глубину до одного метра невозможны.

В зависимости от того, какой из этих методов вы используете, некоторые элементы полевых измерений для характеристики почвы будут различаться.

Если вы решите выкопать разрез для выявления почвенного профиля, ваш пробный участок для характеристики почвы должен быть:

- безопасным для раскопок. Проверьте в местных компаниях коммунального обслуживания, не проходят ли в этом месте электрические кабели, линии водопровода, канализации или натурального газа, либо сельскохо¬зяйственные оросительные системы;
- покрыт естественным покровом, типичным для данной местности. Найдите по возможности ровный участок с естественной растительностью;
- относительно неповрежденным. Копайте не менее чем в трех метрах от зданий, дорог, троп,спортивных полей,

или других мест, где почва обычно спрессованна или поврежденна в результате строительных работ;
ориентирован так, чтобы на почвенный профиль попадал солнечный свет, что поможет определять характеристики почвы как невооруженным глазом, так и на фотографиях.

Подготовка к полевой работе

Контейнеры для определения объемной плотности

Если учащиеся имеют доступ к печи для сушки почвы, они смогут провести измерения объемной плотности почвенных слоев. Если у вас нет доступа к такой печи, пропустите этот раздел и перейдите к разделу «Прочие материалы».

В случае, если вы решите выкопать почвенный разрез, измерять подповерхностные характеристики почвы или использовать уже имеющиеся почвенные обнажения (дорожные или земляные работы):

- приготовьте 15 банок для почвы (этого достаточно для 5 горизонтов) или 3 банки, если вы определяете только подповерхностную характеристику почвы;
- снабдите каждую банку этикеткой;
- определите объем каждой банки следующим путем:
    - наполните каждую банку водой доверху (насколько можно);
    - налейте воду в мензурку и измерьте объем воды в миллилитрах (то же, что кубические сантиметры);
    - запишите данные в рабочий лист ввода данных по объемной плотности. Объем воды, которая заполняет банку, равен объему банки;
- после того, как вы измерите объем банки, дайте банке высохнуть и проделайте с помощью гвоздя небольшую дырку в дне банки для того, чтобы при закладывании образца почвы из банки мог выходить воздух;
- взвесьте каждую банку;
- запишите вес каждой банки в таблицу данных по объемной плотности почвы;
- приготовьте крышки или другой материал для того, чтобы банки можно было плотно закрыть при транспортировке образцов почвы из полевых условий в лабораторию.

В случае, если вы решите использовать почвенный бур:

- приготовьте 15 контейнеров для почвы (этого достаточно для 5 горизонтов). При выборе контейнеров примите во внимание следующее:
    - отверстие каждого контейнера должно быть достаточно большим, для того, чтобы можно было легко перенести образец почвы из бура в контейнер, не рассыпав почву;
    - образец почвы будет высушиваться в печи для сушки почвы, и лучше всего поместить почву непосредственно в контейнер, в котором она будет высушиваться;
    - пластиковые мешки имеют большие отверстия, но они плавятся в печи. Поэтому для сушки образец почвы надо поместить в контейнер из металла, стекла или другого термостойкого материала. При перемещении образца часть почвы может быть утеряна;
    - совместный вес вашего контейнера и образца почвы не должен выходить за пределы шкалы ваших весов;
- снабдите каждый контейнер этикеткой;
- взвесьте каждый контейнер, в котором будет высушиваться почва;
- запишите вес каждого контейнера в анкете данных по объемной плотности почвы;
- приготовьте крышки или другие материалы для того, чтобы контейнеры можно было плотно закрыть при транспортировке образцов почвы из полевых условий в лабораторию.

Прочие материалы

Наполните небольшую бутылку для кислоты дистиллированным белым уксусом для тестирования почвы на содержание несвязанных карбонатов.

Наполните спринцевальные бутылки водой (не обязательно дистиллированной).

Изготовьте клинометр, если у вас его нет (см. раздел *«Исследования наземного покрова и биологические исследования»).*

Полевые измерения для характеристики почвы

Предназначение практической работы

Составление характеристики почвы на выбранном участке.

Получение дополнительной информации об этом участке.

Отбор почвенных образцов из каждого горизонта с целью проведения последующих почвенных анализов в классе.

Обзор

Данная практическая работа разделена на пять заданий. Первым заданием является выявление почвенного профиля на один метр в глубину и распознавание почвенных горизонтов. В случае, если это невозможно, для характеристики можно взять образец с глубины 10 см. Второе задание заключается в том, что учащиеся выделяют почвенные горизонты путем определения семи характеристик почвенных слоев почвы. После этого учащиеся совершают необходимые процедуры согласно *практической работе для измерения инфильтрации*, получают дополнительную информацию о пробном участке и отбирают почвенные образцы для определения объемной плотности, анализа механического состава, pH почвы и плодородия почвы. В завершение, почвенные образцы будут доставляются в класс для высушивания.

Продолжительность

Подготовка материалов - до одного классного занятия.

Почвенный разрез, включая время для раскопок- до одного учебного дня.

Выделение горизонтов и отбор образцов из разреза - один или два классных занятия.

Выявление и описание почвенного профиля с помощью бурения и отбора образцов - одно или два классных занятия.

Описание и взятие почвенного образца с глубины 10 см - одно классное занятие.

Уровень подготовки

Любой

Частота измерений

Измерения проводятся однократно на каждом из не менее чем двух пробных участков (участок для измерения влажности почвы и участок для биологических исследований).

Три образца из каждого горизонта берутся в поле для выполнения *практической работы по лабораторному анализу для характеристики почвы*.

Важнейшие концепции

- Почвенный горизонт
- Почвенный профиль
- Цвет
- Текстура
- Структура
- Консистенция
- Несвязанные карбонаты
- Объемная плотность
- Распределение корневой системы
- Измеряемые характеристики почв могут зависеть от внешних факторов, таких как землепользование, тип растительности, климат, материнская порода и топография.
- Порядок отбора образцов.

Навыки

- *Описание* почвенных характеристик
- *Использование* клинометра
- *Описание* ландшафта
- *Отбор* образцовпочвы
- *Подготовка* образцов для анализа

Приборы и материалы

- Садовые совки
- Лопаты
- Почвенный бур («голландский» или другой; подробнее см. раздел «*Комплект приборов и материалов*»).
- Пластиковая спринцевальная бутылка (например, хорошо промытая бутылка из-под жидкого мыла для посуды или бутылка с плунжером) для увлажнения почвы
- Кусок пластика, полиэтилена, фанеры или листы другого материала для раскладывания кернов почвы, вынутых из бура
- Таблица цветов почвы
- Бутылка для кислоты производства фирмы «Налген», заполненная дистиллированным уксусом.
- Контейнеры для образцов почвы, предназначенных для определения объемной плотности (или другие

Кроме того, для взятия образцов почвы методом бурения будут необходимы:

- пластиковый мешок, брезент, лист фанеры или другая поверхность для того, чтобы выложить керны почвенного профиля;
- экземпляры рабочих листов ввода данных по объемной плотности для метода бурения (из расчета один экземпляр на каждый горизонт, возьмите не менее пяти экземпляров).

Как обнажать и выделять почвенные горизонты

Метод почвенного разреза

Пользуясь этой методикой, учащиеся (или кто-нибудь другой) обнажают почвенный профиль путём выкапывания почвенного разреза.

1. Выкопайте яму глубиной один метр и таких размеров, которые позволят наблюдать почвенные горизонты вдоль всей глубины разреза. После того, как почва будет вынута из разреза, разместите образцы почвы из каждого горизонта отдельно. После проведения наблюдений и взятия образцов необходимо вернуть почву в разрез в обратной последовательности (т.е. почву, взятую со дна, следует возвратить на место первой и т.д.)

2. Если вам нужна помощь при выкапывании почвенного разреза, можно попросить родителей, других учителей, обслуживающий персонал, учащихся спортивного отделения или местных работников сельского хозяйства.

3. Учащимся следует расссматривать почвенный профиль с той стороны, на которую падает прямой солнечный свет, и так, чтобы все внешние признаки почв были легко различимы.

4. Начиная от верха почвенного профиля и двигаясь ко дну, внимательно рассмотрите почвенный профиль чтобы отметить те места, где наблюдаются изменения в ее внешнем виде.

5. Обращайте внимание на отличительные признаки, такие как цвет, наличие корней, размеры и количество камней, наличие небольших светлых или темных скоплений *(так называемых конкреций),* червей, других небольших животных или насекомых, наличие ходов червей и другие отличительные особенности. Если почва очень сухая, то для лучшей различимости горизонтов по цвету смочите её водой из пластиковой бутылки.

6. Отмерьте местонахождение каждого из этих заметных отличий или их границы, воткнув гвоздь, колышек для гольфа, зубочистку или любую другую отметку в поверхность профиля. В некоторых случаях различия между горизонтами недостаточно выражены, так как характеристики по всему почвенному профилю сходны. В этом случае обычно представлены всего несколько очень плотных горизонтов. Постарайтесь записать как можно точнее то, что вы наблюдали в поле.

7. Измерьте верхнюю и нижнюю точки каждого горизонта с точностью до сантиметра и внесите эти данные на рабочий лист ввода данных по характеристике почвы.

8. Если горизонты выражены очень слабо (толщина от верхнего до нижнего края менее 3 см), не описывайте их как отдельные горизонты, а вместо этого включите эти слои в горизонт выше или ниже описываемого. Такие слабо выраженные горизонты необходимо отметить в журнале исследований по программе GLOBE. Учащиеся по своему желанию могут выбрать для почвенных горизонтов соответствующие буквенные обозначения, которые приведены во введении.

9. Охарактеризуйте свойства каждого почвенного горизонта, который вы выделите. Старайтесь сделать это как можно скорее после того, как выкопан почвенный разрез.

10. После окончания этой практической работы учащиеся должны заполнить разрез вынутой землёй. Если почвенный разрез будет использоватьс и в дальнейшем для учебных или других целей, необходимо принять

собой опасность.

Существующие почвенные обнажения (земляные работы при прокладке дорог, раскопанный карьер)

1. Получите разрешение на отбор почвенных образцов с обочины дороги, из карьера или из другого почвенного обнажения. Соблюдайте все установленные правила техники безопасности.

2. Зачистите почвенный профиль, снимая верхний слой краем совка или другого садового инструмента.
3. Осуществите последовательность действий как в пунктах с 4 по 10 метода почвенного разреза.

Метод бурения

В соответствии с этим методом учащиеся реконструируют вертикальный почвенный профиль, раскладывая керны образцов почвы на горизонтальной поверхности (на земле). Убедитесь, что вы используете правильный бур для соответствующего пробного участка. Для большинства почв, особенно для каменистых, глинистых и плотных почв, подходит «голландский» почвенный бур, или бур Эдельмана, описание которого дано в разделе *«Комплект приборов и материалов»*. Если почва по структуре опесчаненная, то следует пользоваться буром для песка. В некоторых местах почва состоит преимущественно из торфа и в этом случае необходим специальный бур. Для сухих опесчаненных почв лучше употреблять ковшовый бур.

1. Обозначьте место, где можно пробурить четыре шурфа, для которых ожидается сходный почвенный профиль.
2. Расстелите полиэтиленовую пленку, брезент, фанеру или другое покрытие на поверхности земли в том месте, где вы собираетесь пробурить первый шурф.
3. Составьте почвенный профиль верхнего метра, последовательно вынимая керны почвы с помощью бура и прикладывая их друг к другу, следующим образом:
   - 3.1. Проверните вал бура на полный оборот (360°) так, чтобы бур вошел в землю.
   - 3.2. Выньте бур вместе с образцом из почвенного шурфа.
   - 3.3. Держите бур над полиэтиленовой пленкой, брезентом или куском картона.
   - 3.4. Как можно аккуратнее перенесите образец из бура на полиэтиленовую пленку, брезент или кусок картона. Приложите образец верхней частью к низу предшествующего образца.
   - 3.5. Измерьте глубину шурфа. Расположите составленные образцы на полиэтиленовой пленке, брезенте или картоне так, чтобы их суммарная длина не превышала глубину шурфа.
4. Начиная от верха и двигаясь вниз, подробно рассмотрите почвенный профиль для того, чтобы определить, где начинаются изменения в облике почвы.
5. Обращайте внимание на любые отличительные характеристики, такие как цвет, наличие корней, размер и количество камней, небольшие светлые или темные вкрапления *(так называемые конкреции)*, наличие червей или других животных или насекомых, ходов червей и другие заметные различия.
6. Отметьте местоположение каждого из явных отличий или границ, втыкая гвоздь, колышек для гольфа, зубочистку или любую другую отметку в поверхность составленного вами почвенного профиля. В некоторых случаях различия между горизонтами недостаточно выражены, так как характеристики по всему почвенному профилю сходны. В этом случае обычно представлены всего несколько очень плотных горизонтов. Постарайтесь записать как можно точнее то, что вы наблюдали в поле
7. Измерьте верхнюю и нижнюю точки каждого горизонта с точностью до сантиметра и внесите эти данные в рабочие листы ввода данных по характеристике почвы.
8. Если горизонты выражены очень слабо (толщина от верхнего до нижнего края менее 3 см), не описывайте их как отдельные горизонты, а вместо этого включите эти слои в горизонт выше или ниже описываемого. Такие слабо выраженные горизонты необходимо отметить в журнале исследований по программе GLOBE. Учащиеся по своему желанию могут выбрать для почвенных горизонтов соответствующие буквенные обозначения, которые приведены во *введении.*
9. Охарактеризуйте свойства каждого почвенного горизонта, который вы выделите. Старайтесь сделать это как можно скорее после того, как вынут почвенный бур.

10. По окончании этой практической работы учащиеся должны заполнить шурф вынутой землей.

Метод отбора почвы вблизи поверхности

1. В тех случаях, когда невозможно обнажить верхний метр почвы, снимают верхние 10 см почвы в качестве образца для обследования одного горизонта.
2. Пользуясь садовым совком, осторожно снимите верхние 10 см почвы с небольшого участка и положите ее на землю.
3. Рассмотрите этот образец как горизонт и опишите его свойства.

Как проводить наблюдения почвы и регистрировать данные для ее характеристики.

Для каждого выделенного горизонта необходимо выявить перечисленные ниже характеристики, внести их в рабочий листе ввода полевых данных, а также загрузить их в базу данных учащихся-участников программы GLOBE, пользуясь при этом листом ввода данных для характеристики почвы.

Примечание: отмечать почвенные характеристики необходимо в указанном порядке.

/. Структура почвы

Возьмите образец ненарушенной почвы в руки (прямо из разреза, с лопаты или из бура). Рассмотрите ее с близкого расстояния и обратите внимание на ее структуру. Структурой почвы является та форма, которую она принимает вследствие присущих ей физических и химических свойств. Каждая отдельная частица естественной почвы носит название почвенного агрегата. Почва может иметь зернистую, блочную, плитчатую, столбчатую или призматическую структуру, как показано на рисунках с SOIL-P-1 по SOIL-P-5.

Иногда почва может быть бесструктурной; это значит, что в пределах одного горизонта почвенные агрегаты не имееют определенной формы. В таком случае эта почва либо состоит из отдельных частиц, либо представляет собой однородную глыбу. Почва, состоящая из однородных частиц, выглядит, как песок на пляже или на детской площадке, где отдельные частицы песка не слипаются между собой. Почва, где частицы слипаются в одну сплошную глыбу, которая не распадается на какие-либо структуры, называется глыбистой. Такая картина чаще всего наблюдаются в горизонтах С, в которых материнская порода не

Рис. S01L-P-1. Блочная структура

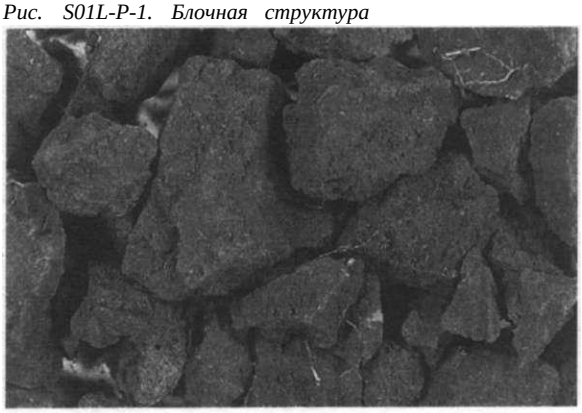


Рис. SOIL-P-2. Столбчатая структура

Рис. SOIL-P-3. Зернистая структура

Рис. SOIL-P-4. Плитчатая структура

Рис. SOIL-P-5. Призматическая структура

видоизменена. Так как материнская порода не подверглась выветриванию, она не имеет определенной структуры.

Обычно в одном почвенном образце встречается более одного типа структуры. Учащиеся должны отметить на рабочем листе ввода данных только тот тип структуры, который наиболее характерен для их образца. После обсуждения им следует определить, какие структурные типы почвы они наблюдают. Если же образец бесструктурен, то надо отметить, представлен ли он отдельно-зернистыми частицами или сплошной глыбой.

2. Цвет почвы

Возьмите один почвенный агрегат из горизонта и отметьте на рабочем листе ввода данных, является ли он влажным, сухим или сырым. Если он сухой, то слегка увлажните его водой из бутылки. Разломите его и сравните с таблицей цветов почвы. Найдите в таблице цвет, наиболее близкий цвету разлома образца. Встаньте так, чтобы солнце освещало как таблицу цветов, так и исследуемый образец. Внесите в рабочей лист ввода данных символ, которым обозначается цвет, наиболее близко соответствующий цвету почвы.

В некоторых случаях в почвенном образце представлен более чем один цвет. Если необходимо, укажите не более двух цветов, и отметьте (1) доминантный (основной) цвет, и (2) содоминантный (другой) цвет. Напоминаем, что все учащиеся, как наблюдавшие почву в разрезе, так и образцы, вынутые из него, должны обсудить и определить цвет образцов.

3. Консистенция почвы

Возьмите почвенный агрегат из горизонта и укажите на рабочем листе ввода данных, является ли он влажным, сухим или сырым. Если он очень сухой, то смочите зачищенную часть профиля, сбрызгивая водой из бутылки, а затем отделите агрегат для определения консистенции. Держа агрегат между указательным и большим пальцами, слегка сожмите его, пока он не распадется. Зарегистрируйте одну из следующих категорий консистенции образца почвы на листе ввода данных.

Сыпучая: когда трудно отделить агрегат, так как почва распадается на части.

Рассыпчатая: агрегат распадается при приложении легкого усилия.

Плотная: агрегат разламывается при приложении достаточно большого усилия, и края агрегата оцарапывают пальцы до того, как он окончательно разламывается.

Исключительно плотная: образец нельзя разломать пальцами (для этого нужен молоток!).

4. Текстура почвы

Текстура почвы соответствует количеству песка, алеврита и глины в составе почвенного образца, и соотношение этих частиц определяет, какова почва на ощупь, если растереть её между пальцами. Текстура зависит от количества в почвенном образце песка, алеврита и глины. Частицы песка - наиболее крупных размеров и достигают 2 мм, в то время как размер частиц глины меньше 0,002 мм. Частицы размером

Рис ЭОᴬ-Р-6. Текстурный треугольник № 1

более 2 мм мы называем камнями или гравием и не рассматриваем их в составе почвы. Несмотря на их малый размер, можно ощутить разницу между частицами песка, алеврита и глины, поскольку каждая из этих групп имеет особые характеристики. Песок на ощупь зернистый, алеврит - порошкообразный, глина - клейкая. Обычно в образце почвы присутствует комбинация этих частиц различного размера. Для определения того, какой процент песка,

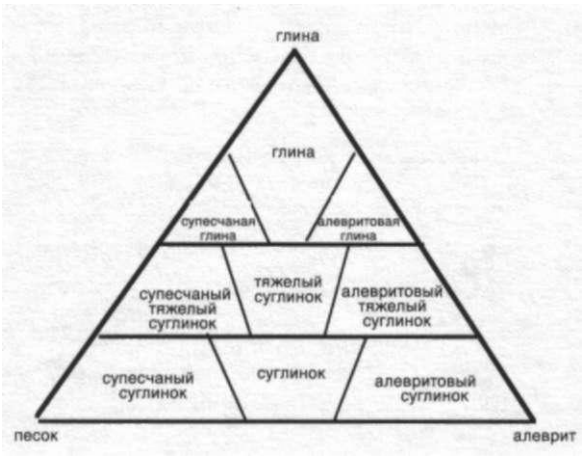


Рис. Б01Ь-Р-7. Текстурный треугольник N° 2

алеврита или глины содержится в почве, почвоведы пользуются графическими изображениями - так называемыми текстурными треугольниками. Используя текстурные треугольники № 1 и № 2, определите текстуру вашего образца почвы согласно изложенной ниже процедуре.

4.1. Возьмите образец почвы величиной с небольшое яйцо и добавьте достаточное количество воды, чтобы смочить его. Разотрите его между пальцев до тех пор пока он не будет равномерно увлажнён. Затем сожмите его между указательным и средним пальцами, скатывая его и пытаясь сформировать пластинку.

4.2. Если почва на ощупь очень клейкая (прилипает к рукам и с ней трудно работать), жесткая, и требуется большое усилие, чтобы сформировать пластинку почвы с помощью большого и указатель¬ ного пальцев, то по всей вероятности, образец составлен в основном частицами размера глины. Классифицируйте почвы как глину, как это показано на текстурном треугольнике № 1.

4.3. Если почва на ощупь клейкая, но немного мягче при растирании, в ней, вероятно, меньше частиц глины. Классифицируйте ее как тяжелый суглинок.

4.4. Если почва мягкая на ощупь, однородная, ее легко сжать и она лишь слегка клейкая, классифи¬ цируйте ее как суглинок.

После того как почва была классифицирована как глина, тяжелый суглинок или суглинок, уточните классификацию, определяя соотноше¬ ние песка и алеврита.

4.5. Если почва на ощупь очень однородная, без песчаной зернистости, добавьте к классификации слово «алевритовый»; такие почвы показаны на текстурном треугольнике № 2 под названиями «алевритовый суглинок» или «алевритовый тяжелый суглинок». Это значит, что в вашем образце больше частиц размера алеврита, чем частиц размера песка.

4.6. Если почва на ощупь зернистая, добавьте термин «супесчаный» к вашему описанию, например «супесчаная глина». Это означает, что в вашем образце больше частиц размера песка, чем частиц размера алеврита.

4.7. Если почва на ощупь не очень зернистая и не очень порошкообразная, оставьте классификацию неизмененной, даже если в образце чувствуется присутствие песка. Это значит, что в вашем образце примерно одинаковое количество частиц размера алеврита и частиц размера песка, и в случае, если это глина, в ней могут присутствовать в небольшом количестве оба эти класса частиц.

Примечание: проверяя на ощупь текстуру почвы, старайтесь добавлять к образцам одинаковое количество воды, с тем, чтобы точнее сравнивать текстуру образцов между собой. В зависимости от количества добавленной воды текстура может казаться различной на ощупь. Количество органического вещества в почве также может повлиять на это ощущение. Обычно чем темнее почва, тем больше в ней органического вещества.

4.8. Внесите в рабочий лист ввода данных наименование текстуры почвы, к которыму пришли учащиеся. Отметьте также, был ли образец сухим, сырым или влажным в момент наблюдений, а также содержал ли он большое количество органического вещества

(например, был ли он взят с поверхности и имел ли он тёмную окраску).

5. Наличие корней

Посмотрите и отметьте количество корней в горизонте: отсутствие, небольшое количество, множество.

6. Наличие камней

Посмотрите и отметьте количество камней в горизонте: отсутствие, небольшое количество, множество. Под определение камней подходят частицы размером более 2 мм.

7. Тест на присутствие несвязанных карбонатов

При проведении этого теста почва сбрызгивается уксусом. Если карбонаты присутствуют, то между уксусом и карбонатами происходит химическая реакция с выделением углекислого газ. Образующийся углекислый газ выделяется в виде пузырьков, и почва *вскипает.* Чем больше карбонатов присутствует, тем более интенсивное образование пузырьков *(вскипание)* будет наблюдаться.

7.1. Внимательно рассмотрите почвенный профиль: беловатый налет на почве и камнях свиодетельствует о наличии несвязанных карбонатов.

7.2. Отложите часть образца, зачистите поверхность профиля или возьмите образец из шурфа, проделанного почвенным буром в том месте, где вы не касались его руками, и используйте его для тестирования на несвязанные карбонаты.

7.3. Завершив составление других почвенных характеристик, проделайте тестирование на несвязанные карбонаты. Откройте бутыль с кислотой, и, начиная с нижней части профиля и двигаясь снизу вверх, сбрызгивайте почву уксусом. Внимательно наблюдайте за появлением вскипания.

7.4. Отметьте один из следующих результатов теста на несвязанные карбонаты по каждому горизонту:

Отсутствуют: реакция не наблюдается, несвязанные карбонаты отсутствуют.

Слабая: наблюдается очень слабое вскипание, что указывает на присутствие некоторого количества карбонатов.

Сильная: если наблюдается сильная реакция (много крупных пузырьков) что свидетельствует о присутствии большого количества карбонатов.

7.5. Не приносите образцы, загрязненные уксусом, с собой в класс.

Подготовьте дополнительную информацию об участке

Одновременно с тем, как учащиеся проводят в поле измерения для определения характеристик почвы, или в течение нескольких месяцев после этого, отведите определенное время для того, чтобы совместно с учащимися, описать и зареистрировать различные сведения о вашем участке.

1. Измерьте и запишите координаты GPS (глобальной системы позиционирования) для вашего участка.
2. Проведите *практическую работу по измерению инфильтрации* в трех точках вблизи вашего почвенного разреза, места бурения или места, где брался образец почвы у поверхности. Нет необходимости измерять инфильтрацию более одного раза; обычно это измерение можно сделать в тот же день, когда собираются остальные данные для определения характеристик почвы.
3. Сфотографируйте почвенный профиль, который был вами описан. Сделайте эти фотографии в тот же день, когда будут производиться измерения в поле.

   Если почвенный профиль был выявлен учащимися путем раскопок, или же если они использовали уже раскрытый почвенный профиль, протяните рулетку или положите метровую планку вдоль профиля так, чтобы отметка 0 соответствовала уровню поверхности земли.

   Сфотографируйте почвенный профиль (находясь при этом за пределами разреза), желательно, чтобы солнце находилось за спиной фотографирующего - так, чтобы солнечный свет освещал профиль.

   Если профиль был получен с помощью почвенного бура,

сфотографируйте почвенные керны, разложив их на листе бумаги или фанеры на земле, с рулеткой или метровой планкой вдоль керна. Как указанно выше, поместите отметку 0 на уровне, соответствующем поверхности земли, и выберите момент, когда солнце находится за спиной фотографирующего. Кроме того, в обоих случаях сфотографируйте ландшафт, окружающий пробный участок для определения характеристик почвы.

Пошлите копии фотографий в базу данных учащихся-участников программы GLOBE по адресу, приведенному в «Руководстве к выполнению», или, если фотографии сделаны с помощью цифровой камеры, загрузите их в базу данных учащихся.

4. Измерьте уклон пробного участка, используя клинометр в соответствии с указаниями в разделе *«Исследования наземного покрова и биологические исследования»* и занесите значение уклона в рабочий лист данных по определению характеристик почвы.

4.1. Выберите для измерения уклона двух учащихся примерно одинакового роста (с тем, чтобы их глаза находились на одинаковой высоте).

4.2. Выберите для измерения уклон наиболее крутого склона, пересекающего почвенный разрез.

4.3. Один из учащихся должен встать с клинометром внизу склона, а другой должен отойти на противоположную сторону почвенного разреза.

4.4. Первый из учащихся, смотря через соломинку клинометра, должен навести ее на уровень глаз второго учащегося.

4.5. Считайте величину уклона (в градусах) и занесите это значение в рабочий лист ввода данных.

5. Измерьте и запишите растояние от пробного участка до характерных элементов ландшафта (например, зданий, столбов линии электро¬передач, дорог, и т.д.).

6. Запишите все остальные отличительные признаки, которые определяют специфику данного участка. (В настоящее время не требуется сообщать все эти данные в программу GLOBE, однако такая информация должна быть занесена в школьную базу данных.)

Например, вы можете попросить учащихся ответить на следующие вопросы:

- Какие виды растений и животных могут быть найдены в почве и вне ее поблизости вашего участка? Включите мелкие почвенные организмы, например, дождевых червей и муравьев.
- Из какого исходного материала была сформирована почва? Является ли этим материалом материнская порода? Если да, то попробуйте отыскать камнни на поверхности почвы, которые могут дать вам информацию о том, какого типа была эта материнская порода. Могла ли почва быть отложена водой или ветром, движением ледника или извержением вулкана? Если это необходимо, для определения поверхностной геологической структуры вашей местности ознакомьтесь с литературой в местной библиотеке.
- Где в пределах ландшафта находится ваш пробный участок? Располагается ли он на вершине холма, на склоне, или у подножья? Находится ли он вблизи от ручья или на плоской равнине? В пределах какого типа местности он располагается?
- Каковы, в общих чертах, климатические условия вашего участка? Можно ли охарактеризовать его как солнечный, затененный, теплый, прохладный, влажный или сухой?
- Когда в последний раз эта местность использовалась в хозяйственных целях? Оставался ли участок нетронутым в течение долгого времени, или же он был распахан? Были ли на участке вырублены деревья, проводились ли строительные работы? Имели ли место другие недавние нарушения почвы?

7. Занесите всю необходимую информацию в рабочий лист ввода данных по определению характеристик почвы.

Информация о вашем участке и методах сбора данных (часто называемая «метаданные») должна быть занесена в ваш журнал исследований по программе GLOBE, и привязана к вашему участку путем регистрации в рабочем листе ввода данных по определению характеристик почвы на пробном участке. Не всю эту информацию обязательно необходимо регистрировать, но она может быть чрезвычайно полезна для ученых и всех остальных, кто захочет использовать эти данные. Прежде, чем будут заноситься данные, ваш пробный участок должен быть определен. Такое определение может вначале состоять только из названия участка и даты, когда проводились полевые наблюдения и брались образцы почвы. По мере того, как становится доступной новая информация для характеристики этого участка, эти данные могут добавляться к архиву данных учащихся-участников программы GLOBE, используя процедуру для внесения изменений в информацию о пробном участке.

Взятие почвенных образцов

Методы взятия почвенных образцов для дальнейшего анализа различаются в зависимости от того, каким методом был выявлен почвенный профиль.

Метод почвенного разреза или использования существующего почвенного профиля

Взятие образцов для измерения объемной плотности

1. В каждого горизонте, имеющемся в вашем почвенном профиле, вдавите консервную банку известного объема в почву со стороны открытого горизонта. Почва должна быть влажной, чтобы она не рассыпалась и чтобы банка с легкостью входила в почву. Если необходимо, до взятия образца смочите почву водой.
2. Если банка входит в почву с трудом, можно использовать молоток или другой предмет для того, чтобы забить ее в почву. Если это необходимо, приложите к дну банки кусок дерева и ударяйте молотком по дереву, чтобы распределить силу удара на все стороны банки и не повредить ее. Примечание: небольшое повреждение банки допустимо, если при этом ее объем не меняется более чем на несколько процентов; однако, если банка будет сильно сплющена, то это означает, что почва слишком твердая или каменистая, и образец для измерения объемной плотности взять таким образом не удастся. Вы можете прибегнуть к использованию почвенного бура (см. ниже) для взятия образца для измерения объемной плотности почвы из особо плотных горизонтов почвы.
3. Остановитесь, когда вы увидите, что почва начинает выходить из небольшого отверстия, проделанного в дне банки. Банка заполнена почвой.
4. С помощью совка или лопаты удалите банку и окружающую ее почву. Уберите излишнее количество почвы так, чтобы ее поверхность совпадала с краями банки. Таким образом, объем почвы будет равен объему банки.
5. Закройте банку крышкой или другим материалом. Теперь банку можно отнести в класс.
6. Повторите процедуру, чтобы получить по три образца для измерения объемной плотности для каждого горизонта почвы.
7. Надпишите (в полевых условиях) этикетку для каждой из банок, указав название участка, номер (или буквенный индекс) горизонта, верхнюю и нижнюю глубину залегания этого горизонта, и номер образца (1,2 или 3 для каждого горизонта).
8. Не задерживаясь, отнесите взятые образцы в класс.
9. Откройте банки.
10. Взвесьте каждую банку с образцом и запишите вес влажного образца в рабочий лист ввода данных по объемной плотности.
11. Поместите образцы в печь для сушки почвы.

Взятие образцов, если измерения объемной плотности не проводятся

1. Выкопайте достаточное количество почвы, чтобы иметь образцы для каждого горизонта. Избегайте брать почву с открытой поверхности профиля, где проводился тест на карбонаты. Старайтесь не прикасаться к образцам, чтобы не исказить данные показателя pH.
2. Поместите каждый образец почвы в полиэтиленовый мешок или другой контейнер.
3. Надпишите этикетку для каждого мешка, указав название участка, номер (или буквенный индекс) горизонта, а также верхнюю и нижнюю глубину залегания этого горизонта.
4. Отнесите взятые образцы в класс.
5. Выложите принесенные образцы почвы на отдельные пластмассовые тарелки или на газетные листы для сушки на воздухе.

Метод бурения

Для каждого горизонта берутся три образца. Для каждого из образцов пробуривается отдельный шурф.

Взятие образцов для измерения объемной плотности

При бурении каждого шурфа произведтите следующие операции.

1. Пробурите шурф на глубину 1-2 см ниже верхнего уровня горизонта, из которого берется образец.
2. Измерьте глубину шурфа.
3. С помощью бура возьмите образец почвы горизонта. Если толщина данного горизонта по вертикали меньше, чем размер головки бура, поворотный вал бура следует провернуть на неполный оборот с тем, чтобы образец был взят только в пределах этого горизонта. Не проворачивайте вал более чем на полный оборот (360°), чтобы не спрессовывать образец почвы.
4. После взятия образца перенесите всю почву, находящуюся в головке бура, в контейнер для образца, стараясь не просыпать образец на землю. Старайтесь не прикасаться к образцам, чтобы свести к минимуму загрязнение естественными жирами вашей кожи.
5. Измерьте диаметр шурфа, проделанного буром, и глубину шурфа.
6. Надпишите этикетку для каждого мешка, указав название горизонта, диаметр шурфа, а также глубину шурфа до и после взятия образца почвы (эти измерения будут необходимы для вычисления объема образца).
7. Повторите пункты 1 - 6 для каждого горизонта почвенного профиля.
8. Повторите эту процедуру для различных шурфов, расположенных друг с другом, и возьмите три образца для каждого горизонта.
9. Закройте или запечатайте образцы и отнесите в класс.
10. Не задерживаясь, принесите образцы в класс.
11. Откройте контейнеры.
12. Взвесьте каждый контейнер с образцом и запишите вес влажного образца в рабочий лист данных по объемной плотности.
13. Поместите образцы в печь для сушки почвы.

Взятие образцов в случае, если вы не проводите измерений объемной плотности

Приведенная ниже процедура выполняется для каждого шурфа.

1. Пробурите шурф на глубину 1-2 см ниже ниже верхнего уровня горизонта, из которого берется образец.
2. С помощью бура возьмите образец почвы горизонта. Если толщина данного горизонта по вертикали меньше, чем размер головки бура, поворотный вал бура следует провернуть на неполный оборот с тем, чтобы образец был взят только в пределах этого горизонта.
3. Поместите образец в мешок или в контейнер. Старайтесь не прикасаться к образцам, чтобы свести к минимуму загрязнение.

4. Надпишите этикетку для каждого мешка, указав название участка, название горизонта и верхнюю и нижнюю глубину залегания этого горизонта.
5. Повторите пункты 1 - 4 для каждого горизонта.
6. Принесите образцы почвы в класс. Выложите принесенные образцы на отдельные пластмассовые тарелки или на газетные листы для сушки на воздухе.

Метод взятия образцов у поверхности почвы

Взятие образцов для измерения объемной плотности

1. Выберите три точки в пределах участка поблизости от места проведения *практической работы по характеристике почвы.*
2. Удалите растительность и прочий материал с поверхности почвы.
3. В каждой из трех точек проведите следующие операции.

   3.1. Вдавите консервную банку известного объема в поверхность почвы. Почва профиля должна быть влажной, чтобы она не рассыпалась, и чтобы банка с легкостью входила в почву. Если необходимо, смочите почву водой до взятия образца. Перед тем, как брать образец, дайте воде просочиться в почву. Желательно брать образец из влажной, но не сырой почвы, кроме тех случаев, когда почва в естественном состоянии насыщена водой.

   3.2. Остановитесь, когда вы увидите, что почва начинает выходить из небольшого отверстия, проделанного в дне банки. Банка заполнена почвой.

   3.3. Если банка входит в почву с трудом, можно использовать молоток или другой предмет для того, чтобы вбить ее в почву. Если это необходимо, приложите к дну банки кусок дерева и ударяйте молотком по дереву, чтобы распределить силу удара на все стороны банки и не повредить ее.

   3.4. Просуньте совок или лопату под банку и окружающую ее почву, и осторожно поднимите ее. Уберите излишнее количество почвы, оставив столько, чтобы ее поверхность совпадала с краями банки. Таким образом, объем почвы будет равен объему банки.

   3.5. Закройте банку крышкой или другим материалом. Теперь банку можно отнести в класс.

   3.6. Надпишите (в полевых условиях) этикетку для каждой из банок, обозначив на ней название участка и номер образца (1,2 или 3).
4. Не задерживаясь, отнесите взятые образцы в класс.
5. Откройте банки.
6. Взвесьте каждую банку с образцом и запишите вес влажного образца в рабочий лист ввода данных по объемной плотности.
7. Поместите образцы в печь для сушки почвы.

Взятие образцов в случае, если вы не проводите измерений объемной плотности

1. Выкопайте достаточное количество почвы из верхнего слоя толщиной 10 см. Избегайте брать почву из места, где проводился тест на карбонаты, и старайтесь не прикасаться к почве в образцах, чтобы не исказить данные показателя pH.
2. Поместите каждый образец почвы в полиэтиленовый мешок или другой контейнер.
3. Надпишите этикетку для каждого мешка, указав название участка, название горизонта, а также верхнюю и нижнюю глубину залегания этого горизонта.
4. Отнесите взятые образцы в класс.
5. Выложите принесенные образцы почвы на отдельные пластмассовые тарелки или на газетные листы для сушки на воздухе.

Лабораторный анализ для характеристики почвы

Предназначение практической работы

Определение объемной плотности почвы.

Определение механического состава почвы.

Измерение pH почвы.

Определение плодородия почвы путем измерения количества азота (в форме нитрата), фосфора и калия (N, P, K) в почве.

Обзор

В классе (или лаборатории) учащиеся высушивают в печи образцы почвы, взятые для определения объемной плотности; взвешивают их, просеивают для удаления камней и определяют вес камней и объем, занимаемый ими. Просеянные образцы (для определения объемной плотности или другие) используются для определения механического состава, pH и плодородия почвы (N, P, K).

Продолжительность измерений

Для сушки образцов почвы отведите не менее 10 часов (для сушки при 95 - 105 °C), 24 часа для сушки при температуре 75 - 95 °C, или два дня для сушки при комнатной температуре (время классных занятий не используется).

Подготовка диспергирующего раствора перед классным занятием - 10 минут.

Диспергирование согласно процедуре определения механического состава, просеивание сухих образцов и измерение объемной плотности - одно классное занятие.

Измерения через 2 и 12 минут после начала опыта согласно процедуре определения механического состава; измерение pH и плодородия почвы - одно классное занятие.

Последнее измерение согласно процедуре определения механического состава; приборка и обзор всех данных - одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Плодородие почвы (N. P. K) - средний и высокий.

Прочие измерения - любой.

Частота измерений

Один раз для каждого почвенного горизонта.

Три образца на каждый горизонт.

Важнейшие концепции

Объем.

Плотность.

Объемная плотность.

pH почвы.

Плодородие почвы (N, P, K).

Питательные вещества, содержащиеся в почве.

Химические реакции.

Удельный вес.

Механический состав почвы.

Текстура.

Супернатант.

Навыки

Обращение с образцами почвы.

Просеивание образцов почвы.

Регистрация данных.

Использование лабораторного оборудования..

Наблюдение цвета.

Использование пипеток.

Измерение pH, объемной плотности и плодородия почвы.

Определение относительного содержания питательных веществ.

Использование денсиметра.

Приборы и материалы

Для записи данных (для всех измерений)

- Рабочий лист ввода данных объемной плотности.
- Рабочий лист ввода данных механического состава почвы.
- Рабочий лист ввода данных pH.
- Рабочий лист ввода данных плодородия почвы.

Для сушки и просеивания образцов почвы

- Газеты или пластмассовые тарелки.
- Сито номер 10 (ячейки размером 2 мм).
- Банки, мешки или контейнеры объемом 1 л для хранения образцов почвы.
- Аналитические весы.
- Резиновые перчатки.

Для определения объемной плотности

- Сушильная печь или микроволновая печь.
- Мензурка объемом 100 мл для определения объема камней.
- Аналитические весы.

Для определения механического состава почвы

- Скалка, молоток или другой инструмент для разбивания почвенных агрегатов и разделения частиц почвы.
- Прозрачная пластмассовая мензурка объемом 500 мл.
- Денсиметр.
- Термометр (с гладкой поверхностью, без футляра, чтобы не задерживать воду и почву)
- Ложка или другой инструмент для переноса почвы.
- Ложка или палочка для перемешивания почвы.
- Диспергирующий раствор (50 г/л гексаме-тафосфата натрия или другого не образующего хлопьев детергента, содержащего натрий).
- Химический стакан объемом 250 мл или более.
- Пластмассовая бутылка с плунжером для смывания почвы из стакана.
- Секундомер или часы с секундной стрелкой.
- Оберточный пластик или другой материал, чтобы закрыть верх мензурки при перемешивании.
- Бутылка объемом 1 л для диспергирующего раствора.

Для определения pH

- Три химических стакана объемом 100 мл или более.
- Аналитические весы.
- Бумага для определения pH (лакмусовая), или ручка, или прибор для определения pH.
- Стеклянная палочка или ложка для перемешивания.
- Дистиллированная вода.
- Мензурка объемом 100 мл для измерения объема дистиллированной воды.

Для определения плодородия почвы

- Дистиллированная вода.
- Набор химикатов для определения плодородия почвы (измерение N, P и K).
- Чайная ложка.
- Чашка или штатив для пробирок.

Удаление образцов

- Ведра или другие контейнеры, не пропускающие влагу.

Подготовка

Калибровка прибора или ручки для измерения pH.

Предварительные условия

Проведение полевых измерений для определения характеристик почвы.

Как проводить измерения объемной плотности и приготовить образцы для других лабораторных анализов

Объемная плотность

1. Высушите образцы в контейнерах, следуя указаниям, изложенным в *практической работе для гравиметрического анализа влажности почвы.*
2. Взвесьте каждый образец для определения объемной плотности в контейнере и запишите это значение сухого веса в рабочий лист первичных данных объемной плотности.
3. Поскольку камни не содержат воду или питательные вещества, они не включаются в объемную плотность почвы.

Для определения плотности камней, которые могут находиться в образце, используйте следующую процедуру (если в образце нет камней, пропустите этот пункт).

3.1. Расстелите на столе большой лист бумаги (например, газетный лист) и положите на него сито номер 10 (с ячейками размером 2 мм). Пересыпьте образец в сито.

3.2. Наденьте резиновые перчатки для того, чтобы не загрязнить образец кислотами, имеющимися на вашей коже.

3.3. Осторожно просейте сухой почвенный материал через сито на бумагу. Не продавливайте почву, так как это может привести к повреждению ячеек сита. Камни не пройдут через ячейки и останутся

на сите. Если у вас нет сита, аккуратно выберите камни из образца вручную.

3.4. Сохраните просеянную почву для дальнейших лабораторных анализов.

3.5. Взвесьте камни и запишите это значение в рабочий лист данных объемной плотности.

3.6. Поместите 30 мл воды в мензурку объемом 100 мл и, не проливая воду, добавьте к ней камни. Определите уровень воды после того, как вы положите в нее все камни, и запишите это значение и исходный объем воды в рабочий лист данных объемной плотности.

Если по мере добавления камней объем воды приблизится к 100 мл, запишите величину объема, освободите мензурку и повторите процедуру для оставшихся камней. В этом случае вы должны будете вычислить и записать сумму объемов воды с добавленными камнями и сумму объема воды без камней.

Подытожим данные

Когда вы закончите процедуру, следующие значения должны быть записаны в ваш рабочий лист данных объемной плотности, и загружены в базу данных учащихся-участников программы GLOBE с использованием листа ввода данных объемной плотности:

- объем банки с почвой (в мл) (для метода отбора образцов из почвенного разреза или у поверхности почвы);
- вес банки с почвой (в г) (для метода отбора образцов из почвенного разреза или у поверхности почвы);
- диаметр шурфа (в см) (для метода отбора образцов с помощью почвенного бура);
- верхняя и нижняя глубина шурфа (в см) (для метода отбора образцов с помощью почвенного бура);
- вес контейнера (в г) (для метода отбора образцов с помощью почвенного бура);
- суммарный вес влажной почвы и контейнера (в г) (только в том случае, если вы хотите определить содержание влаги в почве);
- суммарный вес сухой почвы и контейнера (в г);
- вес камней (в г);
- объем (или сумма объемов) воды, добавленной в мензурку до того, как к ней были добавлены камни (в мл);
- объем (или сумма объемов) воды, добавленной в мензурку после того, как к ней были добавлены камни (в мл).

Определение содержания влаги в почве

Если при проведении измерения объемной плотности вы определили суммарный вес влажной почвы и контейнера, вы располагаете всей информацией, необходимой для определе¬ния содержания влаги в почве. Для того, чтобы определить содержание влаги в почве, следуйте процедуре вычислений, приведенных в *практической работе по гравиметрическому анализу влажности почвы.* Полученные значения влажности почвы не включаются в отчет для программы GLOBE; они предназначены только для дальнейшей тренировки и углубления знаний учеников.

Объемная плотность почвы (в г/см^3) для каждого образца может быть рассчитана следующим образом:

$$\text{Объемная плотность} = \frac{\text{сухой вес} - \text{вес контейнера} - \text{вес камней}}{\text{объем шурфа или контейнера} - \text{вес камней}}$$

$$\text{Объем шурфа} = \pi \times \left[\frac{\text{диаметр шурфа}}{2}\right]^2 \times [\text{глубина низа} - \text{глубина верха}]$$

Объем камней= объем воды с камнями – объем воды до добавления камней. Если вы измеряли объем камней в несколько порций, сложите эти значения, чтобы определить общий объем камней.

Если вы не измеряете объемную плотность

Подготовка образцов почвы для лабораторных анализов

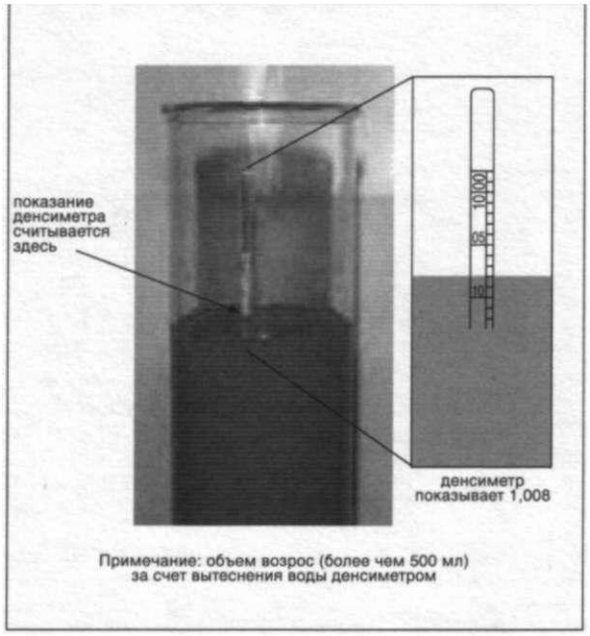
1. Расстелите на столе большой лист бумаги (например, газетный лист).
2. Положите поверх бумаги сито 10 размера (с ячейками размером 2 мм).
3. Пересыпьте образец в сито 10 размера. Наденьте резиновые перчатки для того, чтобы не загрязнить образец кислотами, имеющимися на вашей коже, что может изменить значение pH.
4. Осторожно просейте сухой почвенный материал через сито на бумагу. Не продавливайте почву, так как это может привести к повреждению ячеек сита. Камни не пройдут через ячейки и останутся на сите. Уберите их (и прочий мусор) с сита и выбросьте. Если у вас нет сита, аккуратно выберите камни и мусор из образца вручную.
5. Перенесите просеянную сухую почву, освобожденную от камней с бумажного листа в новые, чистые полиэтиленовые мешки или контейнеры.
6. Плотно закройте контейнеры и надпишите этикетку для каждого из них так же, как вы делали это в полевых условиях, указав название горизонта, верхнюю и нижнюю глубину залегания этого горизонта, дата, название участка, местонахождение участка. Эти образцы почвы будут использованы для дальнейших лабораторных анализов.
7. Храните образцы в надежном сухом месте до тех пор, пока они не понадобятся.

Как проводить определение механического состава почвы

Повторите эти измерения три раза для каждого горизонта, и внесите все эти данные в рабочий лист ввода данных по механическому составу почвы.

1. Приготовьте диспергирующий раствор путем смешивания 50 г гексаметафосфата натрия (или другого детергента, см. выше) с 1 л дистиллированной воды. Размешайте до полного растворения всего твердого материала.
2. После того, как образцы почвы будут высушены и просеяны, используйте скалку или молоток для того, чтобы разбить все крупные почвенные агрегаты.
3. Взвесьте 25 г высушенной и просеянной почвы и пересыпьте ее в химический стакан объемом 250 мл или более. Налейте в этот стакан 100 мл диспергирующего раствора и около 50 мл дистиллированной воды. Интенсивно перемешайте смесь ложкой или палочкой в течение по крайней мере одной минуты. Убедитесь, что почва тщательно перемешана и не пристала к дну стакана. Старайтесь не пролить смесь.
4. Когда почва будет тщательно перемешана с диспергирующим раствором, сполосните палочку или ложку в стакане, чтобы на них не оставалось почвы. Поставьте стакан в в безопасное место,и оставьте его там на 24 часа (образец может быть также оставлен в диспергирующим растворе в течение выходных дней до следующей недели).
5. Пока полученная суспензия отстаивается, поместите метровую планку или другую линейку в пластмассовую мензурку объемом 500 мл и измерьте расстояние между отметкой 500 мл и дном мензурки. Кроме того, заметьте, при какой температуре была проведена калибровка вашего денсиметра (например, 15,6°C или 20°C). Эта цифра должна быть написана на денсиметре. Занесите эти данные в рабочий лист данных по механическому составу почвы.
6. Примерно через 24 часа (например, во время того же урока на другой день школьных занятий), снова перемешайте смесь в химическом стакане, и перелейте ее в мензурку объемом 500 мл.
7. С помощью пластмассовой бутылки с плунжером смойте остаток почвы дистиллированной водой из стакана в мензурку.

Рис. SOIL-P-8



8. Добавьте в мензурку дистиллированной воды до отметки 500 мл.
9. Плотно закройте верх мензурки оберточным пластиком или другим надежным материалом.
10. Интенсивно перемешайте, переворачи-вая закрытую мензурку не менее 10 раз. Убедитесь, что почва тщательно перемешана с раствором и не пристала к дну мензурки. Кроме того, проследите, чтобы суспензия почвы не вытекла из-под пластика, которым закрыта мензурка.
11. Осторожно поставьте мензурку в надежное место и немедленно начните отсчет времени с помощью секундомера или часов с секундной стрелкой.
12. Запишите время в тот момент, когда вы опустили мензурку, с точностью до секунды.
13. Через полторы минуты осторожно погрузите денсиметр (не уронив) в мензурку так, чтобы он плавал на поверхности. Убедитесь, что денсиметр не перемещается вверх и вниз.
14. Ровно через 2 минуты после начала опыта (момент, когда вы опустили мензурку), заметьте отметку на денсиметре, находящуюся на уровне поверхности суспензии почвы (см. рис. 801Ь-Р-8).

    Примечание: взятие данных на денсиметре в *практической работе для определения механического состава почвы* производится таким же образом, как и в *практической работе для определения солености.*
15. Выньте денсиметр из мензурки, сполосните его, вытрите насухо и осторожно уберите в надежное место.
16. Погрузите термометр в мензурку с суспензией почвы примерно на одну минуту.
17. По истечении минуты, выньте термометр из суспензии, заметьте температуру и запишите ее в рабочий лист ввода данных.
18. Сполосните и насухо вытрите термометр.
19. Оставьте мензурку на месте, не трогая ее.
20. Через 12 минут снимите следующее показание денсиметра. Осторожно погрузите денсиметр в мензурку примерно за 30 секунд до того, как снимать показание, чтобы его положение успело зафиксироваться.
21. Снимите и запишите следующее показание термометра.
22. После проведения измерений сполосните и насухо вытрите денсиметр и термометр.
23. Запишите данные в рабочий лист ввода данных помеханическому составу почвы.
24. Оставьте мензурку на месте, не перемещая ее, в течение 24 часов (например, до времени того же урока на другой день школьных занятий).

    Примечание: длительность этого времени критически важна и не должна намного превышать 24 часа.
25. Снимите последние показания денсиметра и термометра.
26. Внеситеданные в рабочий лист ввода данных.

27. Вылейте суспензию почвы в специальное ведро, вынесите его на улицу и вылейте в место, отведенное для сброса почвенных материалов.

    НЕ ВЫЛИВАЙТЕ СУСПЕНЗИЮ ПОЧВЫ В УМЫВАЛЬНИК!

28. Аккуратно ополосните и вытрите насухо денсиметр, термометр, стаканы и мензурки. Повторите описанную процедуру дважды для образцов из того же горизонта так, чтобы в результате получить набор трех измерений для данного горизонта.

Примечание: описанная процедура включает значительный перерыв во времени и должна быть проведена для трех образцов из каждого горизонта. Число дней, необходимых для проведения полного комплекта измерений, зависит от количества доступного оборудования. После того, как образец почвы перемешивается с диспергирующим раствором и водой, он должен отстояться в течение одного дня до того, как производятся первые два измерения, а перед тем, как проводится последнее измерение, суспензия должна отстояться еще раз в течение 24 часов. Если почвенный профиль имеет пять горизонтов, эта процедура должна быть повторена 15 раз. Если у вас есть только одна мензурка объемом 500 мл, проведение измерений для всех образцов по очереди займет много дней. Этот процесс можно ускорить, если использовать большое количество мензурок. Одного денсиметра достаточно для работы по крайней мере с тремя мензурками, опыт с каждой последующей мензуркой будет начинаться с интервалом в три минуты. Однако, для использования в практической работе по определению солености воды (см. руководство *«Гидрологические исследования»)* будет достаточно одни мензурки объемом 500 мл; в случае, если учащиеся будут проводить исследования по характеристике почвы только несколько раз в течение нескольких учебных лет, вы можете использовать одну мензурку и один денсиметр, и проводить определение механического состава почвы в течение нескольких недель, сэкономив таким образом на стоимости оборудования.

Как проводить измерения pH

Эти измерения проводятся для трех образцов из каждого горизонта.

Смешайте почву с дистиллированной водой

1. Смешайте сухую, просеянную почву с дистиллированной водой в чашке или химическом стакане в отношении 1:1 (например, смешайте 20 г почвы с 20 мл воды, или 50 г почвы с 50 мл воды). Количество почвы и воды должно быть достаточным для того, чтобы измерения pH могли быть проведены в пределах *супернатанта* (так называется более прозрачная жидкость, находящаяся сверху осевших частиц почвы). Используйте ложку или другой инструмент для того, чтобы перенести образец почвы в стакан, но переносите ее в руках. На коже ваших рук имеются жиры и другие вещества, которые могут исказить значение pH. Тщательно перемешайте смесь почвы с водой ложкой или другим инструментом.

2. Перемешивайте смесь почвы с водой каждые 3 минуты в течение 15 минут. Через 15 минут оставьте смесь отстаиваться на 5 минут, в течение которых сформируется супернатант.

Измерение pH с помощью лакмусовой бумаги (для начинающего уровня)

1. Измерьте pH воды, используемой для этого протокола, в чашке или в химическом стакане, погрузив лакмусовую бумагу в воду и сравнив цвет бумаги с цветовой шкалой (см. *практическую работу по измерению pH* в руководстве *«Гидрологические исследования»).*

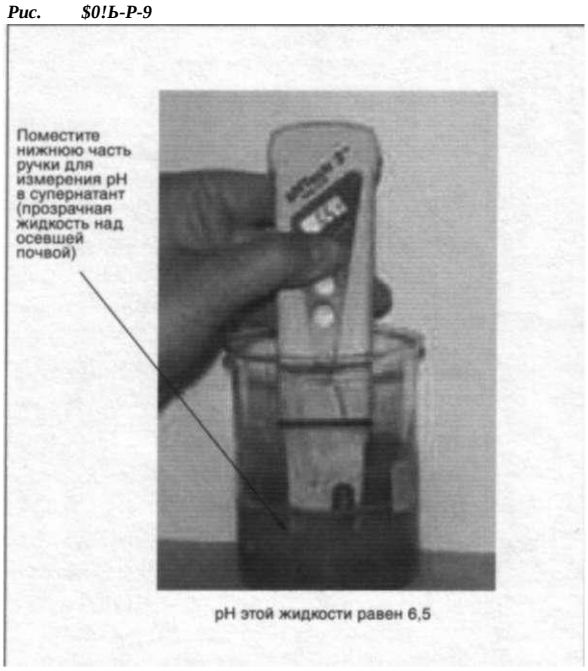
2. Измерьте pH супернатанта, погрузив в него лакмусовую бумагу (см. процедуру для лакмусовой бумаги в практической работе по измерению pH в руководстве *«Гидрологические исследования»).*

3. Внесите полученные данные в рабочий лист ввода данных pH почвы.

Измерение pH с помощью ручки или прибора для измерения pH (для учащихся со средним и высоким уровнями подготовки)

1. Проведите калибровку ручки или прибора для измерения pH с помощью буферных растворов, имеющих известное значение pH, согласно процедуре калибровки, описанной в руководстве *«Гидрологические исследования»).*
2. Измерьте pH воды, используемой для этого протокола, в чашке или в химическом стакане, погрузив в воду электрод ручки или прибора для измерения pH. Запишите значение pH воды.

Рис. $0!Б-Р-9



3. Для того, чтобы измерить pH почвы, погрузите электрод ручки или прибора для измерения pH в супернатант (см. рис. Б01Ь-Р-9).
4. Внесите полученные данные в рабочий лист ввода данных pH почвы.

Как проводить измерения плодородия почвы

Часть 1. Подготовка и экстракция

1. Наполните пробирку для экстракции из вашего набора для определения плодородия почвы дистиллированной водой до отметки 30 мл.
2. Добавьте в пробирку две таблетки *Б1ос-Ех.* Закройте пробирку и хорошо перемешайте содержимое, пока обе таблетки полностью не растворятся.
3. Удалите крышку и добавьте в пробирку одну ложку почвы (около 5 мл).
4. Закройте пробирку и перемешайте содержимое в течение одной минуты.
5. Поставьте пробирку отстаиваться, пока почва не осядет (это обычно занимает около 5 минут). Прозрачный раствор, находящийся над почвой, будет использован для определения содержания азота в форме нитрата (К), фосфора (Р) и калия (К).

Примечание: для некоторых почв, особенно с высоким содержанием глины, экстракция описанным образом может дать недостаточное количество прозрачного раствора. В этом случае повторите пункты 1-5.

Часть 2. Определение содержания азота в форме нитрата N

1. С помощью пипетки перенесите из пробирки для экстракции прозрачный раствор, находящийся над почвой, в пробирку для тестирования из вашего набора для определения плодородия почвы, наполнив пробирку до перетяжки (если количество прозрачного раствора недостаточно, повторите процедуру, описанную в части 1).
2. Добавьте в пробирку одну таблетку, помеченную «Нитрат \УЯ СТА». В некоторых случаях таблетка может распасться на несколько кусочков, поэтому убедитесь, что все эти кусочки помещены в пробирку для тестирования. Закройте пробирку и перемешивайте, пока таблетка не растворится полностью.
3. Поставьте пробирку для тестирования вертикально в чашку или химический стакан. Подождите 5 минут до появления окраски раствора. Время ожидания не должно превысить 10 минут.

4. Сравните интенсивность появившейся розовой окраски раствора с цветовой шкалой для азота в вашем наборе для определения плодородия почвы. Запишите результаты (высокое, среднее, низкое содержание или отсутствие азота) в рабочий лист ввода данных плодородия почвы.
5. Вылейте раствор. Вымойте пробирку и пипетку дистиллированной водой.
6. Повторите эту процедуру с раствором, полученным для каждого из образцов почвы. После каждого теста не забудьте тщательно ополоснуть дистиллированной водой пипетку и пробирку.

Часть 3. Определение содержания фосфора (P)

1. С помощью чистой пипетки перенесите из пробирки для экстракции 25 капель прозрачного раствора, находящегося над почвой, в чистую пробирку для тестирования из вашего набора для определения плодородия почвы (если количество прозрачного раствора недостаточно, повторите процедуру, описанную в части 1).
2. Наполните пробирку до перетяжки дистиллированной водой.
3. Поместите в пробирку одну таблетку, помеченную «Фосфор». В некоторых случаях таблетка может распасться на несколько кусочков, поэтому убедитесь, что все эти кусочки перенесены в пробирку для тестирования. Закройте пробирку и перемешивайте содержимое, пока таблетка не растворится полностью.
4. Поставьте пробирку для тестирования вертикально в чашку или химический стакан. Подождите 5 минут до появления окраски раствора. Время ожидания не должно превысить 10 минут.
5. Сравните интенсивность появившейся синей окраски раствора с цветовой шкалой для фосфора в вашем наборе для определения плодородия почвы. Запишите результаты (высокое, среднее, низкое содержание или отсутствие фосфора) в рабочий лист ввода данных плодородия почвы.
6. Вылейте раствор. Вымойте пробирку и пипетку дистиллированной водой.
7. Повторите эту процедуру с раствором, полученным для каждого из образцов почвы. После каждого теста не забудьте тщательно сполоснуть дистиллированной водой пипетку и пробирку.

Часть 4. Определение содержания калия (K)

1. С помощью чистой пипетки перенесите из пробирки для экстракции прозрачный раствор, находящийся над почвой, в пробирку для тестирования из вашего набора для определения плодородия почвы, пока пробирка не будет наполнена до перетяжки (если количество прозрачного раствора недостаточно, повторите процедуру, описанную в части 1).
2. Добавьте в пробирку одну таблетку, помеченную «Калий». В некоторых случаях таблетка может распасться на несколько кусочков, так что убедитесь, что все эти кусочки перенесены в пробирку для тестирования. Закройте пробирку и перемешивайте содержимое, пока таблетка полностью не растворится. Примечание: растворение этой таблетки может занять больше времени, чем растворение других таблеток.
3. Сравните степень замутненное™ раствора с цветовой шкалой для калия в вашем наборе для определения плодородия почвы. Держа пробирку на фоне черных квадратов, изображенных в левой колонке, сравните цвет и замутненность раствора с квадратами, изображенными в правой колонке. Запишите результаты (высокое, среднее, низкое содержание или отсутствие калия) в рабочий лист данных плодородия почвы.

4. Вылейте раствор. Вымойте пробирку и пипетку дистиллированной водой.
5. Повторите эту процедуру с раствором, полученным для каждого из образцов почвы. После каждого теста не забудьте тщательно сполоснуть дистиллированной водой пипетку и пробирку.

Представление данных

Запишите свои данные в рабочих листах ввода данных объемной плотности, механического состава, pH и плодородия почвы. Для описания профиля потребуется более одного экземпляра листов, поэтому сделайте несколько копий. Скрепите листы для одного и того же почвенного профиля так, чтобы все данные по этому профилю были вместе. Загрузите ваши данные в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Часть вторая: измерения влажности и температуры почвы

Введение

В этом разделе излагается материал, являющийся основой для проведения трех стандартных практических работ, а также четвертой (дополнительной) практической работы для учащихся с более высоким уровнем подготовки. Все эти практические работы имеют отношение к измерниям влажности и температуре почвы. Для начала учащиеся выполняют простую процедуру по определению влажности почвы. Они взвешивают образец почвы, высушивают и снова взвешивают его. Разница в весе равна количеству воды, которое удерживает почва. Дополнительная практи¬ческая работа для учащихся с более высоким уровнем подготовки включает использование гипсовых блоков и прибора для определения влажности почвы с ежедневным снятием показаний содержания воды в почве. Другие две практические работы посвящены измерению других важных свойств почвы. При помощи двух концентрических банок измеряется скорость, с которой вода впитывается в почву (инфиль¬трация). При помощи небольшого термометра с циферблатом или цифровым дисплеем измеряется температура почвы.

Участок для исследований

Как правило, участок для исследования влажности почвы должен находиться на открытом месте, не иметь нависающих крон деревьев, и быть удален не более чем на 100 м от участка для исследования атмосферы, или от вспомогательного участка для исследования атмосферы, где имеется хотя бы дождемер. В зависимости от того, какая стратегия сбора образцов почвы вами используется (см. ниже), вам может понадобиться участок диаметром 10 м, характеризующийся пологими склонами, однородными почвенными характеристиками, естественным увлажнением почвы и однород¬ными условиями освещенности. Рекомендуется проводить измерения характеристик почвы, температуры почвы и инфильтрации в пределах этого же однородного участка диаметром 10 м с тем, чтобы эти измерения были привязаны к измерениям влажности почвы. Некоторые школы могут выбрать более обширный участок величиной 10 на 60 м, если он отвечает всем перечисленным вышекритериям; в пределах такого участка допускается некоторая вариация в уклоне местности и других характеристиках.

Ваш участок для исследования влажности почвы должен:

не иметь искусственного орошения. Поскольку мы собираемся исследовать зависимость свойств почвы в от солнечной радиации и естественных осадков, то важно, чтобы на вашем участке не было искусственного орошения;

быть однородным. Влажность почвы может значительно варьировать в пределах небольших расстояний. Вашей задачей является найти место, на котором влажность почвы является типичной для всего участка исследований. Постарайтесь выбрать относительно плоский участок с однородными свойствами почвы и характером растительности;

быть относительно ненарушенным. Образцы почвы должны браться не ближе чем в трех метрах от строений, дорог, троп, спортивных площадок и других мест, где в результате деятельности человека почва может быть спрессована или сильно нарушена;

быть безопасным для раскопок. Выясните в местных компаниях коммунального обслужи¬вания, не имеется ли в районе ваших предполагаемых раскопок кабельных линий, подземных труб или труб дождевальных систем орошения. Ваши раскопки будут проводиться на глубину не более одного метра.

Частота измерений

Влажность почвы будет измеряться через равномерные интервалы времени двенадцать раз в год. Выберите для этого период, в течение которого обычно ожидаются значительные изменения влажности почвы на участке. Наблюдения за влажностью почвы не должны проводиться в случае, когда почва промерзла. Измерения влажности почвы, проводимые еженедельно в начале сухого сезона, помогут вам предсказать рост растений. Ежемесячные наблюдения в течение года или измерения каждые три недели в течение девяти или десяти месяцев учебного года помогут понять важные сезонные колебания влажности почвы.

Проводите свои измерения в одно и то же время дня, избегая раннего утра, когда лежит роса. Влажность почвы изменяется медленно в течение дня, так что конкретное время отбора образцов не является критическим фактором. Тем не менее, отбор образцов в одно и то же время дня позволит вам избежать влияния небольших колебаний в течение дня на ваши еженедельные или ежемесячные наблюдения.

Измерения температуры почвы проводятся один раз в неделю, в тот же день, когда проводятся измерения влажности почвы, и в том же месте. Если ваша школа не проводит измерений влажности почвы, проведите измерение температуры в 10 м от вашего участка для исследования атмосферы, следуя стратегии отбора проб для измерения температуры, описанной в разделе *«Отбор образцов по схеме звезды».* Еженедельные измерения температуры почвы должны проводиться в течение одного часа после местного солнечного полудня. Каждые три месяца, желательно в марте, июне, сентябре и декабре, в течение двух последовательных дней проведите измерения температуры почвы через каждые два или три часа в дневное время для определения колебаний температуры на вашем участке в течение дня.

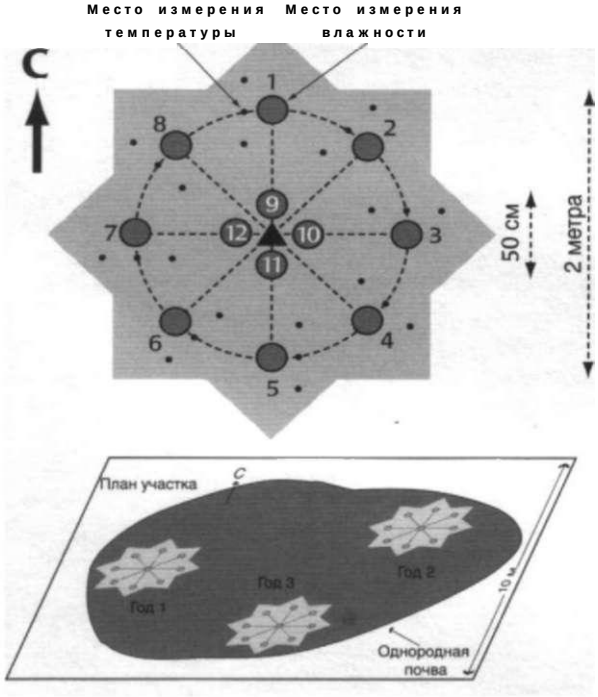
Измерения инфильтрации проводятся трижды в год, в ходе исследования влажности почвы - лучше всего в начале, в середине и в конце всего периода наблюдений, в тот же день, когда измерения влажности почвы. Если влажность почвы измеряется один раз в месяц, проводите измерения инфильтрации один раз для каждого времени года.

Стратегия отбора образцов и план участка

Приборы и материалы

Журналы исследований по программе GLOBE и карандаши.

Рис. SOIL-P-10. Отбор образцов по «схеме звезды»



Компас и мерная лента длиной 50 м.

Линейка длиной 25 см или метровая планка.

Совок.

Отбор образцов по «схеме звезды» (6 контейнеров)

Измерения проводятся по схеме, имеющей форму звезды, с отбором образцов каждый раз в различных точках схемы. Образцы для определения влажности почвы отбираются на глубине от 0 до 5 см и на глубине 10 см. Для каждой из глубин необходимо взять три образца (один основной и два дополнительных на расстоянии 25 см от основного) для определения разброса измерений. Измерьте температуру почвы в трех местах на глубинах 5 см и 10 см на растоянии 25 см от места, где взяты образцы, следуя указаниям, данным в *практической работе по измерению температуры почвы.*

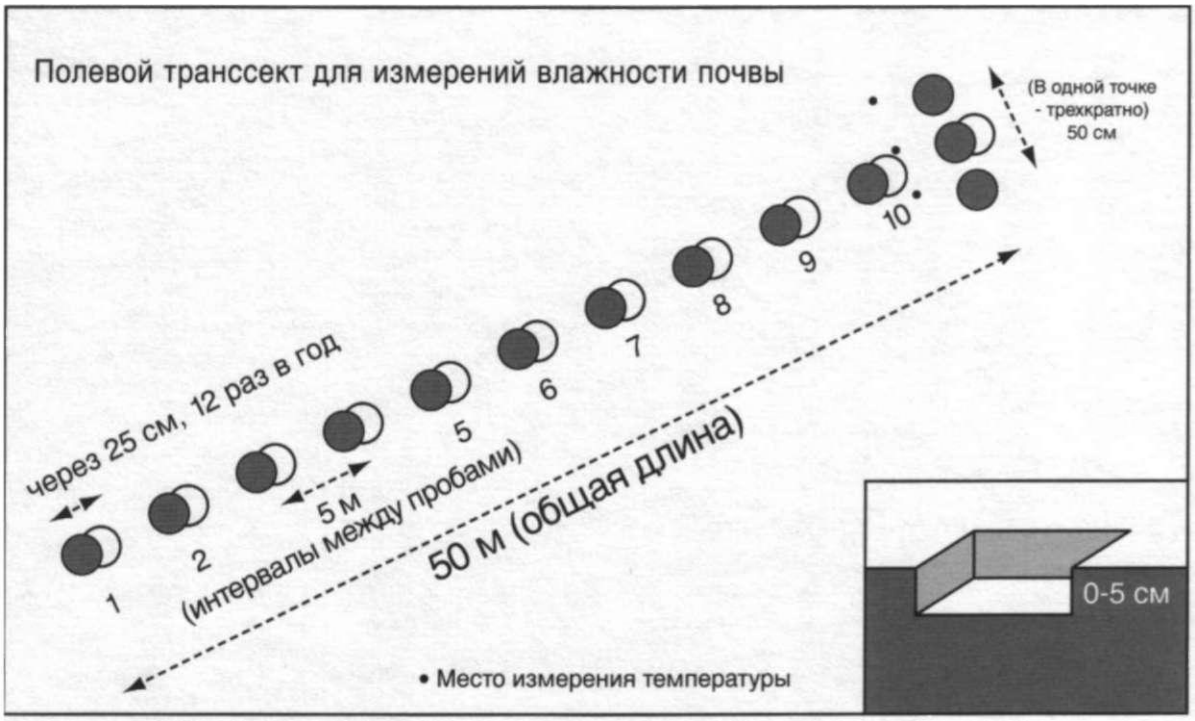
Заложите схему в виде звезды диаметром два метра: используя мерную планку и компас, найдите четыре точки, отстоящие примерно на один метр к северу, югу, западу и востоку от центрального столбика. Найдите еще четыре точки, находящиеся на полпути между каждой из первых четырех точек вдоль соединяющей их воображаемой окружности. Теперь у вас имеется восемь концов звезды. Еще четыре точки должны находиться в 25 см от центрального столбика вдоль направлений север - юг и запад - восток. Каждый год выбирайте новый центр звезды в 10 м от центра звезды, использованной в прошлом году, и повторяйте ту же схему. Отбор шести образцов почвы с помощью совка занимает не более десяти минут.

Отбор образцов вдоль транссекта (13 контейнеров и рулетка длиной 50 м, или шнур, размеченный через каждые 5 м)

Если учащиеся имеют доступ к открытому естественному полю, рекомендуется отбирать пробы для измерений вдоль транссекта. Образцы почвы будут браться из верхних 5 см почвы. Каждый раз будет собрано 13 образцов - десять однократных, взятых вдоль транссекта, и один трехкратный (один образец на транссекте и два дополнительных в пределах 25 см от первого) для определения разброса измерений.

Проложите ваш транссект вдоль прямой линии длиной 50 м, проходящей по открытой местности, желательно в пределах 100 м от вашего дождемера. Проведите определение влажности почвы через каждые 5 м вдоль линии транссекта. Используйте шнур, размеченный узлами, или измерительную рулетку для нахождения точек для взятия образцов. Ориентация не имеет значения, но вы должны занести выбранную ориентацию в примечаниях

Рис. 80Ib-P-11



рабочего листа ввода данных об участке исследований, а также в листе для ввода данных по обозначению участка исследо-ваний. В следую-щий раз при взятии образцов вдоль транссекта, сдвиньте каждую из точек, где берутся образцы, на 25 см в сторону для того, чтобы избежать взятия образцов в одном и том же месте. Прокладка транссекта и взятие образцов вдоль него может занять около одного часа, особенно если количество комплектов оборудования ограничено, и если одновременно проводятся другие наблюдения за характером почвы и ее поверхности.

Отбор образцов на различных глубинах (5 контейнеров и бур)

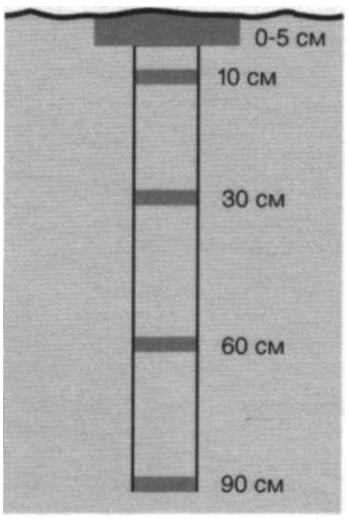


Рис. Б01Ь-Р-12

Учащиеся проводят измерения по схеме в виде восьмиконечной звезды, с отбором образцов каждый раз в различных точках схемы. Образцы почвы должны отбираться на пяти разных глубинах из одного и того же шурфа. Используйте совок для взятия образца из поверхностного слоя почвы (от 0 см до 5 см) и почвенный бур для для взятия образцов на четырех глубинах (10 см, 30 см, 60 см и 90 см). В отличие от двух описанных вышестратегий отбора проб, которые разработаны исключительно для открытой местности, данная стратегия может быть использована как на открытой местности, так и под пологом деревьев, в зависимости от того, какой сравнительный анализ данных будет проводиться (например, сравнение влажности почвы с испарением или с характером роста деревьев). Заложите схему в виде звезды вокруг центрального колышка, как описано выше, и определите точки, где будут располагаться шурфы для взятия образцов. Если бур наткнется на какое-либо препятствие, сдвиньте данную точку на 25 см в сторону и попробуйте снова. В зависимости от условий, бурение шурфа глубиной 90 см и взятие образцов из него может занять до 30 минут.

В тех местностях, где почва не имеет высокой кислотности, учащимся с высоким уровнем подготовки рекомендуется также провести дополнительную *практическую работу по определению влажности почвы с помощью гипсовых блоков.*

Гравиметрический анализ влажности почвы

Предназначение практической работы

Определение содержания воды в почве.

Обзор

Образцы почвы отбираются в поле согласно одной из трех описанных стратегий. В каждом случае практическая работа включает три основных этапа:

1. взятие образцов почвы.
2. взвешивание, сушка и снова взвешивание образцов почвы.
3. предоставление данных.

Продолжительность измерений

До 15 минут для сбора каждого образца, 15 минут для первого взвешивания, 15 минут для второго взвешивания. Образцы высушиваются в сушильной печи в течение ночи.

Частота измерений

Двенадцать раз в год через регулярные интервалы времени (еженедельно или ежемесячно).

Уровень подготовки

Любой.

Важнейшие концепции

Почва удерживает влагу.

Влажность почвы увеличивается после выпадения осадков, причем степень этого увеличения зависит от многих факторов.

Влажность почвы уменьшается в сухую солнечную погоду, причем степень этого уменьшения также зависит от многих факторов.

Навыки

Отбор образцов почвы.

Использование весов.

Регистрация данных.

Приборы и материалы

Журналы исследований по программе GLOBE.

Рабочий лист данных по влажности почвы («схема звезды» или транссект).

Совок или подходящий бур.

От пяти до тринадцати контейнеров для почвы (консервные банки для сбора образцов, небольшие стеклянные банки с плотно прилегающими крышками и т.д.).

Липкая лента и ручки для этикетирования банок с образцами почвы.

Сушильная печь для высушивания почвы.

Термометр (позволяющий измерять температуру до 110 °C).

Аналитические весы с точностью до 0,1 г.

Рукавица или кухонная ухватка для удаления банок с почвой из сушильной печи.

Метровая планка.

Подготовка

Заложите участок, где будет определяться влажность почвы.

Определите частоту и выберите стратегию отбора образцов.

Соберите все необходимые материалы.

Предварительные требования

Желательно, чтобы поблизости имелся дождемер, и чтобы на вашем участке для исследования влажности почвы была проведена также *практическая работа по определению характеристик почвы*.

Порядок проведения отбора образцов для определения влажности почвы

Подготовка к отбору образцов

1. Кратко обсудите процедуры, стратегию и схему отбора образцов.
2. Обозначьте каждую банку отдельным номером для идентификации.
3. Запишите местонахождение и краткое описание участка.
4. Найдите точку, где будут отбираться образцы.

Процедура отбора образцов согласно «схеме звезды» или на транссекте

1. Отметьте тип растительного покрова - например, низкая (менее 10 см) трава, высокая трава, или обнаженная почва. Удалите растительность с поверхности почвы. Отметьте, имеются ли деревья, нависающие над местом отбора образцов или находящиеся неподалеку.
2. Выкопайте ямку 10 см в диаметре и до 5 см глубиной. Оставьте выбранную почву в ямке.
3. Переберите почву, удаляя из нее все камни и гальку размером более, чем с горошину (около 5 мм), а также червей, личинок насекомых и прочих животных.
4. Наполните контейнер для почвы на три четверти, насыпав в него примерно 100 г почвы.
5. Пронумеруйте контейнер и запишите дату, время, глубину ямки и номер банки в рабочий лист ввода данных по влажности почвы. Если вы пользуетесь схемой транссекта, перейдите к пункту 9.
6. Удалите почву до глубины около 8 см.
7. Углубите ямку еще на 4 см. Оставьте выбранную почву в ямке.
8. Повторите пункты 3, 4 и 5 для нового образца почвы глубиной 4 см.
9. Аккуратно возвратите остаток почвы в ямку.
10. Плотно закройте контейнер и поместите его вдали от солнечного света или от источников тепла; ваш образец почвы готов к транспортировке в лабораторию или класс.
11. Сделайте одно измерение температуры на расстоянии 25 см от каждой точки, где брался образец почвы, на глубине 5-10 см, следуя указаниям в *практической работе по измерению температуры почвы.*

Отбор образцов методом бурения

1. Возьмите образец из верхних 5 см почвы, следуя пунктам 1-5, описанным выше в разделе «Отбор образцов по «схеме звезды» или на транссекте».
2. Пробурите шурф глубиной до верхнего уровня первого требуемого слоя почвы (10 см).
3. Используйте бур для извлечения примерно 100 г почвы.
4. Возьмите образец почвы так, чтобы его центр находился на требуемой глубине.
5. Переберите почву, удаляя из нее все камни и гальку размером более, чем с горошину (около 5 мм), а также червей, личинок насекомых и прочих животных.
6. Наполните контейнер для почвы на три четверти, насыпав в него примерно 100 г почвы.
7. Пронумеруйте контейнер и запишите дату, время, глубину и номер контейнера в рабочем листе ввода данных.
8. Плотно закройте контейнер и поместите его вдали от солнечного света или от источников тепла.
9. Повторите пункты 1 - 8 для каждой глубины (30 см, 60 см и 90 см), используя один и тот же шурф.
10. Аккуратно возвратите остаток почвы в шурф.
11. Сделайте по три измерения температуры на глубинах 5 см и 10 см, на расстоянии не более 25 см от шурфа.

Как взвешивать и высушивать образцы почвы

Подготовка к взвешиванию и высушиванию образцов почвы

1. Нагрейте печь.
2. Проведите калибровку весов с помощью весового эталона для того, чтобы убедиться в аккуратности измерений.
3. Запишите в журнале исследований по программе G L O B E вес эталона с точностью до ближайших 0,1 г. Этот вес не должен отклоняться более чем на 0,25 г от ранее записанного весового эталона.

Процедура взвешивания и высушивания

1. Если банка (контейнер) с образцом почвы запечатана липкой лентой, снимите ее и откройте банку.
2. Взвесьте контейнер с образцом почвы. Вы определили *вес влажного образца.*
3. Запишите дату и время, когда был взят образец, номер контейнера и вес влажного образца с точностью до ближайших 0,1 г в рабочем листе ввода данных по определению влажности почвы.
4. Для того, чтобы высушить образец, поместите открытую банку в сушильную печь при следующих условиях (как минимум):

   Сушильная печь с вентиляцией - от 95° до 105°C, 10 часов.

   Печь для дегидрации - от 75° до 95°C, 24 часа.

   Микроволновая печь - выберите высокое напряжение; употребляйте только контейнер, выдерживающий нагревание в микроволновой печи; повторяйте пятиминутные периоды нагревания, каждый раз взвешивая образец, до тех пор, пока вес образца не будет отличаться от предыдущего значения менее чем на 0,25 г.
5. Выньте банку из печи с помощью рукавицы или кухонной ухватки. Дайте остыть в течение пяти минут.
6. Снова взвесьте контейнер с почвой для определения *веса сухого образца.*

   Примечание: если вы не уверены, что образец полностью высушен, удалите его из печи, взвесьте и снова поместите в печь на 10 минут. Если вес уменьшится не более чем на 0,25 г, образец высушен полностью.
7. Запишите количество времени, затраченное на сушку образца, тип использованной сушильной печи и вес сухого образца с точностью до ближайших 0,1 г в рабочем листе ввода данных по определению влажности почвы. Вычислите вес воды путем вычитания веса сухого образца из веса влажного образца.
8. Высыпьте почву из каждого контейнера и начисто протрите контейнеры бумажным полотенцем.
9. Взвесьте сухой пустой контейнер для определения веса контейнера.
10. Запишите вес контейнера с точностью до ближайших 0,1 г в рабочем листе ввода данных по определению влажности почвы. Вычислите вес сухой почвы путем вычитания веса контейнера из веса сухого образца.
11. Вычислите содержание влаги в почве путем деления веса воды на вес сухой почвы, и запишите результат в рабочем листе ввода данных по определению влажности почвы.
12. Повторите пункты 1-11 для каждого образца почвы.

Представление данных

Загрузите следующую информацию в базу данных учащихся-участников программы GLOBE:

- Дата и время отбора образца.
- Номер контейнера.
- Глубина (в см).
- Вес влажного образца (в граммах).
- Вес сухого образца (в граммах).
- Вес пустого контейнера (в граммах).
- Метод сушки (выберите один из следующих методов: сушильная печь, 95° - 105°C; сушильная печь, 75° - 95°C; микроволновая печь.
- Среднее время сушки (в часах и / или минутах).

- Почвенные условия в данное время: насыщена ли почва водой? (выберите ДА или НЕТ).
- Если использовалась методика транссекта, сообщите расстояние между точками взятия образцов на транссекте.

Учащиеся могут вычислить значение содержания влаги в почве (СВП) согласно данному ниже определению, или же этот расчет может быть выполнен базой данных GLOBE. Для проверки точности расчетов рекомендуется вычислить это значение и занести его в лист ввода данных. Если значение СВП, определенное учениками, отличается более чем на 1 % от значения, рассчитанного базой данных, на экране появится предупреждение. В этом случае ученики должны будут убедиться, что в лист были занесены правильные значения каждого веса, и проверить свои расчеты.

В дополнение загрузите, пожалуйста, в базу данных следующую информацию, используя ваш лист ввода данных по определению участка для исследования влажности почвы:

- координаты участка для исследования по данным GPS (местоположение центра звезды, шурфа для гипсового блока, или колышка, обозначающего один из концов транссекта);
- расстояния до других важных точек и направления на них (например, дождемер, максимальный и минимальный термометр, местоположение ближайшей точки, где брался образец почвы);
- как можно охарактеризовать поверхность вашего участка? Выберите подходящий ответ из следующих: почва находится в естественном состоянии; почва была распахана; почва была грейдирована; почва была выкопана и вновь засыпана; почва спрессована; другие варианты;
- как можно охарактеризовать растительный покров на поверхности вашего участка? Выберите подходящий ответ из следующих: в основном, обнаженная почва; низкая трава (менее 10 см); высокая трава (более 10 см);

как можно охарактеризовать древесный ярус? Выберите подходящий ответ из следующих (предполагая, что наблюдение относится к сезону вегетации): открытая местность; имеется некоторое количество деревьев в радиусе 30 м; находится под пологом деревьев;

классификация почвы (для этой информации используйте лист ввода данных по определению характеристик почвы).

Опишите и сообщите все возможные почвенные характеристики, следуя процедурам приведенным *в части первой* этого раздела;

классификация наземного покрова. Проведите классификацию вашего участка для исследования влажности почвы согласно *протоколу для системы МИС* и сообщите код четвертого уровня МиС и название типа земного покрова.

Анализ влажности почвы с помощью гипсовых блоков (дополнительная работа)

Предназначение практической работы

Измерение содержания влаги в почве на основании электропроводности гипсовых блоков.

Обзор

Практическая работа для анализа влажности почвы с помощью гипсовых блоков состоит из следующих пунктов:

1. установка гипсовых блоков на глубинах 10 см, 30 см, 60 см и 90 см;
2. снятие показаний прибора для измерения влажности почвы.
3. калибровка гипсовых блоков;
4. составление калибровочной кривой.

Продолжительность измерений

10 минут ежедневно.

Для начальной калибровки необходимо выполнить практическую работу по гравиметрическому анализу влажности почвы для глубины 30 см примерно 20 раз в течение шести-восьми недель.

Уровень подготовки учащихся

Высокий.

Частота проведения измерений

Ежедневно.

Установка и калибрация гипсовых блоков должны проводиться ежегодно.

Важнейшие концепции

- Электропроводность гипсовых блоков зависит от влажности почвы и является функцией содержания воды в почве.
- Местные условия влияют на насыщение гипсовых блоков водой, и поэтому необходима калибровка блоков.
- Влажность почвы возрастает после выпадения осадков.
- Степень увеличения влажности почвы после выпадения осадков зависит от многих факторов.
- Влажность почвы уменьшается в сухие, солнечные дни.
- Скорость высыхания почвы зависит от многих факторов.

Навыки

Сбор образцов почвы.

Использование весов.

Использование измерителя влажности почвы.

Регистрация данных.

Приборы и материалы

- Почвенный бур.
- Мерная планка или метровая линейка.
- Четыре гипсовых блока.
- Четыре отрезка поливинилхлоридной трубы размером 10 см x 7,6 см (или четыре консервных банки) для закрепления проводов на поверхности.
- Два ведра объемом 4 литра для помещения и перемешивания почвы.
- Вода для изготовления комков грязи (1 л).
- Одна направляющая поливинилхлоридная труба размерами 1 м x 2 см.
- Палка для спрессовывания почвы (например, ручка от старой швабры).
- Журналы для исследований по программе GLOBE и карандаши.
- Прибор для измерения влажности почвы.
- Разграфленная бумага.
- Калькулятор.
- Материалы для выполнения *протокола для гравиметрического анализа влажности почвы.*

Подготовка

Обозначьте на местности участок для исследования влажности почвы.

Определите необходимые метаданные по этому участку для исследования влажности почвы, и составьте отчет по ним.

Приготовьте все необходимые приборы и материалы.

Предварительные условия

Желательно иметь поблизости дождемер, а также предварительно выполнить на вашем участке для исследования влажности почвы практическую работу по определению характеристик почвы.

Установка гипсовых блоков

1. Поместите гипсовые блоки в контейнер с водой и оставьте их в нем для насыщения в течение 5 минут.

2. Пробурите на необходимую глубину шурф для каждого блока-датчика (10 см, 30 см, 60 см и 90 см). Почвенный бур действует по принципу штопора - просто нажмите на его вал и поверните ее. Лучше всего вынимать головку бура из шурфа после каждого оборота вала на 360° и удалять почву из головки. Если головка бура переполнится, удалять почву будет очень трудно. Поместите вынутую почву в большое ведро, чтобы не засорять участок. Четыре шурфа должны находиться рядом друг с другом в вышеуказанной последовательности для того, чтобы избежать возможной путаницы при снятии и регистрации показаний.

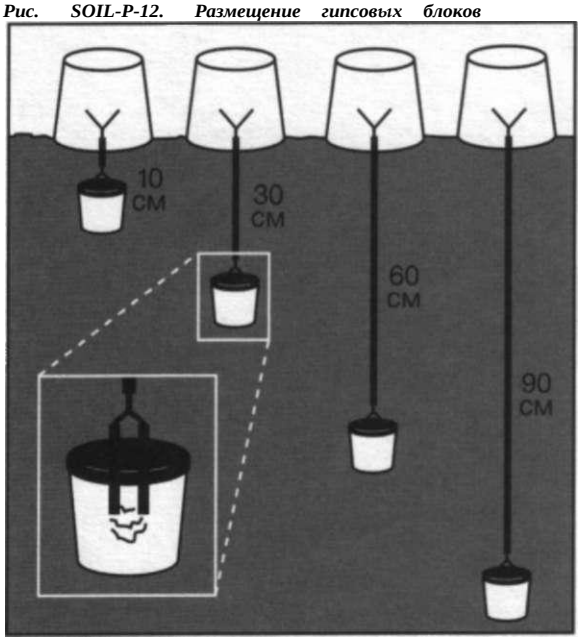
3. Поместите две большие горсти вынутой из шурфа почвы в небольшое ведерко или другой контейнер. Добавьте немного воды, перемешайте и слепите комок земли. Комок не должен рассыпаться. Удалите из него все камни.

4. Опустите комок земли на дно шурфа. Убедитесь, что комок достиг дна.

5. Протяните провод, идущий от одного из датчиков, через направляющую поливинил-хлоридную трубу.

6. Возьмитесь за конец провода и натяните его так, чтобы датчик был плотно прижат к концу трубы. Опустите датчик в шурф, держа его в прижатом положении у нижнего конца трубы. Крепко держа провод у верхнего конца трубы, осторожно продвиньте трубу вниз для того, чтобы вжать датчик в комок земли на дне шурфа. Примечание: поскольку спрессовывание почвы вокруг датчика затруднительно, комок грязи служит для лучшего контакта между датчиком и частицами почвы.

Рис. SOIL-P-12. Размещение гипсовых блоков



7. Удерживая датчик с помощью трубы, начните заполнять шурф землей. Добавьте несколько горстей земли и осторожно спрессуйте ее ручкой от швабры или палкой. Затем добавьте еще земли и, спрессовывая ее, удалите трубу. Продолжайте добавлять землю порциями по несколько горстей каждая, и плотно спрессовывайте ее по мере добавления. При заполнении шурфа землей держите провод в вертикальном положении относительно поверхности почвы.

8. Поместите часть провода, находящуюся на поверхности, в короткий (10-20 см длиной) отрезок поливинилхлоридной трубы или в консервную банку (удалив оба донышка) для защиты провода и для того, чтобы место опыта было хорошо обозначено на местности.

   8.1. Отметьте на трубе или банке глубину данного шурфа с датчиком.

   8.2. Проденьте провод через трубу или банку и вдавите трубу или банку на 2-5 см в почву, таким образом зафиксировав ее на месте. Не обрезайте провод; смотайте его свободный конец, торчащий из земли, и поместите в трубу или банку, чтобы он не препятствовал проведению измерений.

8.3. Накройте отрезок трубы небольшой перевернутой консервной банку поверх для защиты от дождя.

9. Повторите описанную выше процедуру для каждого датчика.

Проводите измерения не менее чем через неделю после установки датчиков. Должна пройти по крайней мере неделя, чтобы датчики достигли равновесия с естественными условиями в почве. Имейте в виду, что провода, соединенные с гипсовыми блоками, могут ломаться, особенно в местах их контакта с измерителем влажности. Если конец провода обломался, зачистите изоляцию и сделайте новый контакт. Для этого над землей должен быть оставлен провод достаточной длины.

Снятие показаний прибора для измерения влажности почвы

Поздравляем! Установка ваших гипсовых блоков завершена. Выждите не менее недели, прежде чем начинать проводить измерения и сообщать снятые показания в архив данных учащихся- участников программы GLOBE. Затем снимайте показания гипсовых блоков ежедневно для наблюдения за изменениями влажности почвы. Это интересное и простое занятие. Не следует снимать показания в то время, когда поча промерзает.

Подготовка

Проверьте прибор для измерения влажности почвы, чтобы убедиться, что он работает правильно согласно инструкции производителя. Проделывайте это каждый раз перед тем, как использовать прибор.

Как снимать показания влажности почвы

1. Проверьте прибор для измерения влажности почвы для каждого гипсового блока.

   1.1. Соедините прибор для измерения влажности почвы с проводами, идущими от гипсового блока, установленного на глубине 10 см.

   1.2. Нажмите кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ». Подождите до тех пор, пока прибор не покажет постоянную величину,значение которой не должно быть отрицательным.

   1.3. Внесите дату, время, состояние почвы (СП) в данный момент, и показание прибора для измерения влажности почвы в рабочий лист ввода данных ежедневных показаний гипсовых блоков, в соответствующем столбце для.

   1.4. Разъедините провода и прибор для измерения влажности, и уберите провода.

   1.5. Накройте отрезок трубы банкой.

   1.6. Повторите процедуру, описанную в пунктах 1.1 - 1.5, для остальных гипсовых блоков, установленных на глубине 30 см, 60 см и 90 см.

2. Загрузите показания всех четырех датчиков в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

3. Используя калибровочную таблицу, переведите показания прибора для измерения влажности в содержание влаги в почве.

Как пользоваться рабочим листом ввода данных ежедневных показаний гипсовых блоков

В крайнем левом столбце листа имеются цифры от 1 до 0. По мере того, как вы снимаете показания, ведите текущий учет путем добавления цифр к этому столбцу (11,12 и т.д.). Это позволит любому, кто будет просматривать ваши листы ввода данных, убедиться, что в них нет пропущенных страниц. На листе отведено место для представления данных в виде графика по мере их накопления. Как правило, значения влажности почвы меняются постепенно, за исключением резкого ее возрастания после дождя.

Калибровка гипсовых блоков

Чтобы определить содержание влаги в почве (СВП) по показаниям прибора для измерения влажности почвы, необходимо произвести калибровку гипсовых блоков. Эта процедура может занять 6-8 недель в зависимости от того, насколько быстро выбранная вами почва проходит через полный цикл высыхания. Вместо того, чтобы проводить калибовку гипсовых блоков для каждой глубины, мы выбрали для калибровки датчик, находящийся на глубине 30 см. Технически это означает, что почвенный профиль считается однородным, а гипсовые блоки - идентичными. Проведение описанной ниже процедуры калибровки занимает около 30 минут. По желанию, можно также провести калибровку гипсовых блоков, находящихся на глубинах 10 см, 60 см и 90 см.

Порядок проведения измерений

1. Снимите показание прибора для измерения влажности почвы для датчика, находящегося на глубине 30 см.
2. Выберите произвольное место на расстоянии 5 м от того шурфа, где находится этот гипсовый блок.
3. Расчистите поверхность почвы.
4. Пробурите шурф на глубину 30 см и возьмите образец почвы весом 100 г из объема, центр которого находится на этой глубине. Пробурите шурф на глубину 30 см и возьмите образец почвы весом 100 г из объема, центр которого находится на этой глубине. Поместите образец почвы в контейнер и пронумеруйте контейнер.
5. Заполните шурф вынутой землей и восстановите по возможности наземный покров.
6. Запишите дату, время, глубину измерения и номер контейнера.
7. Следуйте инструкциям, приведенным в разделе *«Взвешивание и сушка образцов почвы»* для *гравиметрического анализа влажности почвы.* Отметьте метод, которым вы пользовались для высушивания образцов, и среднее время их высыхания.
8. В рабочем листе ввода данных ежегодной калибровки гипсовых блоков запишите дату и время вашего измерения, вес влажной и сухой почвы, вес контейнера, и полученное вами показание прибора для измерения влажности почвы. В листе также отведено место для вычисления содержания влаги в почве (СВП).
9. Повторите пункты 1-8 около двадцати раз по мере того, как почва проходит через один - два полных цикла высыхания. Прежде, чем снимать показания прибора для измерения влажности почвы в следующий раз, подождите до того, как они изменятся на 5 %. Ежегодно проводите новую установку и калибровку гипсовых блоков.

Составление калибровочной кривой

Как составлять график калибровочной кривой

1. Заполните рабочий листа ввода данных ежегодной калибрации гипсовых блоков с использованием следующей формулы для вычисления значений содержания влаги в почве (СВП) для каждой строки листа:

$$\text{СВП} = \frac{(\text{влажный вес} - \text{сухой вес})}{(\text{сухой вес} - \text{вес контейнера})} \times 100$$

Помните, что:

влажный вес = вес влажной почвы + вес контейнера

сухой вес = вес сухой почвы + вес контейнера

2. Составьте график, в котором на вертикальной оси будут отложены полученные значения содержания влаги в почве, а на горизонтальной оси - соответствующие показания прибора для измерения влажности почвы. Проведите или рассчитайте *наиболее подходящую квадратичную кривую* с использованием ваших пар данных, которые должны покрывать широкий диапазон значений влажности почвы. Эта кривая является калибровочной кривой, которую следует использовать для перевода всех остальных показаний прибора для измерения влажности почвы в значения содержания влаги в почве.

Если у вас имеются вопросы относительно составления калибровочной кривой, или если вам требуется помощь при работе с ней, ответственный исполнитель по разделу «Исследование влажности почвы» с удовольствием ответит на ваши вопросы и поможет вам; обращайтесь по адресу, приведенному в *приветствии.*

По окончании составления калибровочнной кривой, пожалуйста, пошлите по почте или по электронной почте копию графика и соответствующего рабочего листа данных ежегодной калибрации гипсовых блоков в архив данных учащихся-участников программы GLOBE по адресу, приведенному в *«Руководстве к выполнению».*

Если какие-либо показания прибора для измерения влажности почвы, снятые в течение года, выйдут за пределы показаний, отмеченные в вашем листе данных калибровки, возьмите образец почвы для гравиметрического анализа и используйте данные, полученные по этому образец, для дополнения вашей калибровочной кривой. Пошлите копию пересмотренного графика и соответствующего листа ввода данных ежегодной калибровки гипсовых блоков в архив данных учащихся-участников программы GLOBE.

Рис. SOIL-P-14. Пример калибровочной кривой для гипсовых блоков

30 см

Дата	Показание	СВП
4/2/97	42	7
25/2/97	17	3
6/3/97	96	35
8/3/97	91	25
18/3/97	70	14

Измерение инфильтрации

Предназначение практической работы

Измерение скорости, с которой вода впитывается в почву, как функции времени.

Обзор

В почву вдавливаются две консервные банки, одна из которых находится внутри другой, и в обе банки добавляется вода на высоту не менее 5 см. Фиксируется время, за которое уровень воды упадет до 2 или 4 см, и это измерение повторяется. Измерение инфильтрации дает представление о том, насколько быстро вода может перемещаться в почве в вертикальном направлении, и таким образом может служить показателем того, насколько данная местность подвержена затоплению.

Продолжительность измерений

Одно классное занятие для сооружения и проверки концентрического инфильтрометра.

45 минут или одно классное занятие для проведения измерений.

Эта работа может выполняться одновременно с *практической работой по гравиметрическому анализу влажности почвы.*

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота проведения измерений

Три или четыре раза в год на участке для исследований влажности почвы.

Один раз в год на пробном участке для характеристики почвы.

Во всех случаях измерения должны проводиться в радиусе, не превышающем 5 м.

Важнейшие концепции

Скорость инфильтрации меняется в зависимости от уровня насыщения почвы водой.

Если вода не сохраняется в почве, она должна либо испаряться, либо стекать, и может временно застаиваться на поверхности.

Навыки

Изготовление инфильтрометра.

Проверка работы прибора.

Организация исследований.

Проведение наблюдений.

Наблюдение интервалов времени.

Регистрация данных.

Анализ данных.

Приборы и материалы

Два металлических кольца:меньшее диаметром 10-20 см, и другое, на 5-10 см шире (например, банки из-под кофе).

Ведра или другие контейнеры для того, чтобы принести на участок не менее восьми литров воды.

Линейка.

Несмываемый фломастер.

Секундомер или часы с секундной стрелкой.

Кусок дерева.

Молоток.

Три контейнера для образцов почвы, пригодные для измерений влажности почвы.

Ножницы для стрижки травы.

Воронка.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Скорость инфильтрации определется путем измерения времени, которое занимает понижение уровня воды, находящейся на поверхности почвы, на определенную величину. Эта скорость меняется со временем, поскольку поры в почве заполняются водой, и достигает постоянной величины, которая характеризует скорость прохождения воды через *насыщенную* водой почву. Могут встречаться три различных типа инфильтрации:

Ненасыщенная инфильтрация - начальная скорость прохождения воды через почву высока, поскольку поры сухой почвы заполняются водой.

Насыщенная инфильтрация - скорость прохождения воды через почву постоянна, и определяется текстурой и структурой почвы.

Застаивание воды - скорость прохождения воды через почву приближается к нулю, когда почва насыщается полностью и более не способна пропускать воду через поры.

Подготовка

Выбор участка

Выберите место на расстоянии 2 5 м от участка для исследования влажности почвы или от пробного участка для характеристики почвы. Проследите за тем, чтобы не оставить открытым кран с садовым шлангом - в противном случае вода переполнит все точки для измерения влажности почвы!

Сооружение концентрического инфиль трометра

Срежьте донышки у банок.

Используя несмываемый фломастер или краску, частично закрасьте внутреннюю часть меньшего кольца; эта закрашенная полоса будет использоваться для слежения за уровнем воды. Ширина закрашенной полосы должна быть 20¬ 40 мм; она должна отстоять примерно на 9 см от дна банки. На многих банках имеются выдавленные ребра, которые могут быть использованы для той же цели; их также следует закрасить для лучшей видимости.

Измерьте и запишите ширину закрашенной полосы (в мм).

Измерьте и запишите ширину внутреннего и внешнего колец (банок) (в см).

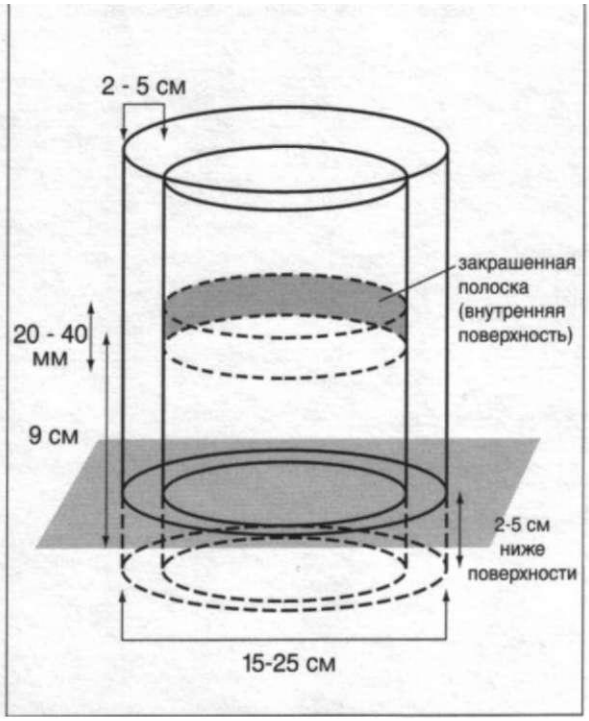
Измерение времени

Используя секундомер или часы с секундной стрелкой, измерьте время, необходимое для впитывания воды в почву. Если вы используете секундомер, включите его, когда вода в первый раз будет налита во внутреннее кольцо, и записывайте истекшее время для каждого измерения.

Тренировка

Перед проведением этой практической работы учащимся следует провести тренировку, включая измерение времени, для того, чтобы они освоились с проведением измерений. Тренировка должна проводиться в месте, где имеется непосредственный доступ к воде и с достаточным запасом времени,чтобы учащиеся не были ограничены 45 минутами для набора измерений и могли в случае необходимости начать измерения сначала. Если тренировку проводить на участке с песчаной почвой, инфильтрация будет протекать гораздо быстрее, и учащиеся сполучат возможность сделать больше измерений.

Рис. SOIL-P-75. Двойной кольцевой инфильтрометр



Измерение инфильтрации

1. На участке чуть большего размера, чем диаметр внешней банки инфильтрометра, срежьте растительность (траву) до уровня поверхности земли, и удалите с поверхности земли все органические остатки. Старайтесь не потревожить почву.

2. Начиная с меньшей банки, вдавите обе банки на 2 - 5 см в почву. Можно использовать молоток для того, чтобы вбить банки в почву. Если необходимо, приложите к дну банки кусок дерева и ударяйте молотком по дереву, чтобы распределить силу удара на все стороны банки. Не надо ударять молотком так сильно, чтобы повредить саму банку.

3. Измерьте расстояние от поверхности земли до нижнего и до верхнего края полосы, которую вы нарисовали внутри меньшей банки.

4. Насколко возможно быстро, проделайте описанную ниже процедуру с участием группы из 3-4 учеников:

   4.1. Наливайте воду в оба кольца, поддерживая в них одинаковый уровень воды. Заметьте, что

уровень воды в наружном кольце понижается быстрее, чем во внутреннем.

4.2. Наполните внутреннее кольцо водой до уровня, находящегося непосредственно над верхним краем закрашенной полоски.

4.3. Включите секундомер или заметьте время с точностью до секунды, и запишите его в рабочий лист ввода данных измерения инфильтрации.

Примечание: убедитесь, что вода не вытекает наружу из-под краев наружной банки. Если это произошло, смените место опыта и вдавите наружную банку глубже в землю, или окружите ее основание влажной землей.

В тот момент, когда уровень воды во внутреннем кольце понизится ровно до верхнего края отмеченной полоски, заметьте прошедшее время; этот момент будет временем начала измерения инфильтрации.

Во время измерения подливайте воду в наружное кольцо примерно до того же уровня, что и во внутреннем кольце, однако будьте осторожны, чтобы не налить воду во внутреннее кольцо (можно использовать воронку), и не давайте воде в обоих кольцах полностью высохнуть.

В тот момент, когда уровень воды во внутреннем кольце понизится до нижнего края закрашенной полоски:

7.1. Заметьте истекшее время; этот момент будет временем окончания измерения инфильтрации.

7.2. Рассчитайте время инфильтрации путем нахождения разницы между временем начала и временем оконцчания измерения инфильтрации.

7.3. Снова налейте воду во внутреннее кольцо до уровня, находящегося непосредственно выше верхнего края закрашенной полоски. Долейте воду в наружное кольцо примерно до того же уровня, что и во внутреннем кольце.

8. Продолжайте повторять пункты 5 - 7 в течение 45 минут, или до того момента, как время инфильтрации будет различаться не более чем на 10 секунд от предыдущего времени инфильтрации.

9. На некоторых глинистых или спрессованных почвах инфильтрация воды протекает очень медленно, и уровень воды в банках в течение 45 минут может почти не измениться. В этом случае запишите изменение уровня воды (если оно произошло) с точностью до ближайшего миллиметра. Запишите время, когда вы прекратили свои наблюдения, как время окончания измерения инфильтрации. Ваши измерения инфильтрации в этом случае будут включать только одно значение.

10. Выньте кольца из почвы.
ВЫЖДИТЕ ПЯТЬ МИНУТ.

11. Возьмите образец почвы для измерения влажности на глубине 0 - 5 см из того места, откуда вы удалили кольца (см. *практическую работу по гравиметрическому анализу влажности почвы).*

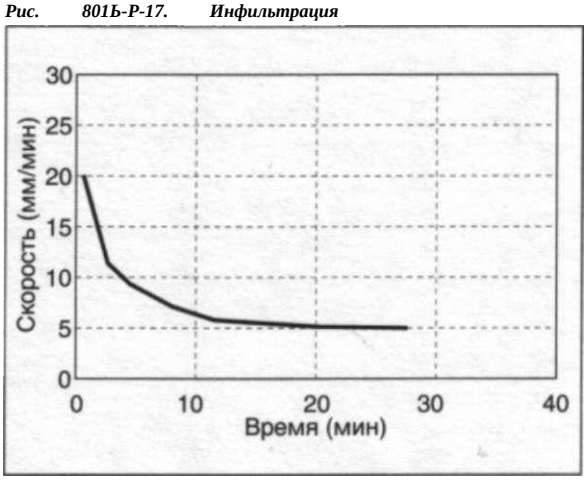
12. Проведите дополнительные две серии измерений инфильтрации в пределах участка диаметром 5 метров в тот же день с участием других групп учеников, либо в другие дни (если не будет дождей, которые изменят содержание воды вблизи поверхности почвы). В различных сериях допустимо разное количество измерений, однако не включайте в отчет незаконченные серии (например, те, что не были полностью проведены из-за недостатка времени). Если сделано более трех серий измерений, включите в отчет три лучшие серии.

Рис SOIL-P-16. Инфильтрация - сад Джима

Изменение уровня воды = 20 мм

Время						Скорость
Начало		Окончание		Интервал	Середина	Всего	инфильтрации
[мин]	[сек]	[мин]	[сек]	[мин]	[мин]	[мин]	[мм/мин]
31	00	32	00	1,00	31,50	0,50	20,00
32	30	34	15	1,75	33,38	2,38	11,43
34	30	36	45	2,25	35,62	4,62	8,89
37	15	40	00	2,75	38,62	7,72	7,27
40	45	44	00	3,25	42,38	11,38	6,15
44	15	47	45	3,50	46,00	15,00	5,71
48	15	52	00	3,75	50,12	19,12	5,33
52	15	56	15	4,00	54,25	23,25	5,00
56	30	00	30	4,00	58,50	27,50	5,00

Рис. 801Ь-Р-17. Инфильтрация



Анализ и предоставление данных

Скорость инфильтрации определется путем деления расстояния, на которое понизился уровень воды, на время, необходимое для этого понижения. Для ваших измерений по протоколу программы GLOBE, эта величина равне ширине закрашенной вами полосы, поделенной на разницу между временем начала и временем окончания измерения инфильтрации.

Используйте рабочий лист ввода данных измерения инфильтрации для записи и вычислений значений, необходимых для состав¬ления графика по ваших результатам. Скорость инфильтрации, которую мы наблюдаем за время каждого интервала измерений, является в действительности средней величиной инфильтрации в течение этого интервала. Лучше всего составлять график, отмечая это значение скорости инфильтрации *в середине интервала* времени. Скорость инфильтрации должна уменьшаться со временем, поэтому важно, чтобы вы постоянно отмечали *суммарное количество* времени, истекшее с момента начала опыта. Рассмотрите приведенные таблицу и график и, прежде чем вы будете анализировать данные, убедитесь в том, что вы знаете, как пользоваться формулами на листе ввода данных для вычисления необходимых значений.

Измерение температуры почвы

Предназначение практической работы

Измерение температуры вблизи поверхности почвы.

Опредение изменений температуры почвы в течение дня.

Получение знаний о теплоизолирующих свойствах почвы.

Обзор

Будет измеряться температура почвы на глубине 5 и 10 см с помощью почвенного термометра. Температура почвы является функцией климата, типа почвы, влажности почвы, глубины и географического положения. В ходе выполнения работы будут собраны данные для исследования этих взаимодействий.

Продолжительность измерений

10-15 минут для каждой серии измерений (серия включает шесть измерений температуры).

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота измерений

Еженедельно: по три измерения на глубине 5 см и 10 см.

Посезонно: в течение двух последовательных дней, делается по одному измерению на глубине 5 см и 10 см через каждые 2-3 часа в течение дневного времени.

Важнейшие концепции

Почва представляет собой теплоизолирующий слой.

Температура почвы зависит от глубины и влажности почвы, и от температуры воздуха.

Температура почвы меняется не так сильно, как температура воздуха.

Навыки

Снятие показаний циферблатной шкалы.

Взятие проб в полевых условиях.

Наблюдение взаимосвязанных явлений.

Составление графика периодических изменений температуры.

Приборы и материалы

Почвенный термометр (циферблатный или с цифровым дисплеем).

Гвоздь длиной 12 см, молоток.

Деревянный брусок со сквозным отверстием диаметром 6 мм.

Калибровочный термометр.

Подготовка

Не требуется.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Выбор участка и времени для проведения измерений

Измерения производятся вблизи участка для исследований влажности почвы или, в случае, если это невозможно, на расстоянии 10 м от вашего участка для атмосферных исследований. Изучите схемы отбора проб по «схеме звезды» и вдоль транссекта, приведенные в разделах *«Стратегия отбора проб»* и *«Закладка пробных участков»*, которые показывают возможные методы отбора проб. Если измерения проводятся на участке для атмосферных исследований, используйте отбор проб и закладку пробных участков по «схеме звезды».

1. Выберите относительно ровный, освещенный солнцем участок.
2. Постарайтесь найти участок с однородными характеристиками в пределах площади диаметром 5 м.
3. Почва не должна быть спрессованной, но может быть покрыта подстилкой или травой.

- Отметьте на рабочем листе ввода данных, прошел ли дождь в течение последних 24 часов.

Если измерения проводятся в течение двух последовательных дней, попытайтесь делать эти измерения в дни со сходными погодными условиями, и для почвенных условий, типичных для данной недели. Старайтесь измерять колебания температуры в течение дня около середины месяца в марте, июне, сентябре и декабре.

Подготовка

Используемый почвенный термометр наиболее чувствителен к изменениям температуры в пределах 2 см от кончика термометра из-за соответствующей длины температурного датчика внутри щупа термометра. Чтобы сделать измерения на глубине 5 см и 10 см, надо вдавить почвенный термометр в почву на глубину 7 см и 12 см, соответственно.

Просверлите отверстие в деревянном бруске так, чтобы, при вставлении почвенного термометра в это отверстие, 7 см длины термометра находились снаружи бруска. Это поможет учащимся соблюдать постоянную глубину при измеренях температуры на глубине 5 см.

Достаньте гвоздь такой же длины и диаметра, как ваш почвенный термометр, или обрежьте более длинный гвоздь до такого размера.

Калибровка

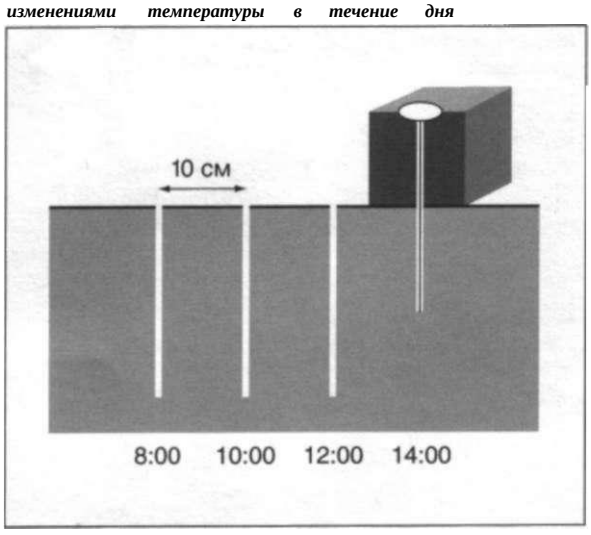
Каждые три месяца проверяйте аккуратность измерений вашего почвенного термометра. Это особенно важно в случае, если вы используете более одного термометра, так как различия или несоответствия между разными термометрами приведут к тому, что ваши данные будет невозможно интерпретировать. Для калибровки проделайте следующую процедуру:

1. В качестве стандарта для калибровки используйте калибровочный термометр из руководства «Атмосферные иследования».
2. Поместите термометры в воду при комнатной температуре; через 2 минуты запишите показания температуры на обоих термометрах.
3. Показания вашего термометра должны отличаться от показаний калибровочного термометра не более чем на 2°C.
4. Если различия превышают эту величину, следуйте инструкции компании-изготовителя для того, чтобы правильно установить шкалу измерений почвенного термометра.

Как проводить измерения температуры почвы

1. Проелайте направляющее отверстие глубиной 5 см. Вставьте гвоздь в отверстие деревянного бруска так, чтобы 2 см длины гвоздя оставались сверху бруска. В случае, если почва настолько твердая, что приходится использовать молоток, проделайте направляю-щее отверстие на полную глубину. Вращая, выньте гвоздь. Если ппи этом почва растрескивается и вспучивается, отступите на 25 см в сторону и попробуйте проделать отверстие снова. Старайтесь при этом по возможности не нарушить почву.
2. Вставьте термометр на глубину 7 см. Вставьте почвенный термометр через отверстие деревянного бруска. Осторожно вдавливайте и вращайте термометр, пока его шляпка не достигнет уровня бруска. Не прилагайте усилия, так как вы можете повредить прибор.
3. Снимите показание температуры почвы на глубине 5 см. Выждите по крайней мере 2 минуты, затем снимите показание термометра. Выждите еще одну минуту, и снова снимите показание термометра. Повторяйте эту процедуру, пока последовательные показания будут различаться не более чем на 0,5 - 1,0°C. Занесите показания в рабочий лист ввода данных измерений температуры почвы.
4. Вращая, удалите термометр и деревянный брусок. Старайтесь при этом по возможности не нарушить почву.

Рис. 801Б-Р-18: Изменение уровня воды. Температура почвы: схема наблюдений за изменениями температуры в течение дня



5. Повторите операции, описанные в пунктах 1-4 без деревянного бруска. Осторожно вдавливайте и вращайте термометр, используя то же самое отверстие, что и прежде. Вместо глубины 5 см и 7 см, используйте соответственно глубину 10 см и 12 см.

6. Используя лист ввода данных измерений температуры почвы, загрузите свои данные в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Еженедельные измерения

Проведите по три измерения температуры почвы на глубине 5 см и 10 см либо поблизости от пробного участка для исследования влажности почвы («схема звезды»), либо возле укрытия для приборов для атмосферных исследований.

Проведите эти измерения в течение 20 минут, в пределах одного часа после местного солнечного полудня. Запишите время измерений с точностью до ближайших 10 минут (например, если вы провели измерение температуры почвы на глубине 5 см в XX:06, запишите время X X : 10).

Сезонные измерения колебаний дневной температуры

Проведите измерения колебаний температуры почвы в течение дня каждые три месяца, желательно в марте, июне, сентябре и декабре. Повторите измерения через каждые 2-3 часа в течение двух последовательных дней. Постарайтесь производить не менее 5 измерений в день. Для каждого нового измерения температуры почвы отступайте в сторону на 10 см (см. рис. SOIL-P-18). Каждый раз, когда вы измеряете температуру почвы, запишите также в вашем журнале для исследований по программе GLOBE значение температуры воздуха по данным приборов для исследований атмосферы.

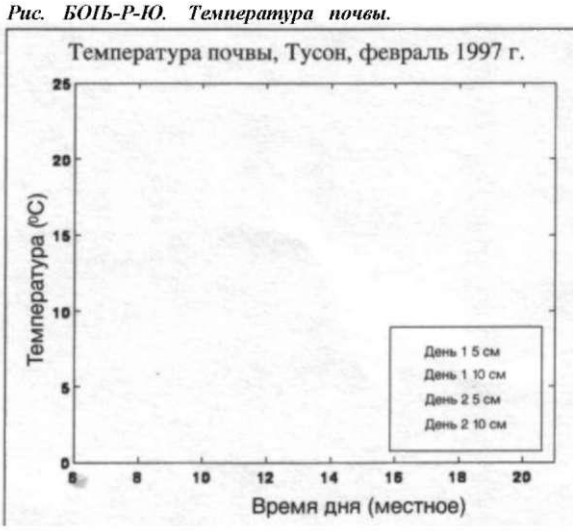
Анализ и представление данных

Составьте в вашем журнале для исследований по программе GLOBE таблицу записи результатов измерений, подобную изображенной на рис. SOIL-P-19, или используйте рабочий лист ввода данных измерений температуры почвы. Составьте график по этим данным, пользуясь в качестве образца графиком на рис. SOIL-P-20.

РИС. SOIL-P-19. Температура почвы, Туксон (Аризона)

	12.02.97			13.02.97		НД - нет данных
Местное время	5 см	10 см	Местное время	5 см	10 см	Т-ра воздуха
8:00	5,0	7,2	8:30	5,1	7,7	НД
10:00	9,5	9,1	10:30	12,0	9,4	НД
12:00	17,8	13,0	12:30	19,4	13,8	26,2
14:30	20,6	16,5	14:30	21,1	16,3	НД
17:00	16,8	16,3	17:00	16,7	16,3	НД
20:30	13,0	13,9	20:00	12,5	13,6	НД

Рис. БОПЬ-Р-Ю. Температура почвы.



Проходя насквозь

В ходе этого занятия, иллюстрирующего принципы научного подхода, учащиеся с начальным уровнем подготовки получают основное понятие о том, как вода проходит через почву. Учащиеся со средним и высоким уровнем подготовки исследуют влияние характеристик почвы на процесс инфильтрации воды и на химический состав воды, проходящей через почву.

От куличиков до кирпичей

Это занятие посвящено изучению размеров частиц, составляющих почвы, и свойств этих частиц, которые определяют характер почвы.

Почва нашего двора

Учащиеся собирают образцы почвы участков вокруг своего дома, описывают и сравнивают их.

Копаемся в земле: почвы и их влажность в полевых условиях

Учащиеся обнаруживают, что такие свойства почв, как влажность и температура, меняются в пределах одного ландшафта

Почва как губка: сколько воды почва удерживает?

Учащиеся исследуют влажность почвы путем взвешивания и сушки.

Разложение органических веществ

Учащиеся моделируют условия окружающей среды, определяя, какие из них являются ключевыми факторами в разложении органического вещества в почве.

Измерение механического состава почвы: что это такое?

Учащиеся используют данные практического занятия по определению текстуры почвенных горизонтов.

Игра с данными

Учащиеся делятся на команды и проводят игру, в ходе которой они сначала собирают данные, а затем намеренно изменяют значения определенных параметров. После этого они оценивают измерения, проведенные другими командами, и пытаются выявить их ошибки.

Проходя насквозь (для учащихся с начальным уровнем подготовки)

Предназначение занятия

Получение понятия о том, как вода проходит через почвы и как она изменяется в результате этого.

Обзор

Учащиеся измеряют время прохождения воды через различные типы почв и определяют объем воды, который задерживается этими почвами. Кроме того, они определяют фильтрующую способность почв путем наблюдений за прозрачностью воды до и после прохождения через почвы.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Уровень подготовки

Начальный.

Важнейшие концепции

Вода проходит сквозь почву.

Почва задерживает воду.

Свойства почвы влияют на скорость прохождения воды и водоудерживающую способность почвы.

Навыки

Формулирование вопросов.

Предложение гипотез.

Проверка гипотез.

Наблюдение результатов.

Анализ результатов.

Формулирование выводов.

Регистрация времени.

Измерение pH.

Приборы и материалы

(на одну группу из 3-4 учащихся)

Прозрачная бутылка объемом 2 л.

Три химических стакана объемом 500 мл или прозрачные контейнеры, близкие по объему, с сантиметровой шкалой, для наливания и улавливания воды.

Образец почвы. Принесите в класс образцы объемом 1,2 л, взятые из различных типов почв возле вашей школы или дома. Возможные варианты: гумусово-аккумулятивный слой почвы (горизонт А), подпочва (горизонт В), почвы из цветочных горшков, песок, спрессованные почвы, почвы с растущей на них травой, почвы с четко различными текстурами.

Мелкое сито (например, оконная сетка), которое не впитывает воду и не реагирует с ней (размер ячейки не более 1 мм).

Вода.

Часы или таймер.

Примечание. При желании могут быть использованы контейнеры меньшего объема, с условием, что контейнер, содержащий почву, устойчиво установлен на контейнере для улавливания воды. В этом случае можно сократить объем используемых почвы и воды, однако важно, чтобы все учащиеся начинали измерения с одинакового объема.

Для учащихся более высокого уровня подготовки - лакмусовая бумага, ручка или прибор для измерения pH.

Подготовка

Обсудите с учащимися некоторые общие характеристики почв, или же проведите учебное занятие «*Почвы нашего двора*» либо *практические работы по определению характеристик почвы.*

Предварительные условия

Отсутствуют.

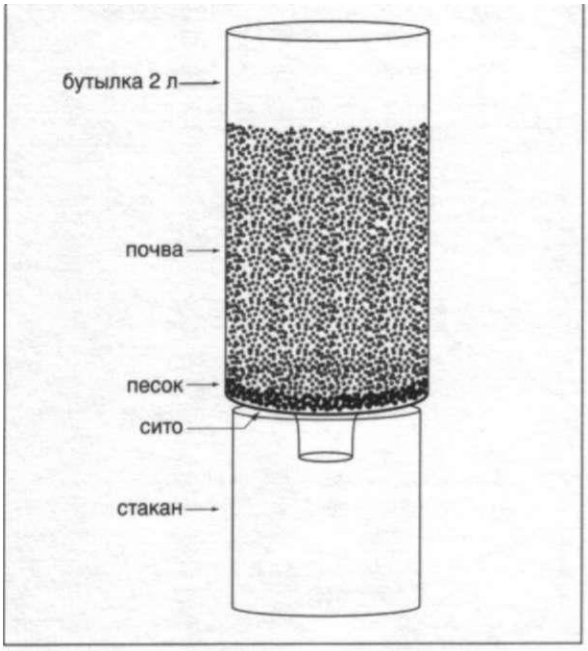
Предпосылки

То, что происходит с водой, проходящей через почву, зависит от многих факторов - например, от размера частиц почвы (текстура и механический состав), характера взаимного расположения частиц (структура), степени их спрессованности (объемная плотность) и взаимного притяжения между водой и частицами почвы. В некоторых типах почв вода быстро проникает внутрь, а затем задерживется, как, в губке. Другие типы почв могут полностью пропускать воду за несколько секунд. Третьи вообще не пропускают воду. Нельзя сказать, какой из этих типов почв лучше другого - все они обладают различными свойствами и соответствуют различным условиям. Какие свойства должна иметь почва, на которой вы хотели бы посадить сад? Или провести дорогу, соорудить площадку для игр? Что произойдет после сильного дождя, если почва уже была насыщена водой? Каким образом можно изменить водоудерживающие свойства почвы? Что происходит с почвой, когда в нее добавляется органическое вещество, если на ней произрастают растения, если она спрессована или распахана?

Подготовка

- Принесите образцы различных типов почвы, собранные возле школы или возле дома.
- Возьмите прозрачные пластиковые бутылки объемом 2 л, снимите с них этикетки и крышки, срежьте донышки.
- Перевернув каждую бутылку, поместите сито (круг, вырезанный из сетки) внутрь бутылки так, чтобы оно покрывало отверстие горлышка.
- Насыпьте слой песка толщиной 3-4 см на сито. Песок нужен для того, чтобы сито не забивалось частицами почвы.
- Поместите бутылку горлышком вниз поверх химического стакана или прозрачного контейнера.
- Насыпьте 1,2 литра почвы внутрь бутылки поверх песка.
- Скопируйте необходимое количество рабочих листов ввода данных для заполнения каждым учащимся.

Рис. SOIL - L -1



Порядок проведения занятия

Исследования в классе

1. Выберите тип почвы (лучше всего песчаной) для демонстрации. Насыпьте 1,2 литра почвы внутрь двухлитровой бутылки.
2. Предложите учащимся внимательно рассмотреть почву. Что они могут увидеть? Какого цвета почва? Видны ли в ней остатки растений? Каков образец на вес - тяжелый или легкий? Какой вид имеет почва - отдельно-зернистый (как крошки печенья) или глыбистый (кусками)? Запишите эти наблюдения на доске.
3. Налейте 300 мл воды в стакан или другой прозрачный контейнер объемом 500 мл. Предложите учащимся заметить прозрач-ность воды.
4. При помощи черного фломастера проведите линию, отмечающую высоту уровня воды в контейнере. Предложите учащимся сосчитать количество сантиметровых делений, покрываемых водой в стакане. Запишите эту цифру на доске.
5. Задайте учащимся вопрос: « *Что произойдет, если налить эту воду в бутылку с почвой?».* Спросите,

что, по их мнению, произойдет с водой и почвой, и попросите объяснить, почему они так думают. Вот некоторые из возможных вопросов.

- *Вытечет ли вода через горлышко бутылки?*
- *Вся ли вода вытечет через горлышко бутылки? Сколько ее вытечет?* Красным фломастером отметьте на контейнере, из которого вы наливаете воду, уровень, соответствующий количеству воды, которое, по мнению учащихся, вытечет через бутылку.
- За сколько времени вода вытечет через горлышко бутылки? *Учащиеся старшего возраста могут использовать часы или секундомер. Младшие могут отмечать минуты на таймере (см. рабочий лист ввода данных) вслед за преподавателем.*
- Как будет выглядеть вода, когда она вытечет из бутылки? Будет ли она прозрачной? Мутной? Очень грязной?

6. Запишите «гипотезу», предложенную классом, на доске.
7. Налейте воду в бутылку поверх почвы и начните отсчет времени. Предложите учащимся описать, что происходит по мере того, как вы наливаете воду:
   - Остается ли вся вода наверху?
   - Куда уходит вода?
   - Видны ли пузырьки воздуха наверху воды?
   - Как отличается по виду вода, вытекающая из бутылки, от воды, налитой в нее?
   - Как изменяется по виду почва, в которую проникает вода?
8. Запишите наблюдения, сделанные классом, на доске. Кроме того, запишите, за какое время вода пройдет через почву.
9. Предложите учащимся сравнить их гипотезу и результаты опыта.
10. Когда вода перестанет капать из бутылки, удалите бутылку с почвой и поднимите для всеобщего обозрения стакан с водой, которая прошла через почву. Задайте учащимся следующие вопросы:
    - Вся ли налитая в бутылку вода вытекла из нее? Откуда мы знаем, что какое-то количество воды осталось?
    - *Вылейте воду обратно в исходный контейнер. Сравните количество воды с черной отметкой на контейнере.* Сколько не хватает? Как можно измерить, какого количества воды не хватает?
    - *Сравните уровень воды с красной отметкой на контейнере.* Сколько воды осталось в контейнере - меньше или больше, чем мы предолагали вначале? Как можно измерить разницу? Почему вы вначале думали, что воды будет больше или меньше, чем оказалось?
    - Что произошло с недостающим количеством воды?
    - Как выглядит вода, вытекшая из бутылки - стала ли она прозрачнее или мутнее? Почему?
11. Сохраните воду, прошедшую сквозь почву, для сравнения.
12. Используя бутылку с почвой, насыщенной водой, задайте учащимся вопрос: что произойдет, если налить в бутылку еще 300 мл воды? Запишите гипотезы, предложенные классом, на доске.
    - Останется ли на этот раз такое же, меньшее или большее количество воды в почве?
    - Будет ли вода на этот раз вытекать из бутылки быстрее, медленнее или с такой же скоростью?
    - Насколько прозрачной будет вода? Такой же, как в первый раз, прозрачнее или мутнее?
13. Налейте воду в бутылку с насыщенной почвой, заметьте время, запишите результаты и сравните с предложенными гипотезами.

    Задайте учащимся следующие вопросы:
    - С *какой скоростью вода протекала через почву - быстрее или медленнее, чем в первый раз? Откуда вы знаете?* Сравните время протекания воды в обоих случаях.

- *Какое количество воды вытекло из почвы - большее или меньшее, чем в первый раз? Откуда вы знаете?* Сравните количество воды в обоих стаканах.
- *Так ли прозрачна вода, как в первый раз?* Сравните цвет воды в обоих стаканах.

Групповые исследования

Опыты с различными почвами

Обсуждение

1. Вкратце расскажите о свойствах различных почв, образцы которых принесли учащиеся.
2. Спросите учащихся, считают ли они, что вода будет проходить через почвы любого типа за одно и то же время, и что разные типы почв будут удерживать одинаковое количество воды.
3. Обсудите, почему они считают, что некоторые почвы могут различаться.
4. Раздайте каждой группе по одному образцу различных почв.

Наблюдения и гипотезы

1. Выдайте каждому из учащихся рабочий лист ввода данных под названием «Посмотри и угадай».
2. Попросите учащихся заполнить графу «Цвет» для их образца почвы (словами или сделав отметку карандашом соответствующего цвета).
3. Попросите учащихся обвести в графе «Структура» схематическое изображение структуры, наиболее подходящее к их образцу почвы.
4. Попросите учащихся рассмотреть их образец почвы и установить, имеются ли в нем листья или «Органическое вещество», и обвести ответ «ДА», если они найдут в образце органическое вещество, и «НЕТ», если они его не найдут.
5. «Время». Напомните учащимся о том, что они наблюдали во время демонстрации опыта. Попросите их угадать количество времени, необходимое для того, чтобы вода прошла сквозь их образец почвы, обвести это время на рисунке таймера и записать в отведенном месте листа.
6. «Количество». Попросите учащихся провести КРАСНУЮ линию на контейнере, показывающую количество воды, которое, по их мнению, пройдет через их образец почвы.
7. «Прозрачность». Попросите учащихся отметить знаком «Х» в листе рисунок контейнера, показывающий, по их мнению, степень прозрачности воды после того, как она пройдет сквозь их образец почвы.

Опыт и отчет

1. Объясните учащимся, что по сигналу «Начали» все должны одновременно начать наливать воду поверх почвы.
2. Вы должны заметить время, когда учащиеся начнут наливать воду.
3. Попросите учащихся заполнить рабочий лист, озаглавленный «Опыт и отчет».

Попросите каждую группу представить классу отчет о результатах их опыта. Отчеты должны включать следующие разделы: Вопросы, Гипотезы, Наблюдения и Выводы по результатам опыта. Для подготовки отчета учащиеся могут использовать заполненные ими листы ввода данных.

Дальнейшие исследования

1. Используя дистиллированную воду, предложите учащимся измерить ее pH.
2. Предскажите, изменится ли pH воды после ее прохождения через почву.
3. Проведите опыт. Когда вода пройдет через почву, снова измерьте ее pH.
4. Попросите учащихся сделать выводы о влиянии, которое оказывает почва на pH воды.

Примечание: 1. Используйте эту процедуру также для опыта по электропроводности - сначала измерьте электропроводность дистиллированной воды до ее прохождения через почву, а затем пропустите через почву соленую воду. 2. Проведите опыт по фильтрации, используя очень мутную воду и пропуская ее сквозь чистый песок.

Исследование почвы

Проходя насквозь - рабочий лист ввода данных для начинающих

Посмотри и угадай

Мой образец почвы_____ _____цвета

Моя почва

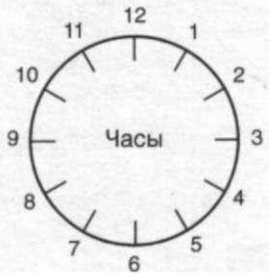
зернистая

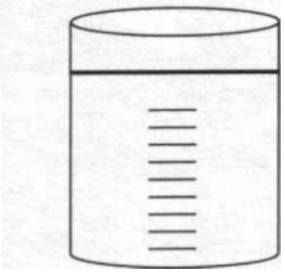
блочная

В моем образце есть листья

ДА НЕТ

Время _____

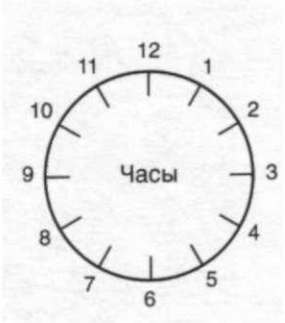




Сколько воды вытечет из бутылки?
(проведите КРАСНУЮ линию).

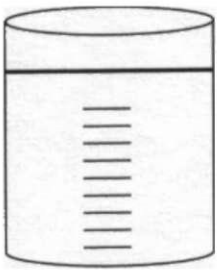
Как будет выглядеть эта вода?
(ОБВЕДИТЕ)

Опыт и отчет



Время _____

Сколько воды вытекло из бутылки?



Как будет выглядеть эта вода?
(ОБВЕДИТЕ)

Мой отчет

Проходя насквозь

Предназначение занятия

Формирование понятия о некоторых взаимоотношениях между водой и различными типами почв.

Обзор

Учащиеся измеряют время прохождения воды через почвы с различными свойствами и определяют количество воды, которое задерживается в этих почвах. Они также проводят опыты по выявлению фильтрующей способности почв путем измерения pH воды до и после прохождения через почву и наблюдений за изменением прозрачности воды и характеристик почвы.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие сначала; 2-3 классных занятия для последующих исследований.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

- Вода проходит сквозь почву.
- Почва задерживает воду.
- Вода влияет на свойства почвы.
- Свойства почвы (ее механический состав, текстура, структура, наличие органического вещества, слоистость. и т.д.) влияют на скорость прохождения воды, влагоемкость почвы, ее способность к фильтрации питательных веществ и т.д.

Навыки

- *Постановка* вопросов.
- *Предложение* гипотез.
- *Проверка* гипотез.
- *Наблюдение* результатов.
- *Анализ* результатов.
- *Формулировка* выводов.
- *Измерение* объема.
- *Регистрация* времени.
- *Измерение* pH.
- *Измерение* NPK (содержание азота, фосфора и калия).

Приборы и материалы
(на одну группу из 3-4 учащихся)

- Две-три прозрачных бутылки объемом 2 л.*
- Четыре-шесть химических стаканов объемом 500 мл* или прозрачные контейнеры, близкие по объему, с сантиметровыми делениями, для наливания и улавливания воды во время демонстрации; дополнительное количество для классного занятия. Количество стаканов зависит от количества групп учащихся.
- Образцы почвы. Принесите в класс образцы объемом 1,2 л, взятые из различных типов почв вокруг вашей школы или дома. Возможные варианты: гумусово-аккумулятивный слой почвы (горизонт A), подпочва (горизонт B), почвы из цветочных горшков, песок, спрессованные почвы, почвы с растущей на них травой, почвы с четко различными текстурами.
- Мелкое сито (например, оконная сетка), которое не впитывает воду и не реагирует с ней (размер ячейки не более 1 мм).
- Прочная липкая лента.
- Ножницы.
- Вода.
- Лабораторные штативы с кольцами (при наличии), в соответствии с числом используемых пластмассовых бутылок. Другой вариант (без использования штативов с кольцами) - поместить бутылки непосредственно поверх стаканов. Вес почвы придаст бутылкам относительную устойчивость.
- Лакмусовая бумага, ручка или прибор для измерения pH.
- Рабочие листы ввода данных.
- Журнал исследований по программе GLOBE.

Для дальнейших исследований:

- Дистиллированная вода, соль, уксус, сода.
- Оберточный пластик для покрытия бутылок.
- Прибор для измерения проводимости (кондуктометр).
- Набор для определения NPK.

Садовый торф

Набор для измерения щелочной реакции.

*Можно использовать бутылки объемом 1 л и стаканы объемом 400 или 250 мл. Размер стаканов зависит от диаметра бутылок. Бутылка не должна входить слишком глубоко в стакан, поскольку это может затруднить определение объема воды. Преимущество бутылок меньшего размера в том, что можно сократить объем образца почвы. Независимо от того, какого размера бутылки используются, важно, чтобы количество почвы, количество воды и размер бутылок и стаканов, используемых в сравнительных опытах, оставались одинаковыми.

Подготовка

Обсудите с учащимися некоторые из общих характеристик почв, или же проведите учебное занятие *«Почвы нашего двора»* либо *практические работы по определению характеристик почвы.*

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

То, что происходит с водой, проходящей через почву, зависит от многих факторов - например, от размера частиц почвы (текстуры и механического состава), характера взаимного расположения частиц (структуры), степени их спрессованности (объемной плотности), и взаимного притяжения между водой и частицами почвы. В некоторых типах почв вода быстро проникает внутрь (инфильтрация), а затем задерживается, как в губке (влагоудерживающая способность почвы). Таким образом, растения могут лучше использовать воду. Другие типы почв могут полностью пропускать воду за несколько секунд. Третьи вообще не пропускают воду. Нельзя сказать, какой из этих типов почв лучше - все они обладают различными свойствами и соответствуют различным условиям. Какие свойства должна иметь почва, на которой вы хотели бы посадить сад? Или провести дорогу, соорудить площадку для игр? Что произойдет после сильного дождя, если почва уже была насыщена водой? Каким образом можно изменить водоудерживающие свойства почвы? Что происходит с почвой, когда в нее добавляется органическое вещество, если на ней произрастают растения, если она спрессована или распахана?

Вода, содержащаяся в почве, является важнейшим средством переноса питательных веществ из почвы к растущим на ней растениям. Большинство растений не употребляют твердую пищу (хотя некоторые из них могут переваривать насекомых!). Вместо этого они всасывают воду через корни и используют питательные вещества, которые попали в воду из почвы. Насколько питательна почва? Это зависит от того, как происходило формирование почвы, из какого материала она образовалась и как ее использовали. Фермеры и садоводы часто добавляют питательные вещества, или удобрения, в почву для улучшения питания своих растений.

Подготовка

- Принесите образцы различных типов почвы, собранные возле школы или возле дома.

  Возьмите прозрачные пластмассовые бутылки цилиндрической формы, объемом 2 л. Снимите с них этикетки и крышки, срежьте дно и горлышко таким образом, чтобы конец бутылки вмещался в стакан размером 500 мл или в другой прозрачный контейнер. Отрезая горлышко, оставьте часть конического сужения бутылки для того, чтобы она опиралась на стакан.

- Приготовьте сито - круг, вырезанный из нейлоновой сетки диаметром примерно 3 см шире, чем отверстие бутылки. С помощью липкой ленты закрепите сито вокруг отверстия в том месте, где было горлышко бутылки.

Поместите бутылку горлышком вниз поверх химического стакана или установите ее в кольце штатива и поместите снизу стакан для улавливания воды.

Порядок проведения занятия

Исследования в классе

1. Проведите наблюдение свойств образцов почвы, которые будут исследоваться. Используйте ваш журнал исследований по программе GLOBE для того, чтобы записывать информацию о наблюдениях за образцами почвы.Кроме того, внесите в журнал информацию о том, откуда и на какой глубине были взяты образцы. Если вы

выполняете практическую работу по определению характеристик почвы, вы можете также отметить состояние влажности почвы, ее структуру, цвет, консистенцию, текстуру, наличие камней, корней и карбонатов.

2. Выберите тип почвы (лучше всего супесчаной) для демонстрации. Насыпьте 1,2 литра почвы внутрь одной из двухлитровых бутылок.

3. Налейте 300 мл воды в стакан или другой прозрачный контейнер объемом 500 мл. Измерьте pH воды. Обратите внимание на прозрачность воды.

4. Задайте учащимся вопрос: *«Что произойдет, если мы нальем эту воду в бутылку с почвой?»*. Спросите их, что, по их мнению, произойдет с водой и почвой, и попросите объяснить, почему они так думают. Вот некоторые из возможных вопросов.
   - *Сколько воды вытечет из бутылки?*
   - *За какое время вода вытечет из бутылки?*
   - *Изменится ли pH воды, и если да, то насколько?*
   - *Как будет выглядеть вода, когда она вытечет из бутылки?*

5. Запишите гипотезы, предложенные классом, на доске, и попросите учащихся записать их в своих журналах исследований по программе GLOBE.

6. Налейте воду в бутылку поверх почвы и начните отсчет времени. Предложите учащимся описать, что происходит по мере того, как вы наливаете воду.
   - Остается ли вся вода наверху?
   - Куда уходит вода?
   - Видимы ли вы пузырьки воздуха наверху воды?
   - Как отличается по виду вода, вытекающая из бутылки, от воды, налитой в нее?
   - Что происходит со структурой почвы, особенно на ее поверхности?

7. Запишите наблюдения, сделанные классом, на доске, и попросите учащихся внести эту информацию в свои журналы исследований по программе GLOBE. Кроме того, запишите, за какое время вода пройдет сквозь почву.

8. Предложите учащимся сравнить их гипотезы с результатами опыта.

9. Попросите учащихся записать свои собственные выводы о том, как взаимодействовали вода и почва, в журналы исследований по программе GLOBE.

10. Когда вода перестанет капать из бутылки, измерьте количество воды, которое прошло через почву в стакан. Задайте учащимся вопрос:
    - что произошло с недостающим количеством воды?

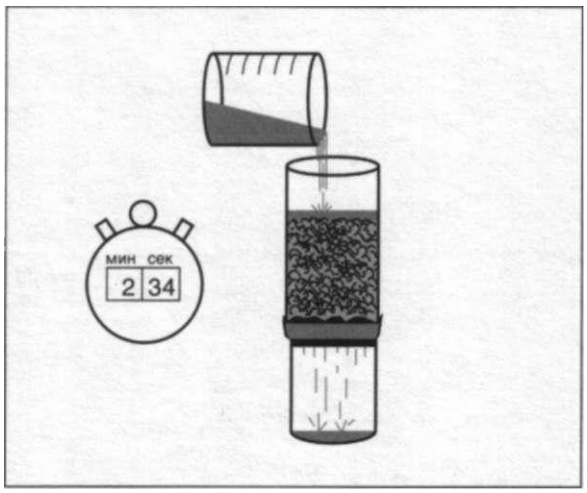
11. Обратите внимание на прозрачность воды.
    - Как выглядит вода, прошедшая сквозь почву - стала ли она прозрачнее или мутнее?

12. Определите pH воды в стакане, прошедшей через почву. Запишите результаты и сравните их с pH воды, которая была налита в бутылку. Сравните результат с гипотезами учащихся.
    - Изменилось ли значение pH?
    - Если да, то что могло вызвать это изменение?

13. Покажите учащимся бутылку с почвой, насыщенной водой, и задайте вопрос: что произойдет, если долить в эту бутылку 300 мл воды? Запишите гипотезы, предложенные классом, на доске.
    - Какое количество воды останется в почве?
    - Насколько быстро она пройдет через почву?
    - Изменится ли pH?
    - Насколько прозрачной будет вода?

14. Налейте воду в бутылку с почвой, насыщенной водой, запишите результаты и сравните с предложенными гипотезами.

Рис. SOIL-L-2



15. Попросите учащихся записать свои вопросы, гипотезы, наблюдения и выводы в журналах исследований по программе GLOBE.

^упповые исследования

Опыты с различными почвами

1. Вкратце расскажите о свойствах различных почв, образцы которых были принесены учащимися.
2. Спросите учащихся, считают ли они, что вода будет проходить через любые типы почв за одно и то же время, и что разные типы почв будут удерживать одинаковое количество воды.
3. Обсудите, почему они считают, что некоторые почвы могут отличаться.
4. Предложите каждой группе выбрать по одному образцу различных почв.
5. Предложите каждой группе проделать операции 2-15, описанные выше, для своего образца почвы. Вместо того, чтобы записывать гипотезы и наблюдения на доске, учащиеся должны занести их в свои журналы исследований по программе GLOBE.
6. Попросите каждую группу представить классу отчет о результатах их опыта. Отчеты должны включать вопросы, гипотезы и наблюдения по следующим параметрам (а также выводы по этим параметрам и их влиянии на результаты опыта):
   - характеристики почвы;
   - исходные pH и прозрачность воды;
   - количество времени, за которое вода прошла сквозь почву;
   - количество воды, которое прошло через почву;
   - изменения pH и прозрачности воды;
   - результаты теста на насыщенность почвы водой.

Примечание: информация, занесенная учащимися в журналы исследований по программе GLOBE, должна использоваться ими при подготовке отчетов и докладов.

7. Проведите обзор всех результатов в классе. Попросите учащихся определить характеристики почвы (такие, как различная величина частиц, расстояние между частицами, присутствие органичес¬кого вещества, которое может задерживать воду и т.д.), имеющие отношение к быстрой или медленной инфильтрации, удержанию воды почвой и изменениям pH и прозрачности воды.
8. Сопоставив гипотезы, предложенные классом, с результатами опытов, учащиеся должны сформулировать и записать в журналах исследований по программе GLOBE выводы о взаимодействии воды и почвы и о различиях между типами почв.
9. Попросите учащихся описать, как то, чему они научились в ходе опытов, может быть использовано в реальных жизненных условиях - для понимания того, какие явления могут происходить при хозяйственном использовании конкретного водосбора в их местности. Они могут ответить, например, на следующий вопрос:
   - если почва на данном участке будет сильно спрессована, что произойдет после обильного дождя?

Дальнейшие исследования

1. Предложите учащимся разработать стратегии для создания почвенной колонки в двухлитровой бутылке, которая будет ЗАМЕДЛЯТЬ или

УСКОРЯТЬ скорость прохождения воды сквозь почву.

Устройте коллективное обсуждение возможных предложений. Подсказка: почва может быть просеянной и состоять из слоев, содержащих частицы разного размера. Учащиеся могут также добавлять к почве глину, песок или торф. Почва может быть спрессованной. Попросите учащихся записать предложенный метод и провести измерения и записи согласно своему «рецепту почвы». Подсказка: скорость прохождения воды может быть очень медленной для суглинков или глинистых почв. Преподаватели могут предложить учащимся на одном занятии сделать почвенную колонку, а на следующий день одному из них прийти в класс до занятий и «запустить» в нее воду.

Запишите результаты измерения скорости прохождения воды сквозь почву для различных колонок. Какие стратегии были наилучшими? Попросите учащихся определить, будут ли одни и те же стратегии пригодны для медленного прохождения воды сквозь почву и для задержания ее в почве.

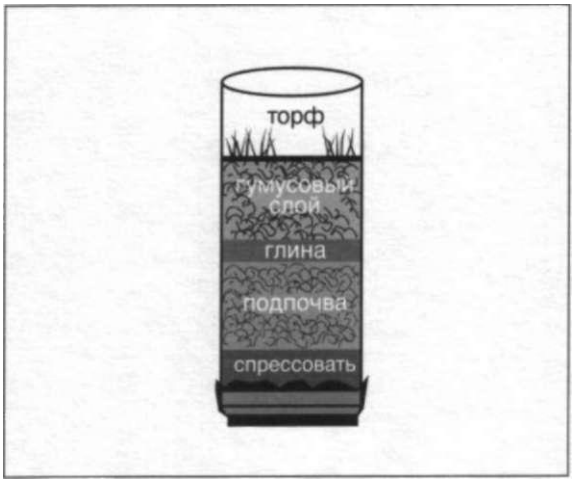
2. Сделайте почвенную колонку, сходную по составу с почвенным профилем на одном из ваших пробных участков для определения характеристик почвы (используйте образцы для каждого из горизонтов в том же порядке, в каком они располагаются в почвенном профиле). Пронаблюдайте, как происходит взаимодействие почвы и воды в таком модельном профиле.

Более высокий уровень подготовки

Предложите учащимся, на основании их наблюдений и результатов опытов, самим разработать схемы опытов для проверки других возможных гипотез. Некоторые идеи в этой связи приводятся ниже.

1. Предложите учащимся выдвинуть гипотезу о том, как почва влияет на другие аспекты химического состава воды. Произведите измерение M>K с помощью набора для определения содержания №K отдельно в почве и в образце воды. Повторите измерение M>K в воде после того, как она пройдет сквозь почву.

Рис. БОТЬ-Ь-3. Опытная почвенная колонка



2. Предложите учащимся проделать опыт с добавлением соли в воду и измерением электропроводности или солености воды до и после того, как она пройдет сквозь почву.

3. Добавьте в воду уксус или соду и произведите измерение pH и щелочной реакции до и после того, как вода пройдет сквозь почву.

4. Предложите учащимся выдвинуть гипотезу о том, как испарение влияет на количество воды, которое может содержать почва. Какие факторы контролируют испарение? Используйте две бутылки с почвой одинакового типа, насыщенной водой. Оставьте одну из бутылок открытой, а другую закройте оберточным пластиком. Поместите обе бутылки возле окна, освещенного солнцем. Вес почвы в бутылке меняется в зависимости от количества воды, содержащегося в почве в данное время. Учащиеся могут составить график изменения веса по времени для открытой и закрытой бутылок.

5. Покройте почву в бутылке торфом. Как это повлияет на скорость инфильтрации воды в почву? Как это повлияет на прозрачность воды, выходящей из бутылки? Как этот опыт связан с реально существующим процессом эрозии?

6. Спросите учащихся, какие изменения произойдут, если почва останется насыщенной водой в течение долгого времени. Поместите образец почвы в бутылку, у которой не удалено дно, затем залейте водой до насыщения. Видят ли они изменения в структуре, цвете, запахе? Сколько времени пройдет, прежде чем такие изменения произойдут?

Предложите учащимся проанализировать данные влажности почвы для пяти участков программы GLOBE с примерно одинаковым полугодовым количество осадков. Составьте ежемесячные графики влажности почвы для каждого участка. Чем отличаются эти графики? Какие дополнительные данные по программе GLOBE могут учащиеся использовать для объяснения этих различий?

Оценка успехов учащихся

Учащиеся должны понимать принципы научного подхода и уметь использовать их для постановки опыта, а кроме того, понимать материал, относящийся к анализу влажности почвы. Они должны также продемонстрировать сложные навыки мышления, а именно - умение формулировать выводы на основании материалов опытных наблюдений и подтверж¬дать свои выводы данными. Эти навыки могут оцениваться на основании подборки документов, включающих журналы исследования по программе GLOBE, участия в обсуждениях, вклада в обсуждаемые вопросы, гипотез, наблюдений и выводов. Другим способом оценки успеха является оценка качества выступлений и отчетов. Рекомедуется также предложить учащимся составить письменный отчет или доклад о проведенном ими опыте. Как опытная работа, так и отчеты должны проводиться по группам, что позволит оценить способность учащихся к коллективной работе.

Примечание: Это занятие рекомендуется проводить в сочетании с практической работой по определению влажности почвы. Занятие можно начать в классе перед полевой экскурсией, разрабатывая стратегию отбора образцов или измерения влажности почвы. По возвращении в класс могут быть проведены дополнительные наблюдения и измерения скорости прохождения воды сквозь почву, объема воды, pH, прозрачности воды и т.д. (для некоторых почв прохождение воды сквозь почвенные колонки может занять значительное время). Проведение данного занятия, кроме того, создает концептуальный контекст для учащихся при выполнении обоих протоколов (определения характеристик почвы и определения ее влажности). Учащиеся смогут понять, почему информация и данные, которые они собирают, имеют важное значение и как это помогает выдвигать гипотезы, разрабатывать схемы опытов для проверки этих гипотез, интерпретировать наблюдения и делать выводы. Они также получат понятие о потенциальном научном значении данных по влажности и характеристикам почвы.

От куличиков до кирпичей

Предназначение занятия

Ознакомление с почвенными частицами различного размера и свойствами, которые каждая размерная группа частиц придает характеру почвы.

Обзор

Учащиеся просеивают почву для того, чтобы удалить органическое вещество и гравий. Затем они отделяют глину от песка путем просеивания почвы через мелкоячеистое сито. Далее они лепят «куличики» добавляя воду к различным компонентам почвы, и после того как куличики высохнут, определяют их характеристики. Наконец, учащиеся пытаются слепить идеальный куличик или строительный кирпич, используя различные комбинации компонентов почвы.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие для просеивания почвы и лепки куличиков.

Просушивание в течение ночи.

Одно классное занятие для опыта с изготовлением кирпичей.

Просушивание в течение ночи.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Почва состоит из смеси различных материалов.

Размер почвенных частиц помогает определить характеристики почвы.

Почва является важным строительным материалом.

Навыки

Просеивание образцов почвы.

Наблюдение различий между частицами почвы.

Измерение или *взвешивание* образцов почвы.

Разработка схемы опыта.

Проверка результатов.

Приборы и материалы

1 л почвы (суглинок) для каждой группы учащихся.

Сита для просеивания (например, нейлоновая оконная сетка) с ячеей нескольких размеров.

Солома (сухая скошенная трава).

Дополнительная глина в порошке и песок.

Старые пластмассовые формочки для кубиков льда (для формовки кирпичей).

Небольшие пластмассовые крышки или мисочки (для куличиков).

Полиэтиленовая клеенка.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Почва состоит из большого количества частиц разрушенных горных пород, которые в соответствии размером делятся на песок, алеврит и глину. Количество воды, которое может удерживать почва, легкость прохождения воды через почву, свойства сухой почвы - все это зависит от комбинации материалов в данной конкретной почве. Почва с чрезмерно большим содержанием глины растрескивается при высыхании (вы, вероятно, видели фотографии сухой земли с глубокими трещинами или наблюдали трещины на поверхности высохшей лужи, появившиеся в результате того, что более тяжелые частицы оседают на дно). Почва с чрезмерным содержанием песка может быть слишком рыхлой и непригодной в качестве строительного материала.

Почва использовалась для строительства в течение тысяч лет и все еще является одним из самых важных строительных материалов.

В пустынных областях дома, построенные из необожженной глины (самана), сохраняются столетиями. Бетон и кирпичи употребляются повсеместно. Независимо от того, изготовляете ли вы бетон или саман, необходимо понимать важность наличия правильного соотношения компонентов в используемой почве.

Порядок проведения занятия

Наблюдения

1. Попросите учащихся внимательно рассмотреть (невооруженным глазом и с помощью увеличительного стекла) и тщательно ощупать почву.

2. Составьте список обнаруженного учащимися - например: *зерна разного размера, формы и цвета; другие материалы, такие, как листья и веточки; наличие «пыли», вес и т.д.*

3. Спросите учащихся, считают ли они, что почва выглядела бы иначе, если бы все частицы были одинаковыми, или если бы какие-либо из компонентов отсутствовали. В чем выражалось бы это отличие?

4. Просейте почвы, используя сначала самое крупноячеистое сито.

5. Соберите весь материал, который не прошел через сито, в одну кучку - это наиболее крупные частицы.

6. Предложите учащимся сравнить две имеющиеся кучки. Чем они похожи и чем различаются? Могут ли учащиеся объяснить, почему частицы разного размера употребляются в различных целях?

7. Просейте часть почвы, которая уже просеяна через сито, через другое сито с меньшим размером ячеи.

8. Сохраните фракцию, которая не прошла через сито следующего размера и продолжайте просеивать почву через мелкоячеистые сита. В итоге учащиеся получат несколько кучек почвы, различных по величине частиц.

9. Попросите учащихся найти слова, которыми можно описать имеющиеся у них различные кучки почвы. Объясните определения терминов: песок, алеврит, глина. Описания могут включать такие слова, как: *порошок, пыль, грубый, мягкий и т.д.*

Проведение опыта

1. Обсудите с учащимися значение почвы в качестве строительного материала. Попросите учащихся найти объекты, которыми построены из почвы или с ее участием. Примеры: *бетонная дорога, кирпичный дом.*

2. Попросите учащихся описать, как они стали бы изготовлять кирпич из имеющейся у них почвы.

3. Попросите учащихся охарактеризовать свойства хорошего куличика или кирпича. Описания могут включать такие слова, как: *твердость, трещины, прочность, устойчивость к воде и т.д.*

4. Попросите учащихся указать, из какой кучки почвы получится самый лучший куличик, а из какой - кирпич. Почему они выбрали именно эту кучку? Что произойдет, если к ней добавить воду?

5. Предложите учащимся слепить куличики или кирпичи из почвы, находящейся в каждой кучке. Попросите их добавить к почве воду, а затем сформовать ее руками или поместить в формочку (например, старую пластмассовую формочку для кубиков льда).

6. Высушите почву на солнце или в теплом месте.

7. Попросите учащихся проверить, насколько прочны высохшие куличики и кирпичи на излом, насколько они растрескались, насколько гладкая у них поверхность и т.д. Запишите положительные и отрицательные качества каждого объекта.

Более сложные задачи

1. Предложите учащимся создать «идеальный» куличик или кирпич, комбинируя различные количества просеянных ими почвенных частиц. Снабдите их дополнительным количеством песка, глины, органического материала, особенно, если исходная почва не содержала какого-либо из этих компонентов. Попросите учащихся измерить или взвесить различные ингредиенты и написать «рецепт», чтобы они могли сравнить его с рецептами других учащихся или воспроизвести свой опыт.

2. Старшие учащиеся могут вычислить процент по весу каждого из компонентов почвы, входящего в их рецепт.

Карточка для рецепта	Количество
Ингредиенты:	
глина (самые мелкие частицы)	
алеврит (средние частицы)	
песок (самые крупные частицы)	
прочее	
прочее	

Дальнейшие исследований

1. Что произойдет, если высушенные кирпичи полить водой? Найдите информацию о том, как защищены от дождя дома из необожженной глины (самана).
2. Рассмотрите обломок кирпича. Какие элементы почвы можно различить? Почему кирпичи устойчивы к воде?

ка успехов учащихся

ложите учащимся исследовать почвы г школы или на участке для гических исследований. Как можно елить, в каких почвах содержится больше а в каких - больше глины?

Почва нашего двора

Предназначение занятия

Исследование почвы и ее свойств.

Обзор

Учащиеся узнают о разнообразии почв, получают представление о взаимоотношении между почвами и почвообразующими факторами, и соотносят содержание раздела «Исследование почв» программы GLOBE с конкретными условиями на местах. Учащиеся используют образцы почвы, взятые возле их дома, для определения свойств, характерных для этих почв. Они сравнивают свой образец почвы с образцами своих одноклассников и рассматривают отличия между ними. Учащиеся совместно описывают взаимосвязь между свойствами почв и тем, как и где они были найдены. Старшие учащиеся составляют схему классификации почв.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие для наблюдения свойств почвы и один-два классных занятия для их обсуждения.

Дополнительное классное занятие потребуется, если образцы будут высушиваться для наблюдения последующих изменений.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Почвы варьируют в пределах небольших участков.

Свойства почв зависят от почвообразующих факторов.

Почвы могут быть классифицированы согласно их свойствам.

Навыки

Отбор образцов почвы.

Классификация почв.

Материалы и инструменты

Газеты.

Полиэтиленовые мешки объемом 1 л.

Местная карта (топографическая или дорожная, на которой изображен школьный район).

Увеличительное стекло.

Подготовка

В день проведения занятия подготовьте рабочее место в комнате, отведенной для почвенного анализа. Например, покройте лабораторные столы газетами. Если учащиеся должны будут высушивать образцы, найдите место, где их можно будет оставить на несколько дней. См. инструкции по сушке почв в *практической работе по определению характеристик почвы.*

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

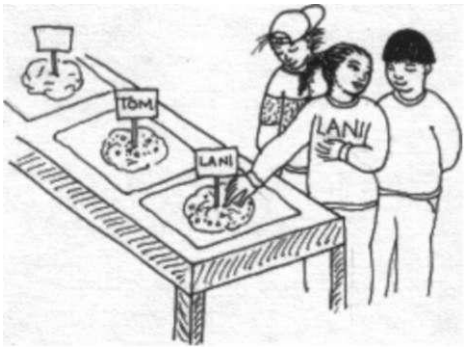
Свойства почв варьируют в зависимости от того, где в пределах ландшафта и на какой глубине был взят образец. В процессе обследования почвенных образцов, чтобы помочь учащимся в осмыслении того, что они видят, спросите учащихся: какие свойства они наблюдают? Сухая почва или влажная? Какие цвета вы можете различить? Можете ли вы определить компоненты почвы данного образца (органические материалы - как растительные, так и животные - , фрагменты горных пород, песок, глину и т.д.)? Как пахнет почва? Какова она на ощупь? Чем высушенная почва отличается от исходного образца? Имеются ли различия в пределах одного образца почвы? Как могут наблюдаемые свойства зависеть от способа, которым были собраны образцы? Как можно сгруппировать, или классифицировать, эти почвы?

Порядок проведения занятия

Прежде чем дать учащимся домашнее задание по сбору образцов почвы, попросите их сформулировать гипотезы о том, сколько различных типов почв они могут найти возле своего дома и в его окрестностях. Для ответа на этот вопрос, необходимо иметь предварительные знания или опыт.

Перед классным занятием

Попросите учащихся принести образцы почвы, взятые вблизи их дома, в полиэтиленовых мешках объемом 1 л. Они должны также записать, какой метод использовался при отборе образцов (например, откуда были взяты образцы, глубина почвы, как хранились образцы и т.д.). Для учащихся младшего возраста желательно установить единую процедуру



отбора проб - путем коллективного обсуждения или предложив им единый вариант процедуры

Во время классного занятия

В классе во время занятия учащиеся выкладывают принесенные ими образцы почвы на лабораторные столы и внимательно их рассматривают. Сделанные наблюдения заносятся в журналы исследований по программе GLOBE.

Предложите каждому из учащихся найти, у кого в классе есть образец почвы, сходный с тем, который он принес. Запишите, каким образом они установили, что эти образцы похожи.

Предложите каждому из учащихся найти, у кого в классе есть образец почвы, отличающийся от того, который он принес. Запишите, каким образом они установили, что эти образцы отличаются.

Проведите коллективное обсуждение и запишите на доске различные характеристики, которые учащиеся использовали для описания своих образцов почвы. Попросите их сгруппировать характеристики, имеющие сходный смысл. Используйте слова, которые отражают такое сходство, например, сходный цвет, как почва ощущается «на ощупь», количество корней в почве. Попросите учащихся описать, как наблюдаемые свойства соотносятся с почвообразующими факторами.

Обсудите, что является причиной различий в характеристиках (пять главных почвообразующих факторов; влияние методики отбора образцов и т.д.).

Попросите учащихся сравнить их наблюдения с предложенными ими ранее гипотезами о том, сколько различных типов почвы может быть найдено в образцах, собранных классом.

Предложите учащимся обсудить, как изменилось их знание характеристик почвы на основе проведенного исследования. Что они узнали? Перечислите конкретные пункты: например, какие характеристики почвы наблюдались, как эти характеристики могут варьировать в пределах ограниченного участка, и т.д.

Варианты для учащихся младшего и старшего возраста

Учащиеся младшего возраста должны сосредоточиться на проведении наблюдений и сравнении свойств образцов.

Учащиеся старшего возраста могут провести более серьезное исследование по группам или всем классом, по следующим пунктам.

- Разработать стандартную процедуру отбора образцов почвы; принести в класс новые образцы, собранные согласно этой процедуре. Сравнить два набора образцов.
- Разработать схему классификации почв на основе их свойств.
- Произвести сушку образцов почвы в течение различного времени; сравнить физичес¬кие свойства образцов, содержащих различное количество влаги.
- Нанести на карту местности места отбора образцов и распределение различных типов почвы.

Дальнейшие исследования

Узнайте, где поблизости производятся раскопки (земляные работы) и посетите это место; сравните ваши наблюдения с характеристиками образцов почвы, собранных в вашем дворе.

Напоминание: всегда строго следуйте правилам техники безопасности!

Выберите школу в другой части света с известными природными характеристиками (например, дождливый сезон, густая растительность). Выберите такую школу, которая уже предоставляла информацию. Пошлите учащимся этой школы письмо по электронной почте СЕОВЕМИ с описанием характеристики ваших почв, и попросите их прислать описание почв их местности. Каким образом связаны различия в климате ваших регионов (например, различные типы смены сезонов, количество осадков, тип наземного покрова) с различиями между почвами?

Сравните ваши результаты с результатами, полученными другой школой, и обсудите выявленные различия с участниками программы GLOBE в вашей и в другой школе.

Исследуйте, какие типы почв представляют собой наилучшие места обитания для дождевых червей или других почвообитающих организмов.

Разработайте схему для группировки (классифи¬кации) почв на основе их свойств.

Оценка успехов учащихся

Дайте учащимся для анализа образец «неизвестной» почвы. В зависимости от возрастной группы, они должны уметь сделать следующее:

провести описание почвы в своих журналах исследований по программе GLOBE с использованием максимально возможного числа наблюдаемых свойств почвы, перечислен¬ных в информационной таблице по характеристике почвы;

рассмотреть влияние характерных свойств почвы на ее историю формирования и местонахождение.

Копаемся в земле: почвы в полевых условиях

Предназначение занятия

Исследование зависимости свойств почвы от изменений в ландшафте.

Обзор

Учащиеся проводят исследование различий в почвах в окрестностях школы и обнаруживают, что такие почвенные свойства, как влажность и температура, в значительной степени различаются в пределах одного ландшафта. Учащиеся определяют факторы (например, уклон местности, затененность, растительность, спрессованность почвы),влияющие на внешний вид почвы и на ее способность удерживать воду.

Продолжительность занятия

Два классных занятия: одно для проведения полевой экскурсии, второе для обсуждения обнаруженных фактов и их объяснения.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Почвенные профили могут быть описаны на основании пяти главных почвообразующих факторов.

В пределах небольших географических участков почвы могут в значительной степени варьировать.

Почвообразующие факторы влияют также на содержание влаги в почве и температуру почвы.

Навыки

Наблюдение и описание образцов почвы.

Сбор полевых данных.

Определение взаимосвязи почвы и почвообразующих факторов.

Приборы и материалы

Небольшая лопата или совок.

Журналы исследований по программе GLOBE.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Факторы, влияющие на свойства почвы

Повсюду на Земле почвы имеют индивидуальный характер. Этот индивидуальный характер почв определяется взаимодействием в каждом конкретном месте пяти главных почвообразующих факторов. При обследовании почв в пределах вашего участка, обратите внимание на то, отличаются ли проявления почвообразующих факторов в различных местах этого участка.

Вы можете обнаружить различия в следующих свойствах почв:

- цвет;
- тип и количество растительности на поверхности почвы;
- количество корней, проходящих через поверхность почвы;
- различимая форма частиц почвы (или структура почвы);
- какова почва «на ощупь» (текстура почвы);
- количество и величина камней в почве;
- количество дождевых червей и других животных в почве;
- насколько холодная почва или теплая, сухая или влажная. (Сырая почва будет липкой на ощупь, и ее куски прилипают друг к другу; влажная почва ощущается влажной и холодной; в сухой почве влага на ощупь не чувствуется.)

Факторы, влияющие на влажность почвы

Поскольку каждая почва имеет индивидуальный характер, она содержит также специфическое количество воды. Содержание воды в почве может зависеть от многих причин. К их числу относятся: скорость, с которой осадки (дождь, снег и т.д.) проникают (инфильтрируются) в почву или стекают с нее, температура, характер растительности. Если почва сильно спрессована, например, на часто хоженой тропинке, вода не может проникнуть в почву с той же легкостью,

как на нетронутых местах. Природные факторы в некоторых местностях могут усилить сток, так, например, в сухом климате, количество стока увеличивается на так называемой «пустынной мостовой» (места, где мелкие камни расположены плотным слоем поверх песка подобно полу, сложенному из плиток).

На некоторых почвах воздействие ветра и воды способствуют формированию корки, что также препятствует инфильтрации воды. Скорость стока воды увеличивается с увеличением уклона местности. На крутом склоне дождевая вода быстро исчезает, тогда как на ровной поверхности она накапливается в лужах. Корни растений способствуют разрыхлению почвы, создавая *пористую* среду, в которую может проникнуть вода. Песчаные почвы обычно пропускают воду быстрее, чем глинистые.

Варьирование температур в пределах вашего участка может представляться незначительным. Однако, на самом деле температура между различными точками участка может различаться существенно. В тени температура будет ниже; тень имеется не только под кроной деревьев - почва может быть прохладнее под камнями, или со стороны камней, защищенной от солнца. В теплых местах почва может быть суше, а в прохладных затененных местах - влажнее.

Растения также влияют на влажность почвы. Они могут создавать тень. Кроме того, они потребляют влагу.

Порядок проведения занятия

Сначала задайте вопросы

1. Какая сторона склона в вашей местности получает больше солнечного света - северная или южная?
2. Где бы вы стали искать дождевых червей для рыбалки (или других почвообитающих беспозвоночных животных)? Почему бы вы стали искать их именно в данном месте? Помните, что животным необходимы вода, воздух и питательные вещества, которые имеются в различных почвах. В спрессованных почвах животным труднее выжить.
3. Где разнообразнее растительность - на склонах или в долинах? Почему?

Пять почвообразующих факторов

Климат: есть ли в пределах участка различия между более затененными и открытыми солнцу местами, более прохладными и теплыми, более сухими и влажными? Как различаются влажность и температура в песчаных и глинистых почвах? Какое влияние это оказывает на рост растений?

Топография местности: имеются ли в пределах участка склоны различной крутизны? Имеется ли ровная местность в пределах участка? Имеются ли участки местности, подымающиеся вверх или спускающиеся вниз? Каково высотное положение различных точек ландшафта (например, высокие места, середина склона, низкие места)? Где находятся наивысшие и наинизшие точки участка?

Растения и животные: как меняются типы растительности в пределах участка? Видны ли следы жизнедеятельности животных? Какие насекомые наблюдаются в пределах участка? Как участок используется людьми (например: парк, поле, газон, лес, сельскохозяйственная площадь, часть города)?

Исходный материал: из какого типа материала сформирован ваш участок? Имеются ли на поверхности камни, которые могут указать на источник формирования ландшафта? Находятся ли эти камни возле ручья (в этом случае они могли быть принесены водой)? Могли ли они быть принесены ветром (как в случае песчаных дюн), или скатиться с вершины холма под влиянием тяжести, мог ли их переместить ледник, или извержение вулкана? (Чтобы ответить на эти вопросы, вам придется ознакомиться с литературой для определения геологической структуры вашей местности.)

Время: в течение какого времени этот участок оставался нетронутым? Имеется ли большое количество органического вещества на поверхности почвы? Имеются ли трава, деревья, посевные культуры, другие растения, которые долгое время находились в нетронутом состоянии? Проводились ли на участке в недавнее время строительные или земляные работы? Если участок представляет собой поле, как давно оно было распахано? Были ли на участке вырублены деревья? Имело ли недавно место наводнение или другое природнее событие, которее могло повлиять на почвообразование?

На участке для исследований

1. Разделите класс на группы по 3-5 учащихся. Каждая группа должна иметь небольшую лопату или совок и журналы исследований по программе GLOBE.
2. Предложите группам исследовать различия в свойствах почвы в различных точках участка следующим образом: выкопать небольшое количество почвы, осмотреть ее и пощупать руками. Учащиеся должны записать результат наблюдения в своих журналах исследований по программе GLOBE.

Предложите учащимся отметить виды растений, наличие камней, корней и почвенных животных (например, дождевых червей), насколько легко раскапывать почву, расстояние от места раскопок до заметных элементов ландшафта и другие детали, на которые они обратят внимание. (См. врезку «Пять почвообразующих факторов», где приводится ряд наводящих вопросов. Попросите учащихся составить список мест, которые они исследовали, начиная с наиболее влажных до наиболее сухих. Заметьте, как влияют на содержание влаги в почве местоположение, тип растительного покрова, высота по склону, или прочие факторы, имеющиеся на участке.

Дальнейшие исследования

1. Предложите учащимся составить схематическую карту характеристик почвы в пределах участка.
2. Предложите учащимся разработать схему возможного использования и улучшения участка. Если бы этот участок был двором частного дома, в каких его местах можно было бы разбить сад или огород?

Оценка успехов учащихся

Задайте учащимся вопросы

1. В каких местах участка, по вашему мнению, почвы будут наиболее похожими? Обратите внимание на места со сходными почвообразующими факторами.
2. Какое место на участке, повашему, обладает наиболее типичной для этого участка почвой? Обратите внимание на почвы со сходными характеристиками, занимающие наибольшую площадь в пределах участка.
3. Какие факторы в пределах участка влияют на влажность почвы?
4. Какие факторы следует учесть при выборе участка для определения влажности почвы в пределах обследованной местности?

Почва как губка: сколько воды почва удерживает?

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с «гравиметрическими измерениями» - вычислением количества воды в образце почвы или другом материале путем взвешивания до и после сушки.

Обзор

Учащиеся взвешивают влажную губку, выжимают из нее воду и взвешивают сухую губку. Это помогает им понять, что объекты могут удерживать воду и что количество удерживаемой воды может быть измерено. Тот же метод применяется к образцам почвы: учащиеся взвешивают влажные и высушеные образцы. Далее этот же сравнительный подход применяется к другим влажным и сухим объектам (листья, фрукты).

Продолжительность занятия

Приблизительно два классных занятия для предварительного опыта с губкой и образцами почвы; затем 10-15 минут ежедневно в течение трех дней по мере высыхания объектов.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

- Различные объекты могут удерживать различное количество воды.
- Когда объекты высыхают, вода из них испаряется.
- Воду можно удалить из объектов путем выжимания и путем испарения.
- Содержание влаги в почве измеряется как количество воды в образце почвы.
- Содержание влаги в почве различается в различных районах мира.

Навыки

- *Измерение* веса влажных и сухих объектов.
- *Сравнение* влагоемкости различных объектов.
- *Наблюдение* изменений в весе с течением времени при высыхании объектов.
- *Вычисление* количества воды в образцах почвы и других объектах.
- *Оценка* уровней содержания воды в различных объектах.
- *Сравнение* содержания влаги в почве в различных районах мира с использованием визуализаций программы GLOBE.

Приборы и материалы

- Весы.
- Несколько губок.
- Салфетки.
- Разграфленная бумага (для учащихся со средним и высоким уровнем подготовки).
- Образцы почвы.
- Прочие объекты для опытов по высушиванию (например, фрукты, листья или овощи).

Предварительные условия

Знание простых и десятичных дробей.

Предпосылки

Многие объекты способны удерживать воду. Эта вода критически необходима для выживания живых существ. В случае с почвой задержанная в почве вода критически необходима для выживания растений и животных, которые растут или обитают в почве. Влажность почвы - один из лучших показателей того, какие растения могут произрастать в данной местности. Именно поэтому для исследований, которые проводят д-р Левайн и д-р Уошберн, необходимы данные по влажности почвы.

Один из способов вычисления влажности почвы - так называемые гравиметрические измерения. «Гравиметрический» означает определение веса, или степени гравитационного притяжения, данного объекта. При вычислении содержания влаги в почве нашей целью является найти вес воды, содержащейся образце почвы. Для этого мы определяем вес нашего образца, высушиваем его и затем определяем вес сухой почвы. Разница между весом влажной и сухой почвы равна количеству воды, изначально содержавшемуся в образце. После этого мы нормализуем этот показатель путем деления этой разницы на сухой вес образца.

Например, вы можете взять горсть выкопанной почвы и определить, что ее вес равен 100 г.

После того, как почва высохла, вы взвешиваете ее снова, и на этот раз ее вес будет равен 90 г. Десять граммов воды испарились из почвы. Мы должны нормализовать эту цифру для того, чтобы измерение содержания воды не зависело от образца; это делается путем деления на сухой вес почвы (если вес банки 30 г, то сухой вес почвы: 90-30 = 60 г). Вычисляется дробь 10/60 = 0,167. Это - индекс содержания влаги в почве (количество содержащейся в почве воды). Поскольку мы используем весы, показания которых зависят от гравитационного притяже¬ния, этот показатель называется гравиметрическим показателем содержания воды в почве.

Вычисление содержания воды в почве несложно, если обращаться с образцами и производить измерения аккуратно. При сухом воздухе испарение может произойти достаточно быстро. Подумайте, например, насколько быстро высыхает ваша кожа, когда вы выходите из воды после купания в жаркий, сухой день. Образцы почвы также быстро сохнут на воздухе, если сразу после выкапывания не поместить их в закрытый контейнер.

Влажность почвы зависит от многих факторов окружающей среды, включая температуру, количество осадков, тип почвы, а также топографические особенности, например, уклон местности и высотное положение в ландшафте. Влажность почвы особенно важна для сельского хозяйства. Большая часть тяжелой работы на полях, включая пахоту и боронование, производится с целью улучшения свойств почвы, имеющих отношение к задержанию влаги. В некоторых местностях для предотвращения интесивного стока с полей делается террасирование (создание на поле земляных барьеров), тогда как в других местах поля окружаются дренажными канавами для отведения излишней воды. Более того, различные сельскохозяйственные культуры нуждаются в разном количестве воды в определенные периоды роста. Понимание того, как влажность почвы меняется в течение года, может помочь фермерам выбрать посевные культуры.

При проведении этого занятия учащиеся измеряют влажность нескольких объектов до и после высушивания. Эти опыты разделяются на пять ступеней по мере их усложнения:

1-я ступень. Выжимание воды из губок

Учащиеся взвешивают влажную губку, выжимают ее, затем взвешивают сухую губку и воду, которая была выжата. Проделывая это они видят, что, по сути, влажная губка - это сухая губка плюс вода. Выжимание - очень наглядный и непосредственный метод удаления воды.

2-я ступень. Испарение воды из губок

Учащиеся выполняют то же упражнение, что и выше, но только вместо выжимания они оставляют губку на несколько часов или на день, чтобы вода из нее испарилась. Когда они взвешивают высохшую губку, результат должен быть примерно таким же, как в предыдущем опыте (хотя испарение может удалить из губки больше воды, чем выжимание).

3-я ступень. Измерение влажности почвы

Учащиеся применяют концепцию высушивания за счет испарения к опытам с почвой. Они высушивают образцы почвы в течение одного-двух дней, измеряют вес образцов до и после высушивания и таким образом определяют влажность почвы. Проводится сравнение данных по нескольким образцам почвы для того, чтобы выявить типичные пределы вариации влажности.

4-я ступень. Удаление воды из других объектов

На основании своего понимания измерений влажности почвы учащиеся проводят определение влажности других объектов, например, фруктов или листьев. Они экспериментируют с различными способами высушивания объектов - на солнце, с помощью выжимания, вентилятора, соли, и т.д. Определяются также количественные значения содержания влаги в объекте.

5-я ступень. Использование визуализаций программы GLOBE для анализа влажности почвы в различных точках мира

Ученики используют визуальные пособия программы GLOBE на сети Web для изучения карты, показывающей содержание влаги в почве в различных местах земного шара. Они обсуждают причины различий и проводят дальнейшие исследования в зависимости от заинтересованности учащихся к данной теме и к визуализациям.

В настоящее время программа GLOBE не имеет достаточного количества данных по влажности почвы для создания визуализаций. Они будут созданы и будут доступны на сети Web, как только количество данных позволит это сделать.

Порядок проведения занятия

Предварительное упражнение

Если учащиеся в вашем классе не знают, как пользоваться аналитическими весами, следует обучить их этому и дать им возможность

практиковаться во взвешивании различных объектов.

1-я ступень. Выжимание воды из губок

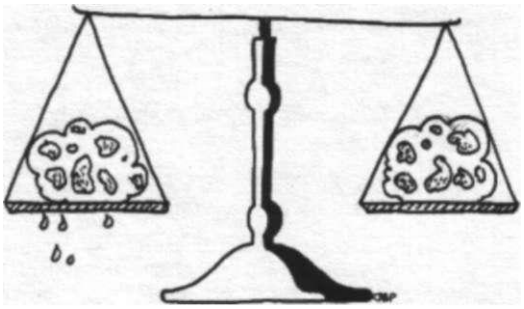
1. Намочите губку в воде. Взвесьте ее и запишите вес влажной губки. Спросите учащихся, сколько, по их мнению, будет весить сухая губка. Запишите названную примерную цифру.
2. Выжмите губку и взвесьте ее. Запишите вес сухой губки. Обсудите с учащимися, насколько эта цифра отличается от названной ими оценочной цифры.
3. Спросите учащихся, какое количество воды содержалось в губке. Могут ли они объяснить, как вычисляется это количество? Это количество воды равняется весу влажной губки без веса сухой губки. Например, 120 г воды = 200 г веса влажной губки минус 80 г веса сухой губки.
4. Повторите измерения с другой губкой. Попросите учащихся определить, какая губка удерживает большее количество воды.
5. Вы измерили абсолютное количество содержащейся в губке воды. Теперь найдите относительное содержание воды путем деления абсолютного количества воды на сухой вес губки.
6. Для дальнейших упражнений на этом уровне можно собрать воду, выжатую из каждой губки, в пластмассовый стаканчик, а затем взвесить ее (не забудьте вычесть вес стаканчика при определении веса воды). Определенный таким образом вес воды должен соответствовать весу, вычисленному путем вычитания веса влажной и сухой губки.
7. Обсуждая упражнение с учащимися, убедитесь, что они понимают, в чем состоит концепция способности объектов удерживать воду, и что эта способность различна для различных губок.

2-я ступень. Испарение воды из губок

1. Спросите учащихся, что случится, если оставить влажную губку на подносе до следующего дня, не выжимая ее. Если учащиеся в вашем классе понимают концепцию испарения, вы можете обсудить с ними эту тему. В противном случае, проведите обсуждение испарения позднее.
2. Попросите учащихся взвесить влажную губку, записать ее вес и оставить губку на подносе, желательно на солнце. Оставьте губку на подносе до следующего дня.
3. После того, как губка пролежала на подносе в течение дня, попросите учащихся взвесить сухую губку (к этому времени она должна высохнуть).
4. Спросите учащихся, куда исчезла вода. Учащиеся старшего возраста, которые знакомы с концепцией испарения, смогут ответить на этот вопрос. В противном случае объясните учащимся, что такое испарение.
5. Определите водоудерживающую способ-ность губки путем вычисления, сколько воды потеряла губка. Эта цифра может отличаться от той, которую учащиеся получили при выжимании губки. Спросите их, почему эти цифры близки друг к другу (ответ: как выжимание, так и испарение удаляют большую часть воды их губки), и почему они не совпадают в точности (ответ: испарение удаляет больше виды, чем выжимание, хотя оно и занимает больше времени).
6. Спросите учащихся , почему губка должна обладать высокой водоудерживающей способностью, и какие другие объекты могут иметь высокую водоудерживающую способность.

Домашнее задание

Объясните учащимся, что в ближайшее время они должны будут определить количество воды, которое может удерживать почва. Попросите их принести в школу образец почвы из окрестностей их дома. Образец следует поместить в небольшой плотно закрытый полиэтиленовый мешочек, чтобы препятствовать испарению влаги.



3-я ступень. Измерение влажности почвы

1. Попросите учащихся поместить образцы почвы на стол или парту (не вынимая их из плотно закрытых полиэтиленовых мешочков). Спросите, как они предлагают измерить влажность почвы. При ответе на этот вопрос они должны понимать, что основной подход - это взвесить образцы, высушить их (для этого есть много разных способов) и снова взвесить, так же, как это было сделано с губками.
2. Попросите учащихся (индивидуально или группами) открыть свой пластиковый мешочек с образцом, взвесить влажную почву и отложить ее в сторону для высушивания. Это может занять один - два дня.
3. Когда почва высохнет (попробуйте на ощупь, насколько она высохла), попросите учащихся снова взвесить образцы почвы. Спросите их, сколько воды испарилось.
4. Ознакомьте учащихся с формулой для вычисления содержания воды в почве:

Содержание воды в почве =

$$\left(\frac{\text{вес сырого образца - вес сухого обрата}}{\text{вес сухого образца/ вес банки}}\right) 100.$$

Эта формула используется в практической работе по определению влажности почвы. Например, если вес влажного образца равен 100 г, вес сухого образца - 90 г, а вес банки - 30 г, то содержание влаги в почве равно:

$$\frac{(100\text{ г} - 90\text{ г})}{(90\text{ г} - 30\text{ г})} = \frac{10}{60} = 0{,}167$$

$$100 \times 0{,}167 = 16{,}7.$$

5. Попросите учащихся вычислить содержание влаги в образцах почвы и сравнить полученные данные. Исправьте возможные ошибки в их вычислениях. Обсудите разброс данных и спросите, за счет чего имеются такие различия. Попросите учащихся рассмотреть различные типы почв, чтобы понять, откуда могут взяться различия в содержании влаги.

Для учащихся со средним и высоким уровнем подготовки

В ходе описанных выше занятий учащиеся старшего возраста могут взвешивать почву через каждый час и затем составить график по этим данным, чтобы определить, испаряется ли вода с постоянной скоростью или же скорость испарения меняется, например, падая по мере того, как почва высыхает, или нарастая при появлении солнца. Обсуждение этого вопроса можно увязать с климатическими факторами, например, со скоростью высыхания почвы в очень сухие или очень влажные дни.

Домашнее задание

Объясните учащимся, что следующее упражнение будет посвящено высушиванию различных объектов. Попросите их принести в класс фрукты, овощи, листья, камни или другие объекты, с которыми они хотят провести опыты.

4-я ступень. Удаление воды из других объектов

1. Попросите учащихся показать и обсудить объекты, принесенные ими для высушивания. Предложите им оценить содержание воды в каждом из этих объектов. Запишите эти оценки (индивидуально или классом).
2. Попросите учащихся взвесить объект и записать его вес во влажном состоянии.
3. Проведите коллективное обсуждение для определения различных способов высушивания объектов. Ранее учащиеся использовали для этого выжимание и испарение. Каким образом можно ускорить или замедлить процесс? Возможные предложения: оставить объекты на солнце, положить их под вентилятор, положить их на нагревательный прибор, поместить их в обычную духовку или в микроволновую печь, посыпать их

солью, накрыть их пластмассовым контейнером, направить на них лампу.

4. Выберите методику и получите результаты. Чем больше у вас времени, тем больше опытов могут провести учащиеся.
5. Выждите один-два дня, пока объекты высохнут, и попросите учащихся взвесить объект и записать его вес. Попросите учащихся вычислить содержание влаги в объекте. Сравните полученные значения с предложенными ранее оценками. Какие результаты оказались неожиданными?

5-я ступень. Использование визуализаций программы GLOBE для анализа влажности почвы в различных местах земного шара

Для учащихся со средним и высоким уровнем подготовки

Примечание: это занятие следует проводить после того, как будет накоплено достаточно данных для создания визуализаций по программе GLOBE, которые будут доступны на сети Web.

Занятие проводится с учащимися со средним и высоким уровнем подготовки, которые обладают необходимыми для этого навыками обращения с картами и пониманием основных концепций, связанных с влажностью почвы.

Проводите это занятие после того, как ваши учащиеся начнут отправлять на базу данных программы GLOBE данные по влажности почвы, основанные на проведении практических работ по исследованию почвы.

1. Используйте Web-страницу программы GLOBE для того, чтобы найти и открыть карту, содержания влаги в почве в различных точках земного шара. Учащимся представится прекрасная возможность для проведения исследования, поскольку ранее такие данные во всемирном масштабе не были доступны. Эти же данные используют в своих исследованиях д-р Уошберн и д-р Левайн.

2. Данные по содержанию воды в почве могут быть представлены в цифровой форме или в виде контуров на карте(полосы различного цвета будут соответствовать различным значениям влажности почвы).
3. Убедитесь, что учащиеся понимают связь между теми измерениями влажности почвы, которые провели они сами, и данными по влажности почвы, полученными другими школами в различных точках земного шара.
4. Учащиеся могут провести различные по своему характеру исследования, включая, например, следующие:
   - как изменяются значения влажности почвы в различных точках земного шара?
   - где наблюдаются самые низкие и самые высокие значения?
   - изменяются ли эти значения со временем (исследуйте карты содержания влаги в почве за другие месяцы)?
   - от чего зависит содержание влаги в почве в различных местах?
   - зависит ли содержание влаги в почве от недавних погодных условий?
   - сравните данные, полученные в пустыне, в тропическом дождевом лесу и на сельскохозяйственной площади;
   - в каких районах содержание воды в почве примерно такое же, как на вашем участке?
5. Предложите учащимся провести дальнейшие исследования с использованием визуализаций по программы GLOBE, содержащих данные по влажности почвы.

Оценка успехов учащихся

Принесите в школу несколько образцов почвы. Попросите учащихся оценить влажность почвы. Затем попросите их провести определение влажности почвы, не напоминая, как это делается. Проверьте, насколько реалистичны их оценки, и проследите за процедурой, чтобы убедиться, что учащиеся выполняют ее правильно.

Разложение органических веществ

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с ролью почвы в разложении органического вещества при различных условиях окружающей среды.

Обзор

Ученики проводят моделирование различных условий окружающей среды для того, чтобы определить, какие условия способствуют разложению органического вещества в почве. В качестве изменяющихся параметров среды используются температура, влажность и освещение. Учащиеся ставят «опыты в бутылках» с тем, чтобы наблюдать изменения при разложении растительных остатков.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие для обсуждения и планирования опыта, одно классное занятие для подготовки опыта, часть классного занятия ежедневно (или через день) для записи результатов, и одно классное занятие две недели спустя для наблюдения и обсуждения результатов. Для дальнейших исследований может понадобиться дополнительное время.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Разложение органического вещества в почве зависит от условий окружающей среды.

Навыки

Проведение опыта.

Наблюдение.

Предсказание результатов.

Приборы и материалы

Двенадцать стеклянных стаканов, банок или двухлитровых пластмассовых бутылок (для дополнительных исследований понадобится большее число).

Фломастер или этикетки.

Достаточное количество сухой почвы для того, чтобы наполнить каждую банку на 10 см. Используйте одинаковую почву (суглинок или садовую почву) во всех банках.

Достаточное количество остатков овощей или фруктов (моркови, огурцов, яблок и т.д.), чтобы поместить их слоем 2-3 см в каждую банку (используйте одинаковый тип остатков во всех банках). Другие возможные типы растительных остатков - это измельченные листья, трава, цветы и т. д. *Не используйте остатки животного происхождения.*

Мензурка или стакан для добавления воды к почве.

Для дальнейших исследований:

Дождевые черви (собранные в местной почве).

Образцы почв с песчаной и глинистой текстурой.

Подготовка

Подготовьте почву, бутылки и растительные остатки. Попросите учащихся принести растительные остатки в день проведения опыта.

Отведите места в помещении, подходящие для проведения опыта (теплое, солнечное место; прохладное, солнечное место; теплое, затененное место; и прохладное, затененное место).

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Освещенность, температура и содержание влаги являются главными факторами, определяю¬щими скорость разложения в почве. Почва способна задерживать влагу и тепло, необходимые микроорганизмам для жизни и разложения органических материалов, превращаемых в почвенный материал, называемый гумусом.

Почвы обладают различной способностью задерживать влагу и тепло и различными условиями жизни организмов. Если почва чрезмерно влажная, чрезмерно сухая или чрезмерно холодная, разложение будет идти замедленным темпом. Солнечная энергия, нергия, нагревая почву, будет одновременно ускорять испарение, что повлияет на содержание воды в почве. Учащимся будет предложено

исследовать, какие условия способствуют быстрому разложению органического вещества в почве.

Порядок проведения занятия

Приготовьте 12 стеклянных стаканов или банок на столе. Надпишите этикетку для каждой из них следующим образом:

1. Сухо, тепло, солнце.
2. Влажно, тепло, солнце.
3. Сыро, тепло, солнце.
4. Сухо, тепло, тень.
5. Влажно, тепло, тень.
6. Сыро, тепло, тень.
7. Сухо, прохладно, солнце.
8. Влажно, прохладно, солнце.
9. Сыро, прохладно, солнце.
10. Сухо, прохладно, тень.
11. Влажно, прохладно, тень.
12. Сыро, прохладно, тень.

Добавьте равные количества почвы (около 10 см) в каждую банку.

Добавьте равные количества остатков овощей (около 2-3 см) в каждую банку и хорошо перемешайте их с почвой. Используйте одинаковый тип остатков во всех банках.

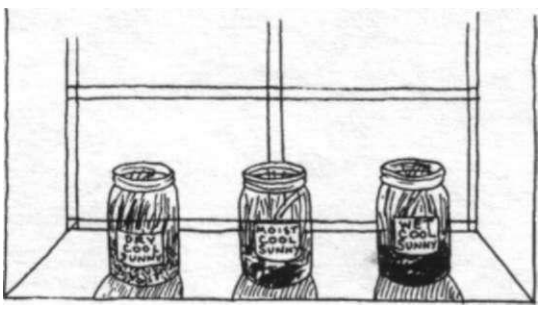
В каждой из четырех банок, обозначенных «Сыро», насытьте почву водой (до такой степени, чтобы вода покрывала поверхность почвы).

В каждой из четырех банок, обозначенных «Влажно», увлажните почву водой.

В банках, обозначенных «Сухо», оставьте смесь для высыхания.

Поместите одну банку «Сыро», одну банку «Влажно» и одну банку «Сухо» в теплое затененное место (в соответствии с этикетками).

Поместите одну банку «Сыро», одну банку «Влажно» и одну банку «Сухо» в теплое место, которое в течение дня открыто для солнца (в соответствии с этикетками).



Поместите одну банку «Сыро», одну банку «Влажно» и одну банку «Сухо» в затененное, прохладное место (в соответствии с этикетками).

Поместите одну банку «Сыро», одну банку «Влажно» и одну банку «Сухо»в прохладное место, которое в течение дня открыто для солнца (в соответствии с этикетками).

Закройте банки, но проделайте небольшие отверстия в крышках для циркуляции воздуха.

Через день проводите насыщение почвы водой в банках, помеченных «Сыро», и увлажняйте почву в банках, помеченных «Влажно»; при этом перемешивайте смесь почвы и растительного материала в банках.

В течение двух недель наблюдайте банки ежедневно (или через день) и записывайте наблюдения. Отмечайте изменения в содержании влаги и состояние органического вещества.

Обсудите с классом, как освещение, температура и содержание воды влияют на количество органического материала, оставшегося в почве через две недели. Какие банки (условия) характеризуются наибольшей степенью разложения? В каких банках наименьшая степень разложения? Можете ли вы через две недели расположить банки по степени разложения от наименьшей до наибольшей?

После того, как учащиеся обсудили свои наблюдения, предложите им создать собственные оптимальные условия для разложения с использованием любой комбинации факторов, включенных в исследование. Попросите их объяснить, почему они выбрали именно эти условия, и предположить, как каждый из факторов будет влиять на разложение органического вещества.

Варианты для учащихся младшего и старшего возраста

Для учащихся младшего возраста

Сократите количество банок до:

1. трех («Сыро», «Влажно» и «Сухо» в одинаковых условиях температуры и освещенности), или
2. двух (только «Влажно» в теплом и в сухом местах при одинаковых условиях освещенности).

Расскажите о том, как климат в разных частях света будут соответствовать этим условиям и сравните их с климатом вашей местности.

Для учащихся старшего возраста

Обсудите в связи с проведением опыта, как различается степень разложения органического материала в разных ландшафтах мира. Каковы источники органического материала в различных местностях? Как влияет климат на скорость разложения органического материала до гумуса? Предложите учащимся обсудить, какие климатические условия будут способствовать разложению органического материала, и какие будут препятствовать этому? Как будут различаться разложение органического вещества в тропической почве и в северном лесу?

Дальнейшие исследования

Используя почву с «оптимальными условиями», поместите в одну банку дождевых червей, а другую, для сравнения, оставьте без червей. Пронаблюдайте и опишите активность дождевых червей, скорость разложения органического вещества и различия в свойствах почвы в двух банках через две недели. Вы можете также создать «ферму по разведению червей» в стеклянной банке для наблюдения за поведением червей, за разложением органики и за изменениями в почве в течение более длительного времени.

Проделайте опыт, аналогичный вышеописанному, но с почвами различной текстуры. Включите банки с песчаной и с глинистой почвой и пронаблюдайте различия в соответствии с описанным выше.

Предложите учащимся исследовать компостирование.

Измерение механического состава почвы: что это такое?

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с теоретическими основами практической работы по определению механического состава почвы, и с тем, как полученные в этой работе данные могут быть использованы для предсказания процентного содержания песка, алеврита и глины.

Обзор

Используя измерения, сделанные в ходе *практической работы по определению механического состава почвы*, учащихся вычисляют количество (в граммах) и процентное содержание песка, алеврита и глины в образцах почвы. Учащиеся знакомятся с теоретической основой опыта по оседанию (закон Стока) и с применением текстурного треугольника к результатам их измерений, а также к результатам измерений набора образцов песка, алеврита и глины в целях тренировки.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Важнейшие концепции

Распределение частиц различной величины в почве (ее механический состав) создает специфическую текстуру почвы.

Закон Стока и оседание частиц.

Навыки

Использование таблицы для пересчета объемной плотности.

Использование математических навыков при корректировании показаний денсиметра для объема и температуры.

Вычисление содержания песка, алеврита и глины в образце в граммах и процентах.

Применение текстурного треугольника к результатам измерений.

Оценка процентного содержания.

Приборы и материалы

Данные из рабочего листа ввода данных механического состава почвы.

Экземпляр текстурного треугольника для каждого из учащихся.

Линейка.

Подготовка

Проведите обсуждение почвенных частиц различного размера и их распределения в почве.

Проведите *практическую работу по определению механического состава почвы* для получения данные, необходимых для данного упражнения.

Предпосылки

Количество в почве частиц определенной размерной категории (песка, алеврита и глины) называется механическим составом почвы. Зная ее механический состав, можно понять многие свойства почвы - например, сколько воды, тепла и питательных веществ она может удерживать, с какой скоростью перемещаются в этой почве вода и тепло, и каковы структура и консистенция данной почвы. Песок, алеврит и глина - это три размерные категории минерального материала, имеющегося в почвах. Количество частиц каждой из этих категорий называется механическим составом почвы, а то, как эти частицы ощущаются на ощупь, называется текстурой почвы.

Категория песка включает самые крупные частицы, алеврит - средние, а глина - мелкие. Среди ученых существуют разногласия в отношении различия величины частиц песка и алеврита. В программе GLOBE мы будем измерять размер песка и алеврита согласно двум различным шкалам:

1. Шкала Министерства сельского хозяйства США (USDA), в которой песок определяется как частицы величиной 0,05 - 2,0 мм, а алеврит - как частицы величиной 0,002 - 0,05 мм.

2. Шкала Международного общества почвоведов (ГББ), в которой песок определяется как частицы величиной от 0,02 - 2,0 мм, а алеврит - как частицы величиной 0,002 - 0,02 мм.

Глина определяется (обеими организациями) как частицы размером менее 0,002 мм. Частицы размером более 2 мм называются щебенкой или гравием, и не включаются в состав почвы.

Тяжелые, крупные частицы первыми оседают на дно; поэтому, если образец почвы размешать или встряхнуть с водой в цилиндре объемом 500 мл, частицы песка (по шкале ШОА) оседают на дно цилиндра за 2 минуты, тогда как алеврит и глина остаются в суспензии. За 12 минут оседают частицы песка согласно определению шкалы ЛББ, тогда как алеврит и глина остаются взвешены в суспензии. Наконец, за 24 часа оседают частицы алеврита, и в суспензии остается только взвешенная глина, количество которой определяется с помощью гидрометра.

Как определить количество песка, алеврита и глины в образце почвы

Денсиметр для измерения удельного веса - это прибор, измеряющий плотность воды, в которой имеются взвешенные материалы, по сравнению с плотностью чистой воды. Согласно процедуре, описанной в *практической работе по определению механического состава почвы,* показания денсиметра и измерения температуры снимаются через 2 минуты, 12 минут и 24 часа после начала опыта. Для определения количества песка, алеврита и глины в образце почвы следует определить каждое из показаний денсиметра и взять поправку на температуру. Затем, соглано таблице пересчета (см. ниже), определяется скорректированный удельный вес воды, выраженный в граммах взвешенной почвы на литр (1000 мл). Далее, результат умножается на объем суспензии (0,5 л или 500 мл) для того, чтобы определить количество граммов почвы в ней.

Использу данные из рабочего листа ввода данных по механическому составу почвы, используйте лист ввода данных для вычислений, приводимый ниже, чтобы произвести следующие расчеты.

1. Начните с показаний денсиметра, снятых через 2 минуты после начала опыта.

   С помощью таблицы пересчета (см. ниже) определите соответствующее значение, выраженное в граммах почвы на литр. Это значение соответствует суммарному количеству граммов алеврита (по шкале USDA) и глины, содержащихся в суспензии. Весь песок (по шкале USDA) осел на дно мензурки.

2. Возьмите значение температуры, измеренное через 2 минуты после начала опыта. На каждый градус температуры, превышающий 20°C, добавьте поправку 0,36 г к количеству почвы, определенному согласно таблице пересчета. На каждый градус температуры ниже 20°C вычтите 0,36 г.

3. Умножьте скорректированное на температуру количество граммов почвы на литр на 0,5 л для того, чтобы вычислить, сколько граммов взвешенной почвы содержится в суспензии в стакане объемом 500 мл. Ответ представляет собой суммарное количество граммов алеврита и глины, содержащихся в образце.

4. Повторите операции 1, 2 и 3 для показаний, снятых через 12 минут и 24 часа после начала опыта, используя соответствующие измерения температуры для корректировки на каждый градус выше или ниже 20°C. Показания, снятые через 12 минут, соответствуют суммарному количеству граммов алеврита (по шкале 1888) и глины, содержащихся в суспензии. Весь песок (по шкале К88) осел на дно мензурки. Показания, взятые через 24 часа, соответствуют количеству граммов глины, содержащейся в суспензии (за 24 часа весь песок и алеврит осели на дно мензурки).

5. Для того, чтобы вычислить, сколько граммов песка (по шкале иББА) содержится в образце, вычтите суммарное количество граммов алеврита и глины, вычисленные вами в операции 3 (см. выше), из исходного количества почвы в образце (25 г), который был использован в практической работе по определению механического состава почвы. Процентное содержание песка равно количеству граммов песка в образце, поделенному на 25 г (исходное количество почвы) и умноженному на 100.

6. Чтобы вычислить содержание в образце песка по шкале ІБББ (в граммах и в процентах), повторите операцию 5 с использованием суммарного количества граммов алеврита и глины, измеренного через 12 минут после начала опыта.

7. Количество глины (в граммах), содержащейся в образце, равно определенному выше количеству глины для скорректированного измерения через 24 часа после начала опыта. Процент глины вычисляется путем деления количества граммов глины в образце на 25 г (исходное количество почвы) и умножения на 100.

8. Количество алеврита может быть рассчитано путем сложения количества граммов глины (пункт 7) и песка (пункт 5 для шкалы USDA и пункт 6 для шкалы ISSS). Это значение вычитается из исходного количества почвы (25 г), и процент определяется путем деления количества граммов алеврита в образце на 25 г (исходное количество почвы) и умножения на 100, или же путем вычитания суммарного процентного содержания песка и глины из 100.

9. Повторите эти вычисления для образцов почвы из каждого горизонта вашего почвенного профиля. Используйте рабочий лист ввода данных для вычислений. Вы можете сравнить свои результаты с итоговыми результатами, которые будут вам возвращены после того, как вы загрузите в базу данных учащихся-участников программы GLOBE свою информацию из листа ввода данных механического состава почвы.

10. С помощью процедуры, использующей текстурный треугольник, вы можете определить название текстурного класса своего образца, соответствующее механическому составу почвы.

Табл. Почвы-L-1. Таблица пересчета удельного веса в количество почвы (в граммах на литр)

Удельный вес разведению	Почва, г/л	Удельный вес	Почва, г/л	Удельный вес	Почва, г/лпо
1,0024	0,0	1,0136	18,0	1,0247	36,0
1,0027	0,5	1,0139	18,5	1,0250	36,5
1,0030	1,0	1,0142	19,0	1,0253	37,0
1,0033	1,5	1,0145	19,5	1,0257	37,5
1,0036	2,0	1,0148	20,0	1,0260	38,0
1,0040	2,5	1,0151	20,5	1,0263	38,5
1,0043	3,0	1,0154	21,0	1,0266	39,0
1,0046	3,5	1,0157	21,5	1,0269	39,5
1,0049	4,0	1,0160	22,0	1,0272	40,0
1,0052	4,5	1,0164	22,5	1,0275	40,5
1,0055	5,0	1,0167	23,0	1,0278	41,0
1,0058	5,5	1,0170	23,5	1,0281	41,5
1,0061	6,0	1,0173	24,0	1,0284	42,0
1,0064	6,5	1,0176	24,5	1,0288	42,5
1,0067	7,0	1,0179	25,0	1,0291	43,0
1,0071	7,5	1,0182	25,5	1,0294	43,5
1,0074	8,0	1,0185	26,0	1,0297	44,0
1,0077	8,5	1,0188	26,5	1,0300	44,5
1,0080	9,0	1,0191	27,0	1,0303	45,0
1,0083	9,5	1,0195	27,5	1,0306	45,5
1,0086	10,0	1,0198	28,0	1,0309	46,0
1,0089	10,5	1,0201	28,5	1,0312	46,5
1,0092	11,0	1,0204	29,0	1,0315	47,0
1,0095	11,5	1,0207	29,5	1,0319	47,5
1,0098	12,0	1,0210	30,0	1,0322	48,0
1,0102	12,5	1,0213	30,5	1,0325	48,5
1,0105	13,0	1,0216	31,0	1,0328	49,0
1,0108	13,5	1,0219	31,5	1,0331	49,5
1,0111	14,0	1,0222	32,0	1,0334	50,0
1,0114	14,5	1,0226	32,5	1,0337	50,5
1,0117	15,0	1,0229	33,0	1,0340	51,0
1,0120	15,5	1,0232	33,5	1,0343	51,5
1,0123	16,0	1,0235	34,0	1,0346	52,0
1,0126	16,5	1,0238	34,5	1,0350	52,5
1,0129	17,0	1,0241	35,0	1,0353	53,0
1,0133	17,5	1,0244	35,5	1,0356	53,5
1,0359	54,0	1,0362	54,5	1,0365	55,0

Рабочий лист ввода данных для вычислений

A. Показание денсиметра (удельный вес) через 2 минуты _____

B. Температура через 2 минуты _____ °C

C. Г/л почвы (алеврит по шкале USDA + глина) из таблицы _____ г/л

D. Поправка на температуру [0,36 x (B - 20°C)] _____ г

E. Скорректированное количество алеврита (по шкале USDA) и глины в суспензии (C+D) _____ г

F. Количество почвы в граммах (алеврита по шкале USDA и глины) в 500 мл (E x 0,5) ____ г

G. Количество песка в граммах (по шкале USDA) (25 г - F) _____ г

H. Процент песка (по шкале USDA) [(G/25) x 100] _____ %

I. Показание денсиметра (удельный вес) через 12 минут _____

J. Температура через 12 минут _____ °C

K. Г/л почвы (алеврит по шкале ISSS + глина) из таблицы _____ г/л

L. Поправка на температуру [0,36 x (J - 20°C)] _____ г

M. Скорректированное количество алеврита (по шкале ISSS) и глины в суспензии (K+L) _____ г

N. Количество почвы в граммах (алеврита по шкале ISSS и глины) в 500 мл (M x 0,5) _____ г

O. Количество песка в граммах (по шкале ISSS) (25 г - N) _____ г

P. Процент песка (по шкале ISSS) [(O/25) x 100] _____ %

Q. Показание денсиметра (удельный вес) через 24 часа _____

R. Температура через 24 часа _____ °C

S. Г/л почвы (глины) из таблицы _____ г/л

T. Поправка на температуру [0,36 x (R - 20°C)] _____ г

U. Скорректированное количество глины в суспензии (S+T) _____ г

V. Количество почвы (глины) в граммах в 500 мл (U x 0,5) _____ г

W. Процент глины [(V/25) x 100] _____ %

X. Количество алеврита в граммах (по шкале USDA) [25 - (G+V)] _____ г

Y. Процент алеврита (по шкале USDA) [(X/25) x 100] _____ %

Z. Количество алеврита в граммах (по шкале ISSS) [25 - (O+V)] _____ г

AA. Процент алеврита (по шкале ISSS) [(Z/25) x 100] _____ %

Пример

Предположим, что следующие показания денсиметра были сняты через 2 минуты,

12 минут и 24 часа после начала опыта:

	Удельный вес	Температура
2 минуты	1,0125	21,0
12 минут	1,0106	21,5
24 часа	1,0089	19,5

Для каждого из показаний денсиметра необходимо пересчитать удельный вес в количество почвы в г/л, пользуясь таблицей пересчета, и взять поправку на температуру.

Показание через 2 минуты

Показание денсиметра наиболее близко к значению 1,0126, что соответствует 16,5 г/л суммарного содержания алеврита (по шкале иБББЛ) и глины в суспензии. Для этого значения возьмем поправку на температуру. Поскольку значение температуры на 1 градус выше, чем 20°С, прибавим 0,36 г/л к величине 16,5 г/л, и получим:

16,5 г/л + 0,36 г/л = 16,86 г/л.

Затем умножим величину 16,86 г/л на 0,5 л (объем воды, использованный в опыте) для перевода размерности из г/л в граммы:

16,86 г/л х 0,5 л = 8,43 г
(округляем до 8,4 г).

Это - количество содержащихся в суспензии алеврита (по шкале иБББЛ) и глины.

Для определения количества песка (по шкале иБББЛ), вычтем 8,4 г из исходного количества почвы, использованной в опыте (25,0 г):

25,0 г - 8,4 г =16,6 г песка
(по шкале ШБЛ).

Для определения процентного содержания песка в образце, разделим 14,1 г на исходное количество почвы, использованной в опыте (25,0 г) и умножим на 100 для получения процентного содержания:

(16,6 г : 25,0 г) х 100 = 66,4 % песка
(по шкале ШБЛ).

Показание через 12 минут

Показание денсиметра наиболее близко к значению 1,0105, что соответствует 13,0 г/л суммарного содержания алеврита (по шкале ІБББ) и глины в суспензии. Для этого значения возьмем поправку на температуру. Поскольку значение температуры было на 1,5 градуса выше, чем 20°С, прибавим 0,36 г/л х 1,5 к величине 13,0 г/л, и получим:

0,36 г/л х 1,5 = 0,54 г/л

13,0 г/л + 0,54 г/л = 13,54 г/л.

Затем умножим величину 13,54 г/л на 0,5 л (объем воды, использованный в опыте) для перевода размерности из г/л в граммы:

13,54 г/л х 0,5 л = 6,77 г (округляем до 6,8 г).

Это - количество содержащихся в суспензии алеврита (по шкале 1888) и глины.

Для определения количества песка (по шкале 15188), вычтем 6,8 г из исходного количества почвы, использованной в опыте (25,0 г):

25,0 г-6,8 г = 18,2 г песка
(по шкале 1888).

Для определения процентного содержания песка в образце, разделим 18,2 г на исходное количество почвы, использованной в опыте (25,0 г) и умножим на 100 для получения процентного содержания:

(18,2 г : 25,0 г) х 100 = 72,8 % песка
(по шкале 1888).

(Примечание: количество песка по шкале В88 больше, чем количество песка по шкале 1)80А, поскольку в соответствии со шкалой 1888 в категорию песка включаются более мелкие частицы, которые по шкале и80А классифицируются как алеврит.)

Показание через 24 часа

Показание денсиметра равно 1,0089, что согласно таблице пересчета соответствует в точности 10,5 г/л. Эта величина относится к содержанию глины в суспензии. Для этого значения возьмем поправку на температуру. Поскольку значение температуры было на 0,5 градуса ниже 20°С, вычтем 0,36 г/л х 0,5 из величины 10,5 г/л, и получим:

0,36 г/л х 0,5 =0,18 г/л

10,5 г/л-0,18 г/л = 10,32 г/л.

Затем разделим величину 10,32 г/л на 2 л (или умножим на 0,5 л, т.е. на объем воды, использованный в опыте) для перевода размерности из г/л в граммы:

10,32 г/л х0,5 =5,16 г
(округляем до 5,2 г).

Это - количество глины, содержавшейся в исходном образце почвы, использованном в опыте (25 г).

Для определения процентного содержания глины в образце, разделим 5,2 г на исходное количество почвы, использованной в опыте (25,0 г) и умножим на 100 для получения процентного содержания:

(5,2 г : 25,0 г) х 100 - 20,8 % глины.

Количество алеврита (по шкале USDA) вычисляется путем прибавления количества песка (по шкале USDA) к количеству глины, и вычитания этой суммы из исходного количества почвы, использованной в опыте (25,0 г):

16,6 г (песок по шкале USDA)
+ 5,2 г (глина) = 21,8 г.

25,0 г - 21,8 г = 3,2 г алеврита
(по шкале USDA),

или, в процентном выражении:

(3,2 г : 25 г) х 100 12,8 % алеврита (по шкале ШБЛ).

Количество алеврита (по шкале ^ББ) вычисляется путем прибавления количества песка (по шкале КББ) к количеству глины, и вычитания этой суммы из исходного количества почвы, использованной в опыте (25,0 г):

18,2 г (песок по шкале КББ)
+ 5,2 г (глина) = 23,4 г.

25,0 г - 23,4 г = 1,6 г алеврита
(по шкале ШБЛ),

или, в процентном выражении:

(1,6 г : 25 г) х 100 6,4 % алеврита (по шкале ISSS).

Итоговый результат для данного образца следующий:

	Песок (%)	Алеврит (%)	Глина (%)
USDA	66,4	***Ш***	20,Б
ISSS	72,8	6,4	20,Б

Использование текстурного треугольника для определения наименования текстурного класса

Почвоведы разработали классификацию механического состава почвы (текстуры почвы), содержащую 12 категорий. Графическая схема, так называемый «текстурный треугольник №3», используется учеными для изображения и понимания значения наименований категорий текстуры почв. Текстурный треугольник представляет собой диаграмму, на которой показаны все 12 категорий, классифицированные на основе процентного содержания песка, алеврита и глины в каждой из них Примечание: эти процентные категории основаны только на определении песка и алеврита согласно шкале USDA.

Следуя приведенной ниже инструкции, определите текстурный класс вашего образца почвы. Произведите следующие операции:

1. Наложите прозрачный пластик или бумагу на текстурный треугольник №3.

Поместите край линейки в ту точку на основании треугольника, которая соответствует процентному содержанию песка в вашем образце. Ориентируйте линейку вдоль диагональной линии, соответствующей процентному содержанию песка.
Поместите край другой линейки вдоль правой стороны треугольника. Ориентируйте линейку вдоль диагональной линии, соответствующей процентному содержанию алеврита.

4. Отметьте точку пересечения двух линеек карандашом или фломастером с водорастворимыми чернилами. Поместите верхний край одной из линеек на отметку и ориентируйте линейку в горизонтальном направлении. Цифра слева должна соответствовать процентному содержанию глины в образце. Обратите внимание, что процентное содержание песка, алеврита и глины в сумме должно составлять 100 %.

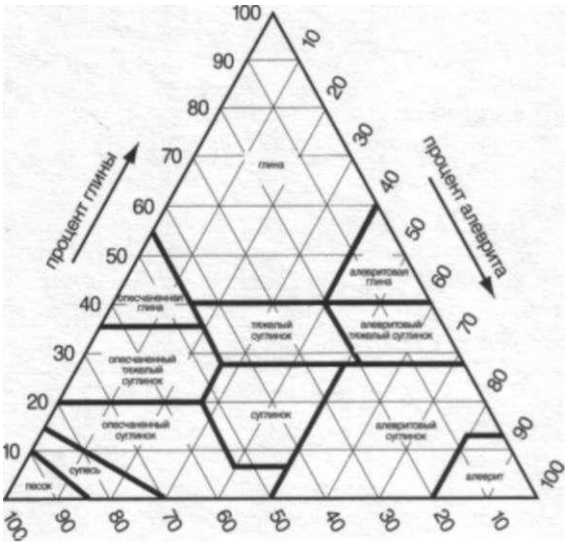


Рис. 801Б-Б-4. Текстурный треугольник N03

5. Найдите наименование (текстурный класс) почвы вашего образца в пределах ячейки треугольника, где находится отметка. Если отметка находится на линии границы между

двумя классами, запишите оба названия.

Для примера, приведенного выше, текстурный класс почвы будет:

	Песок (%)	Алеврит (%)	Глина (%)
Ш Б Л	56,4	12,8	30,8

- опесчаненный суглинок

Практические упражнения

Лист ввода данных для упражнения по определению текстуры почвы

Используйте следующие цифры для определения текстуры почвы с помощью текстурного треугольника. Если цифра отсутствует, заполните недостающую графу Примечание: сумма процентов песка, алеврита и глины должна всегда равняться 100 %.

	Песок(%)	Алеврит(%)	Глина(%)	Текстура
а.	75	10	15	опесчаненный суглинок
б.	10	83	7	_____
в.	42	--	37	_____
г.	--	52	21	_____
д.	--	35	50	_____
е.	30	--	55	_____
ж.	37	--	21	_____
з.	5	70	--	_____
и.	55	--	40	_____
к.	--	45	10	_____

Ответы: Ь. алевритный суглинок; с. 21, глинистый суглинок; 27, алевритный суглинок; е. 15, глина; {. 15, глина; д. 42, суглинок; її. 25, алевритный суглинок; і. 5, опесчаненный суглинок;]. 45, суглинок.

Закон Стока: вычисление времени оседания почвенных частиц

При выполнении протокола для определения механического состава почвы необходимо снимать показания денсиметра в определенное время для того, чтобы позволить частицам песка или алеврита осесть на дно мензурки. С целью определения времени оседания для частиц различного размера, используется формула, выведенная из так называемого закона Стока. Закон Стока описывает, за какое время (т.е. с какой скоростью) произойдет оседание частиц в зависимости от их диаметра и свойств жидкости, в которой происходит оседание. Зная эту скорость, можно вычислить время, необходимое для частицы определенного диаметра для оседания на определенную глубину воды.

Закон Стока может быть выражен в виде следующей формулы:

$$V = кС 2$$

где

V = скорость оседания см/сек ,

с1 = диаметр частицы в см (например, 0,2 - 0,005 см для песка; 0,005 - 0,0002 см для алеврита; и < 0,0002 см для глины),

к = константа, зависящая от свойств жидкости, в которой происходит оседание, плотности частицы, силы притяжения и температуры ($8,9 \times 10^{3}$ см ^{1} сек ^{1} для почвы в воде при температуре 20°C)

Пример

Допустим, вы хотите рассчитать время, необходимое для оседания частиц мелкого песка (0,1 мм в диаметре). Расстояние между делением 500 мл на вашей мензурке и ее основанием составляет около 27 см.

1. Сначала выразите диаметр частицы в сантиметрах:

   0,1 мм x 1 см/10 мм = 0,01 см.

2. Используя приведенное выше уравнение, подставьте в него значения для диаметра частицы, возведите в квадрат и умножьте на константу:

   $V = 8900 \times (0,01)^{2} = 0,89$ см/сек

3. Затем разделите расстояние между делением 500 мл и основанием цилиндра на скорость, вычисленную в операции 2.

   27 см / 0,89 см сек ^{1} = 30,33 сек

Таким образом, оседание частицы мелкого песка диаметром 0,1 мм на дно мензурки объемом 500 мл займет около 30 секунд.

Дальнейшие исследования

1. Попробуйте, какова на ощупь текстура влажного образца почвы. Определите текстуру с помощью текстурных треугольников № 1 и № 2, приведенных в практической работе по определению характеристик почвы в полевых условиях. Песок является зернистым на ощупь, тогда как алеврит ощущается как порошок или мука. Глина - липкая на ощупь, не поддается сжиманию, и, скорее всего, прилипнет к вашей руке.

   В текстурном треугольнике № 3 найдите название того класса текстуры, к которому принадлежит эта почва. Попробуйте оценить, какое количество песка, алеврита и глины содержится в образце.

2. Предложите учащимся практиковаться в определении процента песка, алеврита и глины в принесенных ими образцах почвы, определяя текстуру как на ощупь, так и с помощью текстурного треугольника № 3. Оценка может быть подтверждена с помощью процедуры, описанной в практической работе по определению механического состава почвы, которая поможет учащимся определить количест¬ венное содержание в образце каждой из размерных групп частиц.

3. Когда учащиеся будут чувствовать себя уверенно при определении текстуры, предложите им игру или соревнование с тем, чтобы установить, чьи оценки окажутся ближе к истинным измерениям, определенным с помощью метода оседания частиц.

4. Создайте набор образцов почвы со стандартной текстурой, который может быть использован учащимися для определения текстуры. Эти стандарты должны включать по одному образцу каждого из 12 текстурных классов, с перечислением процентного содержания в образце песка, алеврита и глины, определенного методом оседания частиц.

5. Используйте процедуру вычислений согласно формуле закона Стока для определения скорости и времени оседания частиц с диаметром (в см), выбранных по желанию учащихся. Помните, что диаметр частиц должен быть выражен в сантиметрах.

Оценка успехов учащихся

Проверьте, понимают ли учащиеся взаимосвязь между текстурой почвы и ее механическим составом: насколько точно они определяют текстурный класс неизвестного образца почвы на ощупь? С помощью практических упражнений, подобных приведенным выше, определите, насколько уверенно учащиеся используют текстурный треугольник.

Благодарности

Методика заимствована в адаптированном виде из книги: L. J. Johnson. [Л. Дж. Джонсон]. (1979) Introductory Soil Science: *A Study Guide and Laboratory Manual.* [Введение в почвоведение - учебник и лабораторное руководство]. MacMillan Pub. Co., Inc., N.Y.

Игра с данными

Предназначение занятия

Обучение оценке полученных результатов с целью минимизировать ошибки при взятии показаний или записи измерений.

Обзор

Учащиеся проводят игру, в ходе которой они сначала собирают данные, используя различные приборы и расчеты, а потом пытаются сбить с толку другие команды, завышая результаты некоторых измерений. Сначала эта игра проводится с данными, полученными при измерении различных объектов в классе, потом с измерениями влажности почвы, а затем с другими данными по программе GLOBE.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Важнейшие концепции

Аккуратное измерение и запись данных.

Оценка дает представление о том, насколько точны данные.

Оценка дает возможность отметить необычные значения данных для проведения дальнейшего исследования.

Навыки

Измерение и *регистрация* данных.

Оценка значения данных.

Определение «правдоподобности» данных.

Приборы и материалы

Для учащихся младшего возраста:

Линейки.

Измерительные рулетки.

Мерные стаканы и ложки.

Для учащихся более старшего возраста:

Приборы для измерения:

а) расстояния

б) объема

в) длины окружности

г) веса

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Ученые полагаются на аккуратность данных, которые сообщают им школы, участвующие в программе GLOBE. Однако, даже самый тщательный наблюдатель может допустить ошибку в сборе или записи данных. Крайне необходимо убедиться, что ваши данные максимально аккуратны. Один из способов избежать ошибок - это предложить учащимся проводить критически оценивать каждую записываемую цифру. Насколько правдоподобна эта цифра? Возможно ли вообще такое значение? По мере того, как учащиеся ближе знакомятся с измерениями, которые они производят, они начнут сумеют увереннее предполагать ожидаемое значение.

Два навыка важны для того, чтобы учащиеся могли судить, насколько правдоподобны их данные. Во-первых, учащиеся должны понимать единицы измерений: например, чему примерно равен метр? Сколько воды составляет один литр? Сколько весит один литр воды? Во-вторых, учащиеся должны чувствовать, какой разброс данных ожидается для данного измерения: например, какие максимальные и минимальные значения можно ожидать для содержания воды в почве? Для температуры воздуха?

В ходе данного занятия учащиеся используют оба этих навыка в ходе игры. Учащиеся делятся на группы, которые проводят и записывают измерения. Затем одна группа изменяет некоторые значения данных, а другая пытается угадать, какие значения неправильны на основе того, насколько они «правдоподобны».

Умение использовать такой критерий «правдоподобности» является навыком фундаментальной важности, т. к. это требует от учащихся не только умения предположить ожидаемые в данном случае значения, но и чувства ответственности за аккуратность своих данных.

Необходимо подчеркнуть, что учащиеся могут собрать аккуратные, но неожиданные данные. Оценка ожидаемых значений данных поможет учащимся также определить, в каком случае их данные являются необычными, что должно явиться поводом к дальнейшему исследованию.

Порядок проведения занятия

1-я ступень. Оценка данных по объектам, имеющимся в классе

1. Разделите учащихся на команды по четыре человека. Снабдите каждую команду инструментами для измерений и попросите команды собрать данные по объектам, имеющимся в классе. Каждая команда должна измерить и записать от 5 до 10 значений.

   Учащиеся с начальным уровнем подготовки могут:

   сосчитать количество книг, плиток на полу, пальцев, и т.д. в классе;

   измерить длину 10 книг, комнаты, периметр стола, и т.д.;

   измерить объем воды в стакане, в умывальнике, и т.д.

   Учащиеся со средним уровнем подготовки могут:

   измерить и сложить расстояния (высота стола и всех столов в классе);

   вычислить высоту всех учебников, сложенных вместе.

   Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут:

   вычислить площадь в квадратных метрах, объем в кубических сантиметрах, объем и вес предметов.

2. Далее каждая команда должна «замаскировать» часть своих данных, завысив их значения. Например, кубик объемом 10 кубических сантиметров будет обозначен как имеющий объем 20 или даже 200 кубических сантиметров. Чем менее завышено измерение, тем труднее будет распознать его другим командам. (Можно начать игру исходя из правила, что завышенное значение должно быть по крайней мере вдвое больше реального).

3. Каждая команда представляет свои данные по очереди. Остальные команды должны угадать, насколько аккуратны эти данные. Угадавшая команда получает очко.

4. После того, как все команды представили свои данные, команда, набравшая наибольшее количество очков, объявляется победителем.

5. В конце занятия обсудите процесс оценки и концепцию правдоподобности. Можно повторить это занятие и проверить, насколько улучшились навыки учащихся.

2- я ступень. Оценка данных по содержанию воды в почве

Учащиеся применяют те же навыки для данных влажности почвы («игру с данными» можно проводить для любых данных). Можно использовать данные по влажности почвы, которые учащиеся уже собрали в ходе выполнения практической работы, или же данные по образцам, которые учащиеся принесут из дома в ходе выполнения учебного занятия *«Сколько воды почва удерживает?»*

Как описано выше для 1-й ступени, предложите учащимся изменить некоторые из значений данных по содержанию влаги в почве, а затем предложите другим командам угадать, какие из данных аккуратны, а какие преувеличены. Команды набирают очки как описано выше.

3- я ступень. Использование информации базы данных учащихся-участников программе GLOBE

1. Предложите учащимся войти в базу данных учащихся-участников программе GLOBE, и просмотреть данные по содержанию влаги в почве, собранные другими участниками программы GLOBE. Они должны найти:

   разброс данных для конкретной глубины;

   разброс данных по соседним школам;

   разброс данных по школам, находящимся в аридной местности, в лесной местности или в местности с травянистой растительностью;

   наиболее обычные значения данных.

2. Обсудите разброс данных и наиболее распространенные значения, и предложите учащимся подумать над тем, как эта информация может способствовать их «игре с данными».

3. Предложите учащимся снова провести «игру с данными», на этот раз используя глобальную информацию, полученную из базы данных учащихся-участников программы GLOBE.

4. Обсудите с учащимися, в каком смысле этот процесс - предварительный обзор выборки данных вначале для того, чтобы увидеть из разброс - является необходимым шагом для оценки значений данных и суждения об их «правдоподобности».

5. Это занятие можно повторить с любым набором данных по программе GLOBE.

6. Необходимо также отметить, что аномальные данные, часто находящиеся «за пределами«, не обязательно являются неправильными, но несомненно должны быть подвергнуты пристальному рассмотрению. Данные, лежащие «за пределами«, обычно оказываются наиболее интересными или важными для последующих исследований.

7. Если какие-либо данные, имеющиеся в базе данных учащихся-участников программы GLOBE, кажутся неправильными, попросите ваших учащихся послать письмо по электронной почте GLOBEMail в школу, которая сообщила эти данные. Спросите у учащихся этой школы, существуют ли причины, обусловившие появление аномальных значений данных, или эти значения получены в результате неаккуратности измерений.

Варианты для учащихся со средним и высоким уровнем подготовки

Учащиеся старшего возраста могут составить графики данных (особенно на 3-й ступени), провести анализ разброса, данных «за пределами», средних значений, наиболее распространенных значений, и т.д. Они также могут обсудить причины вариаций между различными участками, входящими в глобальный набор данных. Это, в свою очередь, требует более глубокого понимания отдельной области науки, например, почвенных исследований.

Дальнейшие исследования

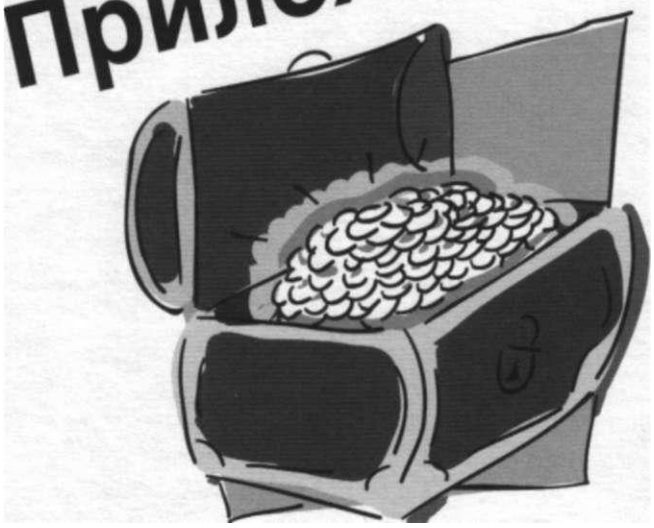
«Игра с данными» может использоваться в случаях, когда учащиеся имеют трудности в определении того, какие значения данных являются типичными при выполнении конкретной практической работы. Убедитесь в том, что учащиеся изучили процедуру выполнения практической работы и наборы образцов данных, чтобы иметь основание для оценки правдоподобности данных.

Периодически проводите обзор данных по содержанию влаги в почве, а также данных, полученных учащимися других школ, обращая внимание на возможные ошибки или данные, лежащие «за пределами», и переписывайтесь с этими школами по электронной почте GLOBEMail, обсуждая подобные аномальные значения данных.

Оценка успехов учащихся

В процессе выполнения практических работ по программе GLOBE периодически выбирайте одного учащегося для того, чтобы зачитывать перед классом полученные данные, и включайте в зачитываемый список заведомо ошибочные значения, чтобы проверить, обнаружат ли их учащиеся. Того, кто заметил ошибку, вы можете отнетить присуждением ему «звездочки» программы GLOBE или иной соответствующей возрасту наградой. Убедитесь в том, что ошибочные значения исправлены, прежде чем загружать эти данные в базу данных программы GLOBE!

Приложение



Рабочий лист ввода данных характеристики почвы

Рабочий лист ввода данных объемной плотности почвы (методы разреза и проб у поверхности)

Рабочий лист ввода данных объемной плотности почвы (метод бурения)

Рабочий лист ввода данных механического состава почвы

Рабочий лист ввода данных pH почвы

Рабочий лист ввода данных плодородия почвы

Рабочий лист ввода данных по участку для исследования влажности почвы

Рабочий лист ввода данных влажности почвы («схема звезды»)

Рабочий лист ввода данных влажности почвы (транссект)

Рабочий лист ввода ежедневных данных гипсовых блоков

Рабочий лист ввода данных ежегодной калибровки гипсовых блоков

Рабочий лист ввода данных инфильтрации почвы

Рабочий лист ввода данных температуры почвы

Информационный лист характеристики почвы

Текстурный треугольник № 3

Глоссарий

Листы ввода данных программы GLOBE в сети Web

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных для характеристики почвы

Наименование участка: _____ ***Номер листа:*** _____ ***Уклон:*** _____° ***МПС:*** _____

Метод (разрез или проба вблизи поверхности) _____ ***Бурение*** _____ ***Существующие обнажения почвы*** _____

Другие характеристики участка: _____

Горизонт (код или №)	Глубина верха (см)	Глубина низа (см)	Влажность (влажная, сухая, мокрая)	Структура (тип)	Основной цвет (по шкале)	Дополнит. цвет (по шкале)	Консистенция (рассыпчатая, рыхлая, твердая, чрезвычайно твердая)	Текстура (название)	Камни (нет, мало, много)	Корни (нет, мало, много)	Карбонаты (нет, мало, много)

ПРИМЕЧАНИЯ.

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных объемной плотности почвы

(методы разреза и взятия проб у поверхности)

Дата отбора образца: _____ Участок: _____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Образец № 1

A. Объем контейнера: _____мл

B. Вес контейнера: _____г

C. Вес сырого образца: _____г

D. Вес сухого образца: _____г

E. Вес сухой почвы (D-B): _____г

F. Вес камней: _____г

G. Объем воды без камней : _____мл

H. Объем воды и камней : _____мл

I. Объем камней (H - G): _____мл

J. Объемная плотность [(E-F)/(A-I)]: _____г/мл ($см^3$)

Образец № 2

A. Объем контейнера: _____мл

B. Вес контейнера: _____г

C. Вес сырого образца: _____г

D. Вес сухого образца: _____г

E. Вес сухой почвы (D-B): _____г

F. Вес камней: _____г

G. Объем воды без камней: _____мл

H. Объем воды и камней: _____мл

I. Объем камней: (H - G): _____мл

J. Объемная плотность [(E-F)/(A-I)]: _____г/мл ($см^3$)

Образец № 3

A. Объем контейнера: _____мл

B. Вес контейнера: _____г

C. Вес сырого образца: _____г

D. Вес сухого образца: _____г

E. Вес сухой почвы (D-B): _____г

F. Вес камней: _____г

G. Объем воды без камней: _____мл

H. Объем воды и камней: _____мл

I. Объем камней: _____мл

J. Объемная плотность [(E-F)/(A-I)]: _____г/мл ($см^3$)

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных объемной плотности почвы (метод бурения)

Дата отбора образца: _____ Участок: _____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Образец № 1

A. Глубина отбора образца: верх_____см G. Вес сухого образца: _____г

B. Глубина отбора образца: низ _____см H. Вес сухой почвы: (G-E):_____г

C. Диаметр шурфа: _____см I. Вес камней: _____г

D. Объем шурфа π x$(C/2)^2$ x(B-A) _____$см^3$ J. Объем воды без камней: _____мл

E. Вес контейнера: _____ г K. Объем воды и камней: _____мл

F. Вес сырого образца: _____г L. Объем камней (K-J): _____мл

M. Объемная плотность [(H-I)/(D-L)]: _____$г/см^3$)

Образец № 2

A. Глубина отбора образца: верх _____см G. Вес сухого образца: _____г

B. Глубина отбора образца: низ _____см H. Вес сухой почвы: (G-E): _____г

C. Диаметр шурфа: _____см I. Вес камней: _____г

D. Объем шурфа π x$(C/2)^2$ x(B-A) _____$см^3$ J. Объем воды без камней: _____мл

E. Вес контейнера: _____г K. Объем воды и камней: _____мл

F. Вес сырого образца: _____г L. Объем камней (K-J): _____мл

M. Объемная плотность [(H-I)/(D-L)]: _____$г/см^3$)

Образец № 3

A. Глубина отбора образца: верх _____см G. Вес сухого образца: _____г

B. Глубина отбора образца: низ _____см H. Вес сухой почвы: (G-E): _____г

C. Диаметр шурфа: _____см I. Вес камней: _____г

D. Объем шурфа π x$(C/2)^2$ x(B-A) _____$см^3$ J. Объем воды без камней: _____мл

E. Вес контейнера: _____ г K. Объем воды и камней: _____мл

F. Вес сырого образца: _____г L. Объем камней (K-J): _____мл

M. Объемная плотность [(H-I)/(D-L)]: _____$г/см^3$)

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных механического состава почвы

Дата отбора образца: _____ Участок: _____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Расстояние между дном мензурки и отметкой 500 мл _____ см

Температура калибровки денсиметра _____°C

Образец № 1

A. Показание денсиметра, 2 мин. : _____ B. Температура, 2 мин.: _____ °C

C. Показание денсиметра, 12 мин.: _____ D. Температура, 12 мин.: _____ °C

E. Показание денсиметра, 24 часа: _____ F. Температура, 24 часа: _____ °C

Образец № 2

A. Показание денсиметра, 2 мин. : _____ B. Температура, 2 мин.: _____ °C

C. Показание денсиметра, 12 мин.: _____ D. Температура, 12 мин.: _____ °C

E. Показание денсиметра, 24 часа: _____ F. Температура, 24 часа: _____ °C

Образец № 3

A. Показание денсиметра, 2 мин. :_____B. Температура, 2 мин.:_____"C

C. Показание денсиметра, 12 мин.:_____O. Температура, 12 мин.:_____"C

E. Показание денсиметра, 24 часа:_____P. Температура, 24 часа:_____°C

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных pH почвы

Дата отбора образца: _____ Участок: _____

Метод измерения pH (отметьте одно): ___ бумага ____ ручка ____ прибор для изм. pH

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Образец № 1	***Образец № 2***	***Образец № 3***
A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____
B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Образец № 1	***Образец № 2***	***Образец № 3***
A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____
B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: верх_____см

низ _____см

Образец № 1	***Образец № 2***	***Образец № 3***
A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____	A. pH воды до добавления почвы: _____
B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____	B. pH смеси воды с почвой: _____

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных плодородия почвы

Дата отбора образцов:_____Участок:_____

Номер горизонта:_____ Глубина горизонта: низ _____см

верх _____см

Образец № 1	*Образец № 2*	*Образец № 3*
Нитрат (К): выс.___средн.___низк.___нет_____	Нитрат (К): выс.___средн.___низк.___нет___	Нитрат (К): выс.___средн.___низк.___нет___
Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет_____	Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет___	Фосфор (Р): выс.__средн.___низк.___иет___
Калий (К): выс.___средн.___низк.___нст_____	Калий (К): выс.___среди.___низк.___нет___	Калий (К): выс.___средн.___низк.___нет___

ННомер горизонта: _____Глубина горизонта: низ . _см

верх см

Образец № 1	*Образец № 2*	*Образец № 3*	
Нитрат (Ы): выс.___средн.___низк.___нст___	Нитрат (14): выс.___средн.___низк.___нет___	Нитрат (К): выс._ средн.___низк.___нст_
Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет___	Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет___	Фосфор (Р): выс.__средн.___низк.___нст_
Калий (К): выс.___средн.___низк.___нет___	Калий (К): выс.___средн.___низк.___нст___	Калий (К): выс._ средн.___низк.___нет_

Номер горизонта:_____Глубина горизонта: низ_____см

верх_____см

Образец № 1	*Образец № 2*	*Образец № 3*	
Нитрат (Ы): выс.___средн.___низк.___нст___	Нитрат (И): выс.___средн.___низк.___нет___	Нитрат (гГ): выс.___средн.___низк.___нет.
Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет___	Фосфор (Р): выс.___средн.___низк.___нет___	Фосфор (Р): выс.__средн.___низк.___нст_
Калий (К): выс.___средн.___низк.___нет___	Калий (К): выс.___средн.___низк.___нст___	Калий (К): выс.___средн.___низк.___нет_

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных по участку для исследования влажности почвы

Дайте участку особое название и кратко определите его местонахождение:

Наименование участка: _____

Местонахождение: _____

_____

Координаты: ШИРОТА:_____ ДОЛГОТА:_____ ВЫСОТА н.у.м.:_____ м

Широта и долгота определены по : GPS ___ другим способом ____ (отметьте одно)

Метаданные по участку:

Расстояние до ближайшего дождемера или укрытия для приборов: ____ м;
направление _____

Расстояние до ближайшего пробного участка для характеристики почвы: ____ м;
направление _____

Состояние участка для исследования влажности почвы:

естественное ___, был вспахан ___, был грейдирован ___, вторичная засыпка почвы___,
спрессованная почва ___, прочее _____

Наземный покров:

обнаженная почва ___, низкая трава (<10 см) ___, высокая трава (>10 см) ___

Древесный ярус:

открытая местность ___, в пределах 30 м имеются деревья ___,
участок находится под пологом леса ___,
в пределах 30 м имеются дома или др. сооружения: нет ___, да (опишите размеры)_____

Характеристика почвы

(заимствуйте эти значения из рабочего листа ввода данных по характеристике почвы для ближайшего пробного участка для характеристики почвы)

	0-5 см	10 см	30 см	60 см	90 см
Структура	_____	_____	_____	_____	_____
Цвет	_____	_____	_____	_____	_____
Консистенция	_____	_____	_____	_____	_____
Текстура	_____	_____	_____	_____	_____
Камни	_____	_____	_____	_____	_____
Корни	_____	_____	_____	_____	_____
Объемная плотность	_____	_____	_____	_____	_____

Механический состав почвы

% песка	_____	_____	_____	_____	_____
% алеврита	_____	_____	_____	_____	_____
% глины	_____	_____	_____	_____	_____

Выбранные определения песка и алеврита: по шкале USDA ____ или ISSS _____

Рабочий лист ввода данных по участку для исследования влажности почвы (продолжение)

Классификация наземного покрова (согласно указаниям в практической работе по наземному покрову):

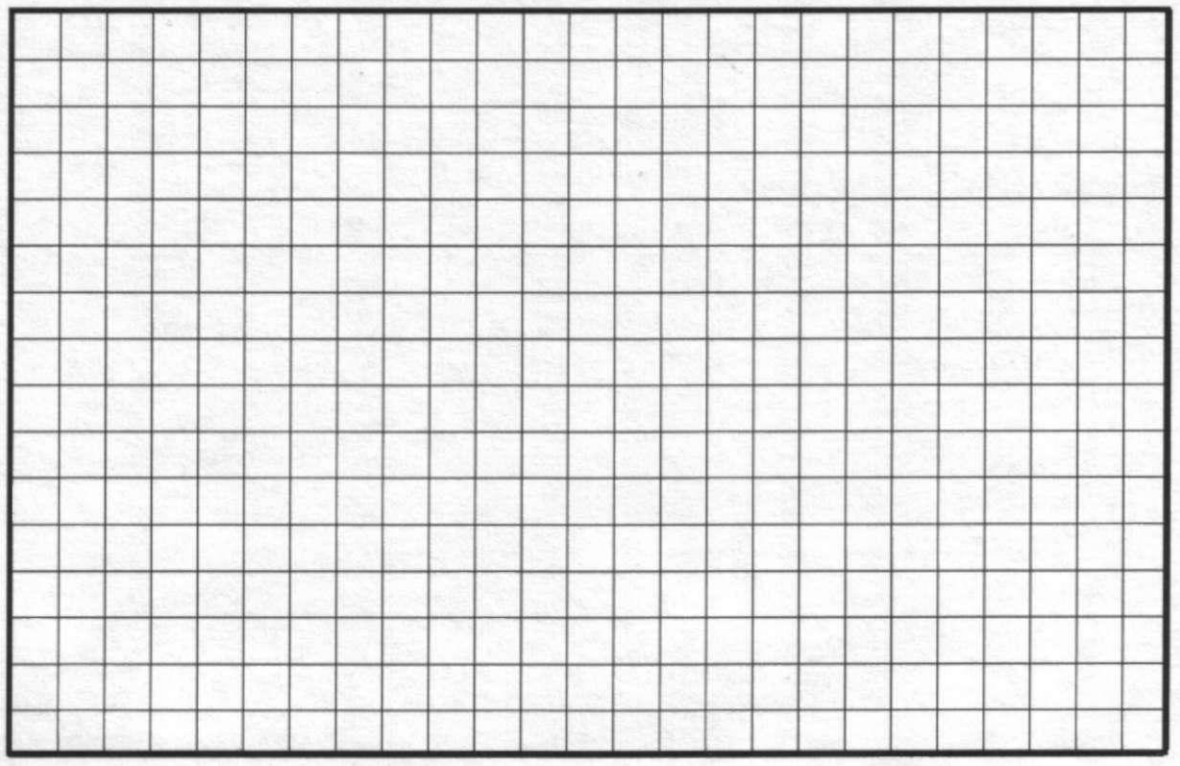
Наиболее подробный код по системе классификации МиС_____

Наименование по системе классификации МиС:_____

Примечания лица, производившего сбор данных:

Схема участка:

(Масштаб: 1 квадрат=_____)



Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных влажности почвы («схема звезды»)

Название участка: _____

Имя лица, производившего сбор данных: _____

Дата отбора образцов: _____

Время отбора проб: _____ **(часы, минуты);**

(отметьте одно): всемирное время ___ **местное время**___

Текущие условия: насыщена ли почва водой? да _____ **нет** _____

Метод сушки: печь, 95-105°С ____; **печь, 75-95°С** ____; **микроволн. печь** ____

Среднее время высыхания: _____ **(часы, минуты)**

Направление от центра «звезды» (не обязательные данные): _____

Расстояние от центра «звезды» : _____

Наблюдения:

Образцы, собранные у поверхности почвы:

№ образца	Глубина	№ контейнера	A. Сырой вес (г)	B. Сухой вес (г)	C. Вес воды (A-B)	D. Вес контейнера (г)	E. Вес сухой почвы (B-D)	F. Содержание воды в почве (C/E)x100
1	0-5 см							
	10 см							
2	0-5 см							
	10 см							
3	0-5 см							
	10 см							

Образцы, собранные на глубине:

Глубина	№ контейнера	A. Сырой вес (г)	B. Сухой вес (г)	C. Вес воды (A-B)	D. Вес контейнера (г)	E. Вес сухой почвы (B-D)	F. Содержание воды в почве (C/E)x100
0-5 см							
10 см							
30 см							
60 см							
90 см							

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных влажности почвы («транссект»)

Наименование участка:_____

Имя лица, пронзводнвшего сбор данных:_____

Дата отбора образцов:_____Время отбора образцов:_____(часы, миnуты):

(отметьте одно): всемирное время_____местное время___

Текущие условия: насыщена ли почва водой? да_____нет_____

Метод сушкн: печь, 95-105°С_____; печь, 75-95°С_____; микроволн. печь_____

Среднее время высыхания:_____(часы, минуты)

Ежедневные метаданные (не обязательны)

Длина транссекта:_____м Азимут:_____Расстояние между пробами:_____м

Указания:

Транссекты должны быть длиной 50 м и находиться в открытом поле. Измерения производятся 12 раз в год с интервалом времени по вашему выбору. Запишите ниже данные по образцам, собранным на глубине 0 - 5 см (10 однократных образцов и один трехкратный)

Наблюдения:

№ образца	Глубина	№ контейнера	A. Сырой вес (г)	B. Сухой вес (г)	C. Вес воды (A-B)	D. Вес контейнера (г)	E. Вес сухой почвы (B-D)	F. Содержание воды в почве (C:E)x100
1								
2								
3								
4								
3								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

Исследование почвы

Рабочий лист ввода ежедневных данных гипсовых блоков

Наименование участка: _____

Наименование и адрес школы: _____

Преподаватель-участник программы GLOBE: _____

Дата, когда вы начали использовать данную калибровочную кривую СВП : _____

Наблюдения

Измерение					Показания прибора для измерения влажности почвы				СВП согласно калибровочной кривой			
№	Дата	Время (всем.)	Насыще-на ли почва водой?	Наблюдатели	10 см	30 см	60 см	90 см	10 см	30 см	60 см	90 см
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Исследование почвы

Рабочий лист ввода ежегодных данных калибровки гипсовых блоков

Наименование участка: _____

Наименование и адрес школы: _____

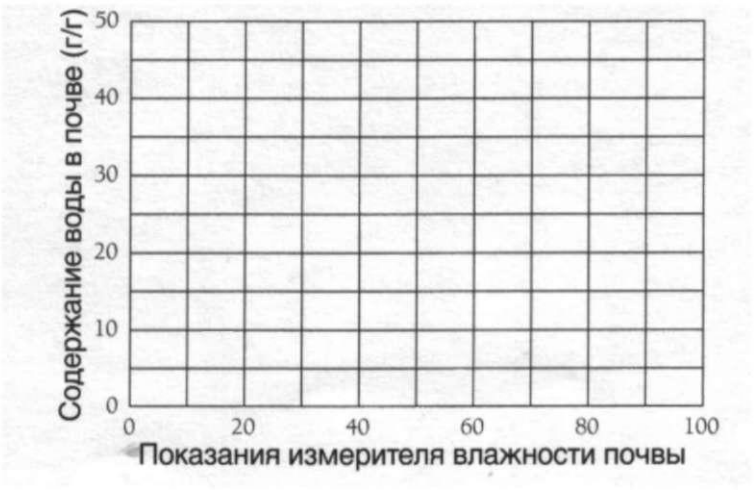
Преподаватель-участник программы GLOBE: _____

Метод сушки: печь, 95-105°C_____; печь, 75-95°C_____; микроволн, печь_____

Среднее время высыхания: _____(часы, минуты)

Наблюдения

Измерение				Данные только для глубины 30 см						
№	Дата	Время (всем.)	Наблюдатели	A. Сырой вес (г)	B. Сухой вес (г)	C. Вес воды (A-B)	D. Вес контейнера (г)	E. Вес сухой почвы (B-D)	F. Содержание воды в почве (C/E)x100	G. Показание прибора
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных инфильтрации почвы

Наименование участка: _____

Имя лица, производившего сбор данных: _____

Дата отбора проб: _____

Время отбора проб: _____ (часы, минуты);

всемирное время ___ местное время___ (отметьте одно)

Расстояние до знака участка для исследований влажности почвы _____ м

№ серии измерений: _____ Ширина полосы на внутреннем кольце : _____мм

Диаметр внутреннего кольца: _____ см; наружного кольца: _____ см

Высота полосы над уровнем земли: верхний край: _____ мм; нижний: _____ мм

СВП в насыщенной почве под инфильтрометром по окончании опыта

A. Сырой вес: _____ г B. Сухой вес: _____ г C. Вес воды (A–B): _____ г

D. Вес контейнера: _____г E. Сухой вес почвы (B–D): _____ г F. СВП (C/E) x 100 _____

Ежедневные метаданные и примечания (не обязательны):

Указания:

Проведите три серии измерений скорости инфильтрации с пределах участка диаметром 5 м. Для каждой серии используйте отдельный рабочий лист. Каждая серия должна состоять из последовательных измерений падения одного и того же уровня воды, пока скорость инфильтрации не станет постоянной, или до истечения 45 минут. Запишите ниже ваши данные для одной серии измерений инфильтрации.

Приведенный ниже бланк используется для вычисления скорости инфильтрации.

Для анализа данных, составьте график скорости инфильтрации (Б) в зависимости от времени середины интервала измерений (Б).

Наблюдения:

	A. Начало		B. Окончание		C. Интервал (мин)	*B.* Середина (мин)	E. Изменение уровня воды	P Скорость (мм/мин)
	(мин)	(сек)	(мин)	(сек)	(B-A)	(A+C/2)	(мм)	(E/C)
1	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
2	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
3	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
4	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
5	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
6	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
7	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
8	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
9	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____

Исследование почвы

Рабочий лист ввода данных температуры почвы

Наименование участка:_____

Имя лица, производившего сбор данных:_____

Дата отбора проб:_____

Время отбора проб:_____(часы, минуты);

всемирное время_____местное время_____(отметьте одно):

Тип почвенного термометра: циферблатный_____цифровой дисплей_____другой_____

Погодные условия: Был ли дождь в последние 24 часа? Да_____Нет_____

Ежедневные метаданные и замечания (не обязательно):

Указания:

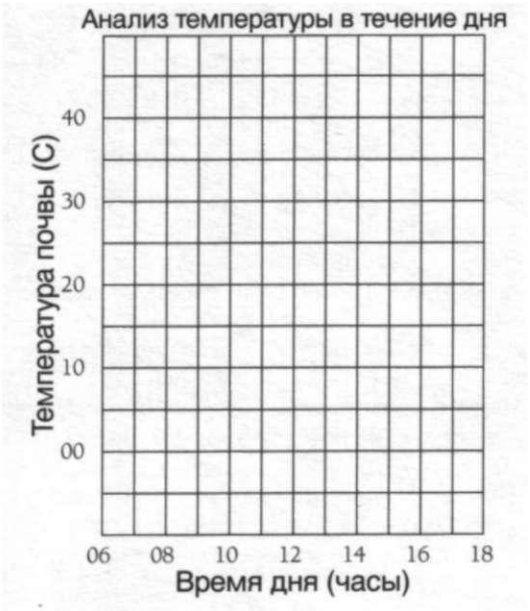
Еженедельно снимайте три серии показаний температуры почвы на глубине 5 и 10 см вблизи от пробного участка для исследования влажности почвы по «схеме звезды» или вблизи укрытия для приборов. Используйте для записи строчки 1 - 3 этого листа (3 пробы x 2 глубины = 6 измерений). Время между измерениями не должно превышать 20 минут; они должны производиться в пределах одного часа от местного солнечного полудня.

ИЛИ

Посезонно, или по крайней мере 3 раза в год, измеряйте колебания температуры почвы на глубине 5 и 10 см в течение дня через каждые 2-3 часа. Используйте для записи необходимое количество строчек этого бланка в соответствии с числом ваших измерений (постарайтесь произвести не менее 5 измерений). Измерения должны проводиться в течение двух последовательных дней. Данные для каждого дня сообщаются отдельно. Дополнительное место в листе отводится для тех классов, которые будут снимать показания чаще или в течение более длительного времени. На графике, приведенном ниже, изобразите изменения температуры почвы в зависимости от времени дня.

Наблюдения

	Проба №.	**Время** (часы)	(минуты)	**Температура** 5 см (C)	10 см (C)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

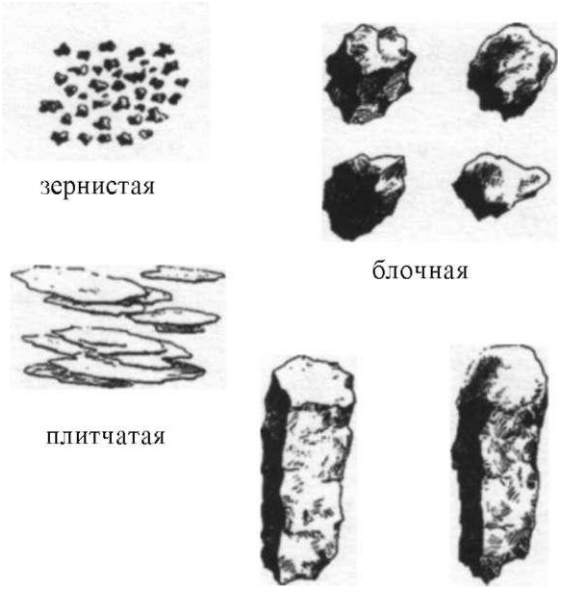


Исследование почвы

Информационный лист данных характеристики почвы

A. Структура почвы

Возьмите образец ненарушенной почвы в руки (прямо из разреза, с лопаты или из бура). Рассмотрите ее с близкого расстояния и обратите внимание на ее структуру. Структурой почвы является та форма, которую она принимает вследствие присущих ей физических и химических свойств. Каждая отдельная частица естественной почвы носит название почвенного агрегата. Внизу показаны некоторые возможные структуры почвы.



Возможные почвенные структуры

Иногда почва может быть бесструктурной; это значит, что в пределах одного горизонта почвенные агрегаты не имееют определенной формы. В таком случае эта почва либо состоит из отдельных частиц, либо представляет собой однородную глыбу. Почва, состоящая из однородных частиц, выглядит, как песок на пляже или на детской площадке, где отдельные частицы песка не слипаются между собой. Почва, где частицы слипаются в одну сплошную глыбу, которая не распадается на какие-либо структуры, называется глыбистой.

Обычно в одном почвенном образце встречается более одного типа структуры. Отметьте на рабочем листе ввода данных только тот тип структуры, который наиболее характерен для образца. После обсуждения следует определить, какую основную структурну вы наблюдаете. Если же образец бесструктурен, то надо отметить, представлен ли он отдельно-зернистыми частицами или сплошной глыбой.

B. Цвет почвы

Возьмите один почвенный агрегат из каждого горизонта и отметьте на рабочем листе ввода данных, является ли он влажным, сухим или сырым. Если он сухой, то слегка увлажните его водой из бутылки. Разломите его и сравните с таблицей цветов почвы. Найдите в таблице цвет,наиболее близкий цвету разлома образца. Встаньте так, чтобы солнце освещало как таблицу цветов, так и исследуемый образец. Внесите в рабочей лист ввода данных символ, которым обозначается цвет, наиболее близко соответствующий цвету почвы. В некоторых случаях в почвенном образце представлен более чем один цвет. Если необходимо, укажите не более двух цветов, и отметьте (1) основной цвет, и (2) дополнительный цвет. Как и прежде, обсудите определение цвета образцов.

C Консистенция почвы

Возьмите почвенный агрегат из горизонта и укажите на рабочем листе ввода данных, является ли он влажным, сухим или сырым. Если он очень сухой, то смочите зачищенную часть профиля, сбрызгивая водой из бутылки, а затем отделите агрегат для определения консистенции. Держа агрегат между указательным и большим пальцами, слегка сожмите его, пока он не распадется. Зарегистрируйте одну из следующих категорий консистенции образца почвы на листе ввода данных.

Сыпучая: когда трудно отделить агрегат, так как почва распадается на части.

Рассыпчатая: агрегат распадается при приложении легкого усилия.

Плотная: агрегат разламывается при приложении достаточно большого усилия, и края агрегата оцарапывают пальцы до того, как он окончательно разламывается.

Исключительно плотная: образец нельзя разломать пальцами (для этого нужен молоток!).

О. Текстура почвы

Текстура почвы характеризует, какова почва на ощупь, если растереть её между пальцами. Текстура различается в зависимости от размера почвенных частиц. Для описания величины отдельных частиц почвы используются следующие термины: песок, алеврит и глина. Частицы песка - наиболее крупных размеров и на ощупь зернистые. Частицы алеврита - средних размеров и на ощупь *мучнистые* или порошкообразные. Частицы глины - самые мелкие по размеру и на ощупь клейкие, и трудно поддаются сжатию. Согласно изложенной ниже процедуре, с использованием текстурных треугольников № 1 и № 2, определите текстуру почвы для каждого горизонта вашего профиля.

песок *Текстурный треугольник № 1* алеврит

Возьмите образец почвы величиной с шарик для пинг-понга и добавьте достаточное количество воды, чтобы смочить его. Разотрите его между пальцев до тех пор пока он не будет равномерно увлажнён. Затем сожмите его между указательным и средним пальцами, пытаясь сформировать пластинку.

Проверьте наличие глины согласно текстурному треугольнику № 1. Частицы глины очень липкие (прилипают к рукам, мешая работать), жесткие, и требуется большое усилие, чтобы сформирпвать пластинку. Если ваш образец на ощупь обладает этими свойствами, он должен быть классифицирован как глина, как показано на текстурном треугольнике №1.

Если почва на ощупь клейкая, но немного мягче при растирании, она классифицируется по текстурному треугольнику № 1 как тяжелый суглинок, и состоит из частиц глины, алеврита и песка.

4. Если почва мягкая на ощупь, однородная, ее легко сжать, она классифицируется как суглинок по текстурному треугольнику № 1.

Теперь уточните название текстуры по текстурному треугольнику № 2.

песок „ „ .„„ алеврит

Текстурный треугольник № 2

1. Если почва на ощупь порошкообразная, без песчаной зернистости, добавьте термин «алевритовый» к исходной классификации по текстурному треугольнику №1, например, «алевритовая глина» (см. текстурный треугольник № 2). Это значит, что в вашем образце больше частиц размера алеврита, чем частиц размера песка.

2. Если почва на ощупь очень зернистая, добавьте термин «супесчаный» к исходной классификации по текстурному треугольнику №1, например, «супесчаная глина» (см. текстурный треугольник № 2). Это означает, что в вашем образце больше частиц размера песка, чем частиц размера алеврита.

3. Если почва на ощупь зернистая, но не слишком, это значит, что в вашем образце примерно одинаковое количество частиц размера алеврита и частиц размера песка. Оставьте исходную классификацию по текстурному треугольнику № 1 неизмененной (глина, тяжелый суглинок или суглинок).

Текстура также может казаться различной на ощупь в зависимости от содержания влаги в почвенном образце, количества в нем органического вещества и типа минералов, из которых состит глина. При определении текстуры убедитесь, что вы добавляете одинаковое количество воды к образцам, чтобы можно было более аккуратно сравнивать между собой различные текстуры.

Внесите в рабочий лист ввода данных наименование текстуры почвы, к которыму пришли учащиеся. Если текстура промежуточ¬ная между двумя типами, запишите оба. Отметьте также, был ли образец сухим, сырым или влажным в момент наблюдений.

Е. Наличие корней

Посмотрите и отметьте количество корней в горизонте: отсутствие, небольшое количество, множество.

Г. Наличие камней

Посмотрите и отметьте количество камней в горизонте: отсутствие, небольшое количество, множество. Под определение камней подходят частицы размером более 2 мм.

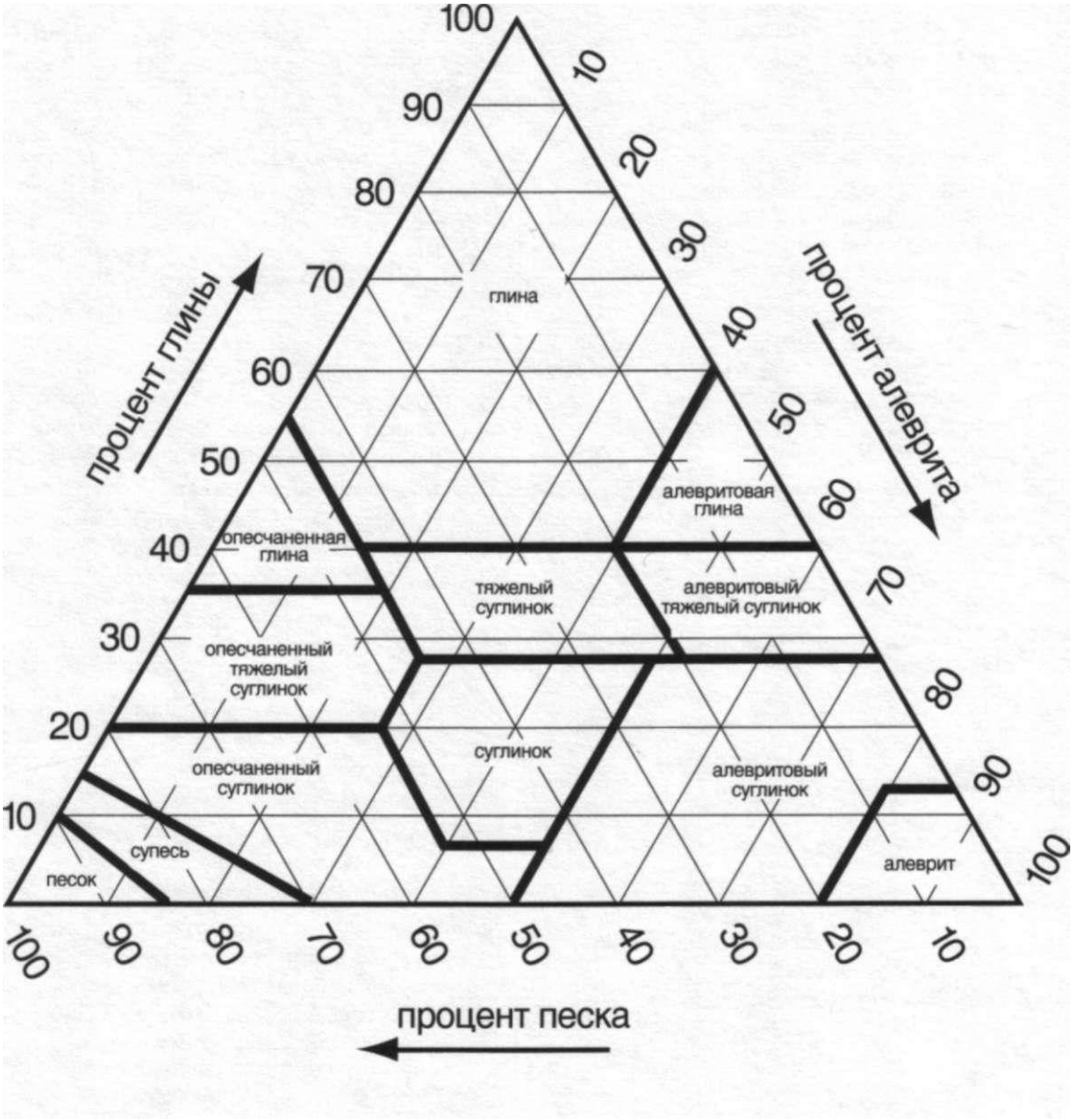
С Тест на присутствие несвязанных карбонатов

При проведении этого теста почва сбрызгивается уксусом. Если карбонаты присутствуют, то между уксусом и карбонатами происходит химическая реакция с выделением углекислого газ. Образующийся углекислый газ выделяется в виде пузырьков, и почва *вскипает.* Чем больше карбонатов присутствует, тем более интенсивен образование пузырьков *(вскипание)* будет наблюдаться.

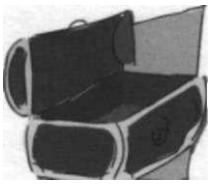
1. Внимательно рассмотрите почвенный профиль: беловатый налет на почве и камнях свидетельствует о наличии несвязанных карбонатов.
2. Отложите часть образца, зачистите поверхность профиля или возьмите образец из шурфа, проделанного почвенным буром в том месте, где вы не касались его руками, и используйте его для тестирования на несвязанные карбонаты.
3. Завершив составление других почвенных характеристик, проделайте тестирование на несвязанные карбонаты. Откройте бутыль с кислотой, и, начиная с нижней части профиля и двигаясь снизу вверх, сбрызгивайте почву уксусом. Внимательно наблюдайте за появлением вскипания.
4. Отметьте один из следующих результатов теста на несвязанные карбонаты по каждому горизонту:
   - Отсутствуют: реакция не наблюдается, несвязанные карбонаты отсутствуют.
   - Слабая: наблюдается очень слабое вскипание, что указывает на присутствие некоторого количества карбонатов.
   - Сильная: если наблюдается сильная реакция (много крупных пузырьков) что свидетельствует о присутствии большого количества карбонатов.
5. Если вы использовали метод бурения, верните почву в шурф по окончании теста. Не приносите образцы с собой в класс.

Исследование почвы

Текстурный треугольник № 3



Глоссарий



Агрегат

Естественная единица почвенной структуры (зернистой, блочной, столбчатой, призматической или пластинчатой).

Аллювиальный

Перемещаемый водой.

Вмывание, иллювиация

Отложение материалов при их перемещении водой из одного горизонта почвы в другой (например, глины или питательных веществ в растворе).

Вскипание

Образование пузырьков при выделении газа из жидкости (например, углекислый газ - продукт реакции карбонатов почвы с кислотой - выделяется в виде пузырьков).

Вымывание, элювиация

Удаление материалов из одного горизонта с последующим их отложением, или вмыванием («иллювий»), в более низком горизонте.

Горизонт

Отдельный слой почвы, имеющий специфические характеристики (цвет, структуру, текстуру, и др.), отличающие его от других слоев профиля.

Гравиметрический

Относящийся к измерению веса или его изменений в поле тяжести.

Гумус

Часть почвенного профиля, состоящая из разложившихся органических остатков растений и животных.

Гумусово-аккумулятивный слой

Обычный термин для самого верхнего слоя почвы.

Денсиметр

Прибор, основанный на принципе плавучести, для измерения удельного веса жидкости по сравнению с удельным весом чистой воды при заданной температуре.

Испарение

Вода на поверхности Земли или в почве абсорбирует тепло от солнца, превращается в пар и становится частью атмосферы.

Конкреция

Скопление химических веществ в почве (например, окисей железа и марганца, или карбоната кальция).

Консистенция почвы

Определяет, насколько легко разломить агрегат почвы при сдавливании.

Литосфера

Наружный слой почвы и горных пород планеты, от слова «литое» (греч., камень).

Метаданные

Данные о данных. Например, для правильной интерпретации данных о влажности почвы нужны метаданные о растительности и источниках воды

Механический состав почвы

Количество (процент) частиц песка, алеврита и глины в образце.

Мучнистый

Гладкий, порошкообразный на ощупь, как пшеничная мука.

Несвязанные карбонаты

Карбонаты, образующие налет на почве и реагирующие с кислотой с выделением углекислого газа.

Номенклатура

Правила наименования, принятые как в качестве стандартных большинством ученых или населения в целом.

Однородный

Традиционный смысл - характеристики, имеющие одинаковые свойства. Родственные слова - гомогенный (равномерно распределенный) и нормальный (распределение вокруг средней величины, описываемое статистическим уравнением).

Органическое вещество

Любое вещество растительного или животного происхождения, добавленное к почве.

Педогенез

Формирование почвенного профиля в зависимости от пяти почвообразующих

факторов (климат, материнская порода, топография, организмы и время). Создает педосферу.

Педосфера

Тонкая внешняя оболочка Земли, состоящая из почвы. Соединяет атмосферу, биосферу, литосферу и гидросферу Земли.

Поверхность профиля

Внешний вид почвенного профиля или обнажения

Подпочва

Обычный термин для слоев, лежащих ниже верхнего слоя почвы

Подстилка

Слой, покрывающий почву в лесу и состоящий из листьев, иголок, веток, сучьев, стволов и плодов деревьев.

Почвенные горизонты

Слои почвы, различающиеся по цвету, структуре или текстуре.

Почвенный профиль

Внешний вид верикального разреза почвы, где можно различить отдельные горизонты и изменения свойств почвы.

Призматический

Тип почвенной структуры, где агрегаты почвы имеют форму призмы.

Растворение

Почвы, как и другие соединения, при контакте с водой начинают растворяться на более мелкие единицы.

Столбчатый

Тип почвенной структуры, в котором агрегаты почвы имеют форму столбика с округленным верхом. Встречается в аридных регионах.

Рассыпчатый

Тип консистенции почвы, при которой агрегаты почвы рассыпаются при сдавливании с небольшим усилием между пальцами.

Супернатант

Прозрачный слой жидкости над осевшей почвой.

Структура почвы

Естественная форма агрегатов (единиц) почвы в горизонте. Структуры подразделяются на зернистую, блочную, призматическую, столбчатую, или пластинчатую. Почвы могут быть бесструктурными, не образуя агрегатов, тогда они состоят либо из единой массы (глыбистые), либо из отдельных частиц (отдельно-зернистые).

Суточный цикл

Сутки, цикл в 24 часа. Все процессы, на которые влияет солнце, являются суточными. В отличие от этого, например, приливы повторяются дважды в сутки.

Текстура почвы

То, какова почва «на ощупь» при сдавливании. Зависит от количества песка, алеврита и глины в образце (механический состав почвы) и др. факторов (влажность, количество органики, тип глины и т.д.).

Транспирация

Выход воды из растений в атмосферу при открывании устьиц листьев при обмене углекислого газа на кислород.

Транссект

В любом полевом исследовании, линия на местности, часто разделенная на интервалы для отбора проб.

Эрозия

Удаление и перемещение почвы водой, ветром, льдом или силой тяжести, а также деятельностью человека (сельское хозяйство, строительство).

In situ

Исходное положение (лат.).

Исследование почвы

Лист ввода данных пробного участка для характеристики почвы

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Наименование участка: [ ]

Введите уникальное название, описывающее местонахождение вашего участка.

Сообщите максимально возможное количество информации. Если вы получите дополнительные данные, нажмите на кнопку и вызовите окно редактирования

Источник данных: ○ GPS ○ другой источник

Широта: [ ] град. [ ] мин. ○ с. ш. ○ ю. ш.
(Введите данные в формате: 56 град. 12,84 мин. и отметьте, северной или южной широты).

Долгота: [ ] град. [ ] мин. ○ в. д. ○ з. д.
(Введите данные в формате: 102 град. 43,90 мин. и отметьте, восточной или западной долготы).

Высота: [ ] метров над уровнем моря

Уклон поверхности: [ ] градусов

Образцы почвы взяты из: ○ почвенного разреза ○ шурфа почвенного бура ○ в 10 см от поверхности почвы ○ карьера ○ дорожных работ ○ другой источник

Участок находится: ☐ возле участка для исследования влажности почвы ☐ возле участка для исследования поверхностной воды ☐ возле или на участке для биологических исследований ☐ другое положение

Исходный материал почвы (если известен): ○ Материнская порода ○ Ледниковые отложения ○ Вулканические отложения ○ Речные отложения ○ Песок, принесенный ветром ○ Древние озерные отложения ○ Морские отложения ○ Коллювиальные отложения ○ Другой источник ○ Неизвестен

Введите наиболее подробный код уровня классификации по системе МУС: [ ]

Введите наименование класса по системе М1)С: [ ]

Послать] (стереть)

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Наименование школы

Время измерения:

Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] всемирное время

Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Наименование участка: [03Тестер2000]

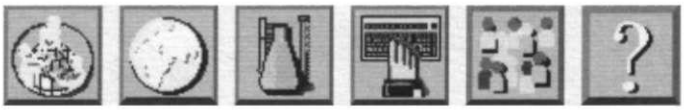
После того, как вы пошлете приведенные ниже данные,
вы получите меню для ввода остальных данных по характеристике почвы

Номер горизонта (начиная сверху): [ ]

Почвенный горизонт: OO OA OE OB OC OИ

Высота верха (см): Высота низа (см): [ ]

[Послать] [Стереть]



НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Лист ввода данных описания почвенных горизонтов

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

Состояние влажности почвы: неизвестно

Структура: неизвестна

Основной цвет: Дополнительный цвет:
Пример ввода данных по цвету (оттенок:значение/спектр): 7.5H:2.5/2

Консистенция: неизвестна

Текстура: неизвестна

Содержание камней: неизвестно

Содержание корней: неизвестно

Содержание карбонатов: неизвестно

Примечания:

Послать Стереть

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Лист ввода данных объемной плотности почвы

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

Образец No 1

Для метода разреза:
Объем образца: [ ] мл

Для метода бурения:
Глубина верха образца: [ ] см
Глубина низа образца: [ ] см
Диаметр шурфа: [ ] см

Вес сырой почвы и контейнера: [ ] г
Вес сухой почвы и контейнера: [ ] г
Вес пустого контейнера: [ ] г
Вес камней в сухой почве: [ ] г
Объем воды до добавления камней: [ ] мл
Объем воды после добавления камней: [ ] мл

Объемная плотность: [ ] г/мл

Образец No 2

Для метода разреза:
Объем образца: [ ] мл

Для метода бурения:
Глубина верха образца: [ ] см
Глубина низа образца: [ ] см
Диаметр шурфа: [ ] см

Вес сырой почвы и контейнера: [ ] г
Вес сухой почвы и контейнера : [ ] г
Вес пустого контейнера : [ ] г
Вес камней в сухой почве: [ ] г
Объем воды до добавления камней: [ ] мл
Объем воды после добавления камней: [ ] мл

Объемная плотность: г/мл

Образец No 3

Для метода разреза:
Объем образца: [ ] мл

Для метода бурения:
Глубина верха образца: [ ] см
Глубина низа образца: [ ] см
Диаметр шурфа: [ ] см

Вес сырой почвы и контейнера: [ ] г
Вес сухой почвы и контейнера : [ ] г
Вес пустого контейнера : [ ] г
Вес камней в сухой почве: [ ] г
Объем воды до добавления камней: [ ] мл
Объем воды после добавления камней: [ ] мл

Объемная плотность: [ ] г/мл

Примечания:
[ ]

Лист ввода данных механического состава почвы, 1996 г.

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

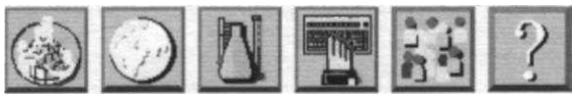
Образец No 1
Вся почва (мл): 40 сек (мл): 30 мин (мл):

Образец No 2
Вся почва (мл): 40 сек (мл): 30 мин (мл):

Образец No 3
Вся почва (мл): 40 сек (мл): 30 мин (мл):

Примечания:

Послать Стереть



НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Лист ввода данных механического состава почвы, метод денсиметра

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

Температура калибровки денсиметра: [15,5] градусов Цельсия
Расстояние между отметкой 500 мл и основанием мензурки: [ ] cm

Образец No 1

Показания денсиметра:

2 минуты: [ ] (шкала USDA для алеврита и глины в суспензии)
12 минуты: [ ] (шкала ISSS для алеврита и глины в суспензии)
24 часа: [ ] (только глина в суспензии)

Температура смеси воды с почвой:

2 минуты: [ ] °C
12 минуты: [ ] °C
24 часа: [ ] °C

Образец No 2

Показания денсиметра:

2 минуты: [ ] (шкала USDA для алеврита и глины в суспензии)
12 минуты: [ ] (шкала ISSS для алеврита и глины в суспензии)
24 часа: [ ] (только глина в суспензии)

Температура смеси воды с почвой:

2 минуты: [ ] °C
12 минуты: [ ] °C
24 часа: [ ] °C

Образец No 3

Показания денсиметра:

2 минуты: [ ] (шкала USDA для алеврита и глины в суспензии)
12 минуты: [ ] (шкала ISSS для алеврита и глины в суспензии)
24 часа: [ ] (только глина в суспензии)

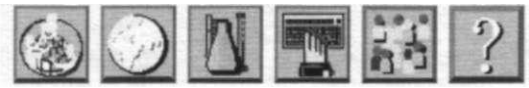
Температура смеси воды с почвой:

2 минуты: [ ] °C

12 минуты: [ ] °C

24 часа: [ ] °C

Примечания:



НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Лист ввода данных pH почвы

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

pH дистиллированной воды до добавления почвы:
Тест 1: Тест 2: Тест 3:

pH воды с почвой:
Тест 1: Тест 2: Тест 3:

Способ измерения: выбрать

Примечания

Послать Стереть

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Лист ввода данных плодородия почвы

Наименование школы

Дата измерения: 14 мая 1997 г.
Время измерения: 14 ч. (всемирн.вр.)
Наименование участка: Тестер2000
Горизонт N0: 1

Образец No 1

Азот: неизвестно

Фосфор: неизвестно

Калий: неизвестно

Образец No 2

Азот: неизвестно

Фосфор: неизвестно

Калий: неизвестно

Образец No 3

Азот: неизвестно

Фосфор: неизвестно

Калий: неизвестно

Примечания:

Послать Стереть

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Исследование почвы

Лист ввода данных пробного участка для характеристики почвы

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц [выбрать] День [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент:1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Наименование участка [ ]

Введите уникальное название, описывающее местонахождение вашего участка.

Сообщите максимально возможное количество информации. Если вы получите дополнительные данные, нажмите на кнопку и вызовите окно редактирования.

Источник данных: О йРЭ О другой источник

Широта: [ ] град. [ ] мин. О с. ш. О ю. ш.
(Введите данные в формате: 56 град. 12.84 мин. и отметьте, северной или южной широты)

Долгота: [ ] град. [ ] мин. О в. д. О з. д.
(Введите данные в формате: 102 град. 43.90 мин. и отметьте, восточной или западной долготы)

Высота: [ ] метров над уровнем моря

Расстояние до укрытия для приборов: [ ] метров
Направление: О С О СВ О В О ЮВ О Ю О ЮЗ О З О СЗ

Расстояние до ближайшего разреза (шурфа) для характеристики почвы: [ ] метров
Направление: О С О СВ О В О ЮВ О Ю О ЮЗ О З О СЗ

Поверхность участка: О естественная О распаханная О грейдированная О вторичная засыпка О спрессованная О прочее

Наземный покров: О голая земля О низкая трава (< 10 см) О высокая трава (> 10 см)

Древесный ярус: О открытая местность О есть деревья в радиусе 30 м О находится под пологом леса

Усредненная характеристика почвы: песок [ ] % алеврит [ ] % глина [ ] %

Содержание камней: О отсутствуют О мало О много

Содержание корней: О отсутствуют О мало О много

Введите наиболее подробный код уровня классификации по системе MUC: [ ]

Введите наименование класса по системе MUC: [ ]

[Послать] [Стереть]

Протокол для образцов, взятых у поверхности почвы по "схеме звезды"

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Насыщена ли почва водой? ○ Да ○ Нет

Метод сушки [выбрать]
Среднее время высыхания (час.): [ ] (мин.) [ ]

Введите данные для трех образцов, взятых на глубине между 0 и 5 см:

Контейнер No. 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес пустого контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Содержание воды в почве (г/г x 100) : 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Введите данные для трех образцов, взятых на глубине 10 см:

Контейнер No. 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]
Вес пустого контейнера (г): 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Содержание воды в почве (г/г x 100) : 1:[ ] 2:[ ] 3:[ ]

Примечания:
[ ]

[Послать] [Стереть]

ft **V**

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Протокол для образцов, взятых у поверхности почвы вдоль транссекта

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Насыщена ли почва водой? ○ Да ○ Нет

Метод сушки [выбрать]
Среднее время высыхания (час.): [ ] (мин.) [ ]

Введите данные для образцов, взятых на глубине между 0 и 5 см
(10 однократных образцов и один трехкратный образец):

Образец No. 1
Контейнер No.: [ ]
Расстояние от конца транссекта (м): [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100) : [ ]

Образец No. 2
Контейнер No.: [ ]
Расстояние от конца транссекта (м): [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100) : [ ]

Образец No. 3
Контейнер No.: [ ]
Расстояние от конца транссекта (м): [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100) : [ ]

Образец No. 4
Контейнер No.: [ ]
Расстояние от конца транссекта (м): [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100) : [ ]

Образец NO. 5
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м):
Вес сырой почвы и контейнера (г':
Вес сухой почвы и контейнера (г)
Вес пустого контейнера (г):
Содержание воды в почве (г/г x 100)

Образец NO. 6
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м)
Вес сырой почвы и контейнера (г)
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г): [
Содержание воды в почве (г/г x 100) :

Образец NO. 7
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м)
Вес сырой почвы и контейнера (г)
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г): |~
Содержание воды в почве (г/г x 100)

Образец NO. 8
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м)
Вес сырой почвы и контейнера (г)
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г): |~
Содержание воды в почве (г/г x 100)

Образец NO. 9
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м):
Вес сырой почвы и контейнера (г):
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г): Г
Содержание воды в почве (г/г x 100)

Образец NO. 10
Контейнер NO.:
Расстояние от конца транссекта (м)
Вес сырой почвы и контейнера (г :
Вес сухой почвы и контейнера (г)
Вес пустого контейнера (г): [~
Содержание воды в почве (г/г x 100) ;

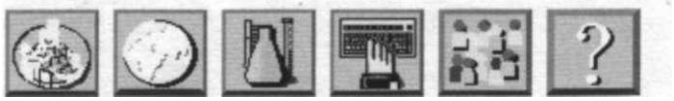
Образец No. 11
Контейнер No.:
Расстояние от конца транссекта (м):
Вес сырой почвы и контейнера (г):
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г):
Содержание воды в почве (г/г x 100) :

Образец No. 12
Контейнер No.:
Расстояние от конца транссекта (м):
Вес сырой почвы и контейнера (г):
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г):
Содержание воды в почве (г/г x 100) :

Образец No. 13
Контейнер No.:
Расстояние от конца транссекта (м):
Вес сырой почвы и контейнера (г):
Вес сухой почвы и контейнера (г):
Вес пустого контейнера (г):
Содержание воды в почве (г/г x 100) :

Примечания:

Послать Стереть



НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Практические работы для образцов почвы, взятых на глубине, и для гипсовых блоков

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Насыщена ли почва водой? ○ Да ○ Нет

Среднее время высыхания (час.): [ ] (мин.) [ ]

Метод сушки [выбрать]

Дата установки гипсовых блоков:
Год: [ ] Месяц: [выбрать]

Введите данные для образцов, взятых на глубине, для гипсовых блоков, или оба типа данных:

Образцы, отобранные на глубине 0 - 5 см:

ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ
Контейнер No.: [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100): [ ]

ГИПСОВЫЕ БЛОКИ:
Показание прибора для измерений влажности почвы: [ ]
Содержание воды в почве по калибровочной кривой (г/г x 100): [ ]

Образцы, отобранные на глубине 10 см:

ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ
Контейнер No.: [ ]
Вес сырой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес сухой почвы и контейнера (г): [ ]
Вес пустого контейнера (г): [ ]
Содержание воды в почве (г/г x 100): [ ]

ГИПСОВЫЕ БЛОКИ:
Показание прибора для измерений влажности почвы: [ ]
Содержание воды в почве по калибровочной кривой (г/г x 100): [ ]

Образцы, отобранные на глубине 30 см:

ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ
Контейнер No.: ☐
Вес сырой почвы и контейнера (г): ☐
Вес сухой почвы и контейнера (г): ☐
Вес пустого контейнера (г): ☐
Содержание воды в почве (г/г x 100): ☐

ГИПСОВЫЕ БЛОКИ:
Показание прибора для измерений влажности почвы: ☐
Содержание воды в почве по калибровочной кривой (г/г x 100): ☐

Образцы, отобранные на глубине 60 см:

ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ
Контейнер No.: ☐
Вес сырой почвы и контейнера (г): ☐
Вес сухой почвы и контейнера (г): ☐
Вес пустого контейнера (г): ☐
Содержание воды в почве (г/г x 100): ☐

ГИПСОВЫЕ БЛОКИ:
Показание прибора для измерений влажности почвы: ☐
Содержание воды в почве по калибровочной кривой (г/г x 100): ☐

Образцы, отобранные на глубине 90 см:

ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ
Контейнер No.: ☐
Вес сырой почвы и контейнера (г): ☐
Вес сухой почвы и контейнера (г): ☐
Вес пустого контейнера (г): ☐
Содержание воды в почве (г/г x 100): ☐

ГИПСОВЫЕ БЛОКИ:
Показание прибора для измерений влажности почвы: ☐
Содержание воды в почве по калибровочной кривой (г/г x 100): ☐

Примечания:

Послать Стереть

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Введите все данные по температуре, зарегистрированные в течение одного дня:

Почвенный термометр: [выбрать]

Прошел ли дождь в последние 24 часа? ○ Да ○ Нет

Образец No. 1
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 2
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 3
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 4
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 5
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 6
Час измерения (всемирн.вр.): [ ] мин.: [0]
Температура на глубине 5 см: [ ] °C
Температура на глубине 10 см: [ ] °C

Образец No. 7
Час измерения (всемирн.вр.): мин.: 0
Температура на глубине 5 см: °C
Температура на глубине 10 см: °C

Образец No. 8
Час измерения (всемирн.вр.): мин.: 0
Температура на глубине 5 см: °C
Температура на глубине 10 см: °C

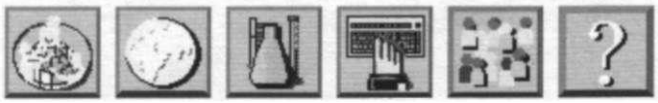
Образец No. 9
Час измерения (всемирн.вр.): мин.: 0
Температура на глубине 5 см: °C
Температура на глубине 10 см: °C

Образец No. 10
Час измерения (всемирн.вр.): мин.: 0
Температура на глубине 5 см: °C
Температура на глубине 10 см: °C

Образец No. 11
Час измерения (всемирн.вр.): мин.: 0
Температура на глубине 5 см: °C
Температура на глубине 10 см: °C

Примечания:

Послать Стереть



НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

Наименование школы

Время измерения:
Год: [ ] Месяц: [выбрать] День: [ ] Час: [ ] (всемирное время)
Время в данный момент: 1997 Июнь 18 20 ч. (всемирн.вр.)

Местонахождение участка: [431 м к югу от метеостанции в доме президента]

Введите данные по каждой из трех серий измерений инфильтрации, сделанных вами.

Образец No. : [выбрать]

Изменение уровня воды (интервал глубины):
Высота верхней отметки над уровнем почвы [ ] мм
Высота нижней отметки над уровнем почвы [ ] мм
Диаметр внутреннего кольца [ ] см
Диаметр внешнего кольца [ ] см
Содержание воды в насыщенной почве под кольцами (0-5 см)к концу опыта: [ ]

Введите данные по последовательным измерениям интервалов времени, составляющих одну серию опыта по измерению инфильтрации:

Время начала No. 1:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]
Время конца No. 1:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]

Время начала No. 2:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]
Время конца No. 2:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]

Время начала No. 3:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]
Время конца No. 3:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]

Время начала No. 4:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]
Время конца No. 4:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]

Время начала No. 5:
Часы: [00] минуты: [ ] секунды: [ ]

Время конца No. 5:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐

Время начала No. 6:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐
Время конца No. 6:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐

Время начала No. 7:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐
Время конца No. 7:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐

Время начала No. 8:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐
Время конца No. 8:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐

Время начала No. 9:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐
Время конца No. 9:
Часы: 00 минуты: ☐ секунды: ☐

Примечания:
☐

НАОА, Системная лаборатория прогнозов, Боулдер, штат Колорадо

В чем разница?

Предназначение занятия

Обучиться количественной оценке точности классификации.

Обзор

Учащиеся классифицируют облака на три группы (перистые, слоистые и кучевые) на основании знаний, приобретенных при выполнении практической работы по *определению облаков*. Затем они сравнивают свои ответы с готовым набором ответов для подтверждения классификации, и составляют матрицу различий и ошибок. Далее они обсуждают возможность повышения точности классификации путем выявления сделанных ими ошибок, определяемых с помощью матрицы различий и ошибок.

Уровень подготовки учащихся

Средний и высокий.

Продолжительность занятия

Одно классное занятие.

Важнейшие концепции

- Классификация помогает организовать и понять природные объекты.
- Для того, чтобы системы классификации были применимыми, мы должны располагать количественной оценкой их точности.
- Существуют критерии для определения уровней точности.

Навыки

- *Классифицикация* облаков.
- *Оценка* аккуратности классификации.
- *Улучшение* аккуратности классификации на основе ее оценки.
- *Анализ* данных для понимания взаимоотношения между системой классификации и ее аккуратностью.
- *Определение* критериев выбора решений для системы классификации.
- *Сбор и интерпретация* данных для подтверждения аккуратности.
- *Составление и анализ* матрицы различий и ошибок с целью оценки аккуратности.
- Коллективное *решение* задач по выяснению проблем, связанных с аккуратностью.

Приборы и материалы

- Наборы запечатанных в пластик рисунков, изображающих облака.
- Лист с ответами для подтверждения классификации.
- Тексты процедур для данного занятия.
- Рабочий лист ввода данных классификации.
- Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок.

Подготовка

Сделать копии рабочих листов для каждой группы.

Предварительные условия

Участие в занятии, где рассматривались основы классификации; выполнение практической работы по *определению облаков* по программе GLOBE; участие в занятии «*Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок*».

Предпосылки

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы почв. Хотя такие классификации фактически являются произвольными схемами, которые человек накладывает на объекты природы, они тем не менее являются фундаментальным механизмом, который помогает нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для классификации интересующих нас объектов мы можем пользоваться различными подходами. Два конкретных объекта могут быть отнесены к различным классификационным категориям либо из-за ошибки одного из (или обоих) классификаторов, либо просто из-за того, что они использовали различные критерии классификации. В любом случае мы должны иметь представление о том, до какой степени наша классификация допускает ошибки, поскольку мы должны использовать получен¬ную информацию, полагаясь на нее с известной степенью достоверности. Данные, полученные с помощью методов дистанционного наблюдения, будут в конечном итоге использованы для принятия важных решений по таким глобальным проблемам, как обезлесение, глобальное потепление и деградация окружающей среды. Очень важно, чтобы такие решения не были основаны на неточной информации.

Основным средством оценки точности дистан¬ционных данных является матрица различий и ошибок. Такая матрица предоставляет механизм оценки в баллах общей точности данной классификации или карты, а также обильную информацию об источниках имеющихся ошибок. Таким образом, мы можем сконцентрировать наше внимание на тех участках или классах, которые требуют более пристального рассмот¬рения. Эта информация может быть использо¬вана для улучшения качества наших критериев классификации, а также для совершенствования наших навыков различения классов, по которым существуют классификационные проблемы. Использование классификации облаков, на которой основано данное упражнение, позволит учащимся улучшить и развить навыки определения облаков, полученные при выпол-нениии практической работы по исследованию климата программы GLOBE.

Важнейшие термины и концепции

См. соответствующий раздел занятия: *«Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок».*

Благодарности

Рисунки сделаны Линдой Айзексон.

Справочная литература

National Audubon Society Pocket Guide to Clouds and Storms. (1995) [Карманное пособие по облакам и штормам Национального Одюбо-новского Общества]. New York: Alfred A. Knopf, Inc.

Таблица для определения облаков прог-раммы GLOBE (1996).

Вы можете изготовить транспарант следующей страницы с примером заполнения рабочего листа ввода данных классификации облаков и матрицы различий и ошибок. См. инструкции на этой странице.

Процедура подсчета и вычисления общей точности

Следующие ниже процедуры относятся к рабочему листу, озаглавленному«образец»:

Этап 1. Для образца номер 1 из листа классификации облаков (табл. ЬДИО-Ь-6) определите тип облаков (классификация учащихся) (табл. LAND-L-6, клетка А - перистые).

Этап 2. В табл. LAND-L-7 (матрица различий и ошибок), найдите соответствующий классификации учащихся тип облаков (перистые) в столбце слева.

Этап 3. Для образца номер 1 из листа классификации облаков (табл. LAND-L-6), определите тип облаков в соответствии с данными для подтверждения классификации (табл. LAND-L-7, клетка В - слоистые).

Этап 4. В табл.LAND-L-7 (матрица различий и ошибок), начиная с клетки, содержащей тип облаков согласно классификации учащихся (перистые), двигайтесь слева направо вдоль строки до тех пор, пока вы не найдете тип облаков в соответствии с данными для подтверждения классификации (слоистые). В клетке на пересечении между рядом, содержащим клетку «перистые» и столбцом, содержащим клетку «слоистые», проставьте один символ для подсчета (точку). Перейдите к следующему образцу. Таким образом, ряды матрицы представляют собой данные, полученные учащимися, тогда как столбцы содержат в соответствии с данными для подтверждения классификации.

Этап 5. Перейдите к образцу 2 в рабочем листе классификации облаков (табл. LAND-L-6) и продолжите процедуру. После того, как вы проведете подсчет по всем образцам, следует определить общую точность.

Этап 6. Суммарное количество образцов (клетка D4) равно общей сумме итогов по строкам ^1 + D2 + D3), которая в то же время равна общей сумме итогов по столбцам (А4 + В4 + С4). Общее количество случаев правильной классификации равно сумме клеток А1 + В2 + С3 (главная диагональ, обведенные клетки). Разделите общее количество случаев правильной классификации (1) на общее количество образцов (3). Умножьте на 100. Результат в процентах - 33 %. Это значение представляет собой общую точность классификации учащихся.

Этап 7. Подобно тому, как клетки вдоль главной диагонали представляют собой случаи «правильной» классификации, клетки, не входящие в главную диагональ, представляют случаи «неправильной» классификации, или различия. Поэтому мы называем такую матрицу матрицей различий и ошибок. Каждая ошибка или различие выражается также в отсутствии данного образца в категории системы классификации, к которой он должен принадлежать, и его отнесении (т.е. ошибочном помещении) к неправильной категории. Эта информация может быть использована для определения типов облаков, которые представляют собой особую трудность для классификации, а также для типов облаков, которые трудно отличить один от другого.

Таблица /ЛЛ'0-/,-6. Образец рабочего листа ввода данных классификации облаков

№ образца	№ фото	Класс., предл. учащимися	Данные подтвержд.	√	X
1	3a	A: перистые	B: слоистые		X
2	3c	C: слоистые	D: слоистые	√	
3	3d	E: слоистые	F: кучевые		X

(См. ключ для подтверждения точности классификации облаков, табл. и рис._____: примеры классификации облаков)

Таблица ЪАЫО-Ъ-7. Образец матрицы различий и ошибок для классификации облаков

	Кучевые	Слоистые	Перистые	Итого по строкам
Кучевые	A1:	B1:	C1:	D1: 0
Слоистые	A2: 1	B2: 1	C2:	D2: 2
Перистые	A3:	B3: 1	C3:	D3: 1
Итого по столбцам	A4: 1	B4: 2	C4: 0	D4: 3

Данные для подтверждения точности классификации

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(сумма по столбцам) = (сумма по строкам)

$$\text{ОБЩАЯ ТОЧНОСТЬ} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100 = (1/3) \times 100 = 33\%$$

Порядок проведения занятия

1. Чтобы подготовить учащихся к занятию, обсудите с ними следующие вопросы.
   - В чем различие между категорией классификации и критериями классификации?
   - Почему классификация имеет важное значение?
   - Каково взаимоотношение между классификацией и картографированием?
   - Почему важно, чтобы карта была точной?
2. Скопируйте и раздайте учащимся инструкции и пронумерованные фотографии облаков.
3. Предложите учащимся следовать инструкциям на бланках для выполнения следующих пунктов.
   - Классифицировать фотографии облаков по трем категориям согласно типам облаков.
   - Сопоставить ответы с данными для подтверждения классификации облаков.
   - Составить матрицу различий и ошибок.
4. Обсудите с учащимися, какое отношение имеет это упражнение к практической работе »Оценка точности».

Скопируйте и раздайте учащимся

Руководство для учащихся

Обзор

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы горных пород. Такие классификации, или категории, помогают нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для того, чтобы такие классификации были полезны ученым, необходимо знать, насколько они точны. Основной способ измерения точности процедуры классификации - составление матрицы различий и ошибок. Такая матрица также выявляет классы, определение которых вызывает затруднения или путаницу в классификации.

В ходе данного занятия вы будете классифицировать рисунки облаков на три четко различимых категории согласно имеющимся критериям. Результаты этой классификации будут сопостявляться с предоставленным набором данных для подтверждения классификации путем внесения в таблицу. Точость табличных результатов будет подсчитываться с использованием матрицы различий и ошибок.

Завершив это занятие, вы будете уметь:

- классифицировать набор объектов (рисунки облаков) в соответствии с определенной схеме классификации;
- сопоставлять ответы с набором данных для подтверждения класиификации и составлять матрицу различий и ошибок;
- понимать значение аккуратности и точности измерений;
- понимать некоторые источники ошибок в научных измерениях.

Приборы и материалы

Набор из 20 рисунков облаков.

Копии процедуры со схематическими рисунками облаков и матрицей различий и ошибок.

Рабочий лист ввода данных классификации облаков.

Порядок проведения занятия

1. Осторожно разложите пронумерованные фотографии облаков согласно инструкциям преподавателя. В ходе занятия вы будете классифицировать 20 (двадцать) фотографий.
2. Используя рабочий лист ввода данных классификации облаков, проведите классификацию всех рисунков облаков в наборе данных на три категории: перистые, слоистые и кучевые.

Примечание: типы облаков не всегда четко подходят под одну из этих трех основных категорий. Для целей этого упражнения используется только такая упрощенная схема. В процессе классификации может возникнуть некоторая путаница. Рассматривайте такую «размытость» как часть неопределенности, которая присуща данному типу исследования. Такая неопределенность представляет собой неотъемлемую часть процесса научного познания, поскольку никакая конкретная схема классификации никогда не соответствует с абсолютной точностью состоянию природных объектов, которое мы воспринимаем.

Скопируйте и раздайте учащимся

Критерии для отнесения облаков к одному из трех классов перечислены ниже.

Кучевые облака - отдельные облака, обычно плотные и с четкими очертаниями, развиваются в вертикальном направлении как поднимающиеся холмы, купола или башни; верхняя выступающая часть напоминает кочан цветной капусты

Слоистые облака - обычно слой облаков серого цвета с достаточно однородным основанием.

Перистые облака - отдельные облака в форме белых нежных нитей, или белые или почти белые пятна или узкие полоски. Могут принимать форму, напоминающую конский хвост.

3. Проведите классификацию всех фотографий, разложив их на три кучки или стопки (перистые, слоистые и кучевые) и оставляя фотографии, трудно поддающиеся определению, между кучками или стопками. После того, как все фотографии будут разложены, вернитесь к тем, которые трудно поддавались определению. Для каждой из этих фотографий примите окончательное решение, к какому классу ее отнести. Если на фотографии изображены облака, относящиеся более чем к одному классу, следует выбрать один доминирующий тип облаков для классификации данной фото¬графии. Критерием выбора доминирующего типа облаков является то, какой тип облаков занимает наибольший процент площади неба на фотографии. Проверьте свою классификацию для каждой из 20 фотографий и запишите ответы в столбце «Классификация, предложенная учащимися» в рабочем листе ввода данных классификации облаков.
4. Ваш преподаватель раздаст классу таблицу данных для подтверждения класификации облаков. Для каждой фотографии внесите тип облаков в столбец «Данные для подтверждения точности классификации» рабочего листа ввода данных классифи¬кации облаков. Внесение всех типов облаков *необходимо* для того, чтовы завершить это упражнение!

Скопируйте и раздайте учащимся

э. для каждой из фотографии, где ответ в столице «классификация, предложенная учащимися» совпадает с типом облаков в столбце «Данные для подтверждения точности классификации», проставьте птичку в последнем столбце. Для фотографий, где ответы не совпадают, проставьте крестик в этом столбце.

6. Подсчитайте результаты в последнем столбце матрицы в соотвествии со следующим указаниями и приведенномым примером.

A. Используя рабочий лист ввода данныхклассификации облаков, подсчитайте, сколько раз классификация кучевых облаков вашей группой совпала с ответом «кучевые облака» из данных для подтверждения точности классификации. Запишите это число здесь:_____. Внесите то же число в клетку с индексом A1 в матрице различий и ошибок.

B. Теперь подсчитайте, сколько раз классификация кучевых облаков вашей группой совпала с ответом «слоистые облака» из данных для подтверждения точности классификации. Запишите это число здесь:_____. Внесите то же число в клетку с индексом B1 в матрице различий и ошибок.

C. Прежде чем продолжать, проконсультируйтесь с преподавателем.

Б. Повторите эту процедуру, заполняя все остальные строки матрицы различий и ошибок.

E. Проверьте результаты еще раз, чтобы убедиться, что каждый образец из бланка для классификации облаков занесен в матрицу различий и ошибок. Теперь вы можете вычислить общую точность вашей классификации согласно формуле, приведенной в нижней части этой страницы.

Табл. LAND-L-8. Классификация облаков: рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок

Данные для подтверждения точности классификации облаков

	Кучевые	Слоистые	Перистые	Итого по строкам
Кучевые	D, 1	B1:	C1:	D1:
Слоистые	A2:	IГ:	C2:	D2:
Перистые	A3:	B3:	C3:	D3:
Итого по столбцам	A4:	B4:	C4:	D4:

04 = A4 + B4 + C4 = 01 + 02 + 03

(сумма по столбцам) = (сумма по строкам)

$$\text{Общая точность} = \frac{A1 + B2 + C3}{04} \times 100$$

Общая точность = _____ **x 100 =**_

Табл. LAND-L-9. Рабочий лист ввода данных классификации облаков

№ образца	№ фото	Классиф., предл. учащихся	Данные для полтв.		X
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Табл. ЬЛЫО^-Ю. Классификация облаков - лист данных для подтверждения точности

(Ключ)

№ фото	Эталонные данные
1	Перисто-кучевые
2	Перисто-слоистые
3	Кучевые
4	Слоистые
5	Перистые
6	Слоисто-кучевые
7	Высококучевые
8	Высокослоистые
9	Слоистодождевые
10	Кучеводождевые
11	Слоистодождевые
12	Кучеводождевые
13	Высококучевые
14	Перисто-слоистые
15	Перисто-слоистые
16	Высококучевые
17	Слоистодождевые
18	Кучевые
19	Высококучевые
20	Слоистодождевые

Степень точности классификации, предложенной учащимися	Уровень подготовки
0 - 50 %	Начальный
51-75%	Средний
76- 100 %	Высокий

Рис. **Ь4Л/СЧ.-5** *(фото 1)*

Рис. **МЛ/£?-£-6** *(фото 2)*

Рис. LAND-L-7 (фото 3)

Рис. LAND-L-8 (фото 4)

Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис. LAND-L-6 (фото 2)

Перисто-слоистые: *высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.*

Рис.LAND-L-8 (фото 4)

Слоистые: *низкие облака, светло- или темно-серые, обычно однородные на вид, покрывают большую часть неба. Туман представляет собой слоистое облако.*

Рис. LAND-L-5 (фото 1)

Перисто-кучевые: *высокие облака, рыхлые, разорванные на вид, с небольшими пространствами между отдельными облаками. Часто принимают волнообразную форму.*

Рис. LAND-L-7(фото 3)

Кучевые: *низкие облака, рыхлые на вид, напоминают вату, воздушную кукурузу или цветную капусту.*

Рис. LAND-L-9 (фото 5)

Рис. LAND-L-10 (фото 6)

Рис. LAND-L-11 (фото 7)

Рис. LAND-L-12 (фото 8)

Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис.LAND-L-10 (фото 6)

Слоисто-кучевые: *низкие облака, неопределенной формы, округлые или рыхлые на вид, иногда с пространствами между отдельными облаками.*

Рис. ЬЛЖ>-Ь-9 (фото 5)

Перистые: *высокие облака, тонкие, прозрачные и перистого вида, состоят из ледяных кристаллов.*

Рис. 1ЛШ^-П (фото 8)

Высокослоистые: *облака средней высоты, светло-серые, обычно однородные на вид, покрывают большую часть неба.*

Рис. ЬАЫБ-Ь-П (фото 7)

Высококучевые: *облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с пространствами между отдельными облаками.*

Рис. ЦШР-Ь13 (фото 9)

Рис. \-AND-L-14 (фото 10)

Рис. LAND-L-15 (фото 11)

Рис. LAND-L-16 (фото 12)

Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных. НАОА)

Рис. LAND-L-14 [фото 10)

Кучеводождевые: *крупные облака с темным основанием и высокими башневидными формами. Могут иметь резкие хорошо очерченные края или иметь форму наковальни в верхней части. Осадки могут размыть основание облаков. Могут сопровождаться громом.*

Рис. LAND-L-13 (фото 9)

Слоистодождевые: *облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определимы из-за выпадающих осадков.*

Рис. ЬЛЫВ-Ь-16 (фото 12)

Кучеводождевые: *крупные облака с темным основанием и высокими башневидными формами. Могут иметь резкие хорошо очерченные края или иметь форму наковальни в верхней части. Осадки могут размыть основание облаков. Могут сопровождаться громом.*

Рис. **ЬЛМБ-Ь-15** *(фото 11)*

Слоистодождевые: *облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определимы из-за выпадающих осадков.*

Рис. LAND-L-17 (фото 13)

Рис. LAND-L-18 (фото 14)

Рис. LAND-L-19 (фото 15)

FРис. LAND-L-20 (фото 16)

Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис.ЬАЖ>-Ь-I8 *(фото 14)*

Перисто-слоистые: *высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.*

Рис. ЬЛШ-Ь-И (фото 13)

Высококучевые: *облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с пространствами между отдельными облаками.*

Рис. 1ЛШ-Ь-20 (фото 16)

Высококучевые: *облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с пространствами между отдельными облаками.*

Рис. 1ЛЬЮ-1-19 (фото 15)

Перисто-слоистые: *высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.*

Рис. LAND-L-21 (фото 17)

Рис. LAND-L-22 (фото 18)

Рис. LAND-L-23 (фото 19)

Рис. LAND-L-24 (фото 20)

Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Кучевые: *низкие облака, рыхлые на вид, напоминают вату, воздушную кукурузу или цветную капусту.*

Рис. ЬЛМВ-Ь-21 (фото 17)

Слоистодождевые: *облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определимы из-за выпадающих осадков.*

Рис. ІЛМВ-1-24 (фото 20)

Слоистодождевые: *облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определимы из-за выпадающих осадков.*

Рис.ЬАЖ>-Ь-25 *(фото 19)*

Высококучевые: *облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с пространствами между отдельными облаками.*

Одиссея глаз

Для учащихся с начальным уровнем подготовки

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения.

Обзор

В ходе занятия «Одиссея глаз», учащиеся создают трехмерную модель участка земной поверхности и разрабатывают систему классификации для объектов наземного покрова, представленных в этой модели. Учащиеся используют свои глаза в качестве дистанционного прибора, обозревая модель с различной высоты. Расстояние до модели меняется от очень близкого до удаленного на расстояние орбиты спутника Земли. Для каждого из этих случаев учащиеся составляют карту наблюдаемого изображения. Эти карты будут затем использованы для ответа на определенные вопросы об окружающей среде.

Продолжительность занятия

Три-четыре классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Начальный.

Важнейшие концепции

Карта является символическим отображением определенного участка земной поверхности.

Поле зрения - это размер участка, который видят ваши глаза или объектив камеры.

Поле зрения возрастает по мере удаления ваших глаз или объектива камеры от уровня земной поверхности.

Навыки

Моделирование ландшафта.

Изображение ландшафта с различных точек зрения.

Приборы и материалы

Картонные трубки от рулонов бумажных полотенец или туалетной бумаги.

Различные объекты для изготовления модели (раздаются преподавателем или приносятся учащимися).

Клей.

Липкая лента.

Линейка.

Подготовка

Приготовьте все необходимые материалы до того, как начинать сооружение модели.

Предварительные условия

Учащиеся должны иметь основное понятие о картах и моделях, включая легенды и символы на картах.

Примечание: в данном занятии используются концепции, сходные с изложенными в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия *«Относительные и абсолютные направления»* в руководстве *«Исследования с помощью GPS»*.

Предпосылки

Карта является наиболее обычной моделью изображения земной поверхности. Концепции картографирования и создания моделей имеют важное значение для понимания учащимися практических работ, относящихся к методам дистанционного наблюдения. Так, например, спутниковые изображения, которые учащиеся анализируют при выполнениии этих практических работ, представляют собой модели поверхности Земли, сделанные из космоса.

По мере того, как спутник вращается вокруг Земли, он создает изображения с помощью датчика, который чувствителен к определенному набору различных длин волн электромагнитного спектра. Одна из основных областей спектра, на которые реагирует датчик - тепловое излучение. Датчик регистрирует количество тепла, излучаемого объектами и создает изображение в соотвествии с различным уровнем излучения. На данном занятии сами учащиеся будут выступать в роли дистанционных датчиков, улавливающих тепловое излучение.

Хотя учащиеся могут и не осознавать это, они на деле имеют немалый опыт в области методов дистанционного наблюдения. Каждый раз, когда они наблюдают какой-либо объект, не дотрагиваясь до него, они используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи как приборы для дистанционного наблюдения этого объекта. Мы можем думать, что дистанционные наблюдения осуществляются только спутниками Земли, однако, существует много других приборов, которые используются для дистанционного наблюдения объектов. Ваши учащиеся,

возможно, имеют опыт работы с фотоаппаратом или микроскопом. Оба эти инструмента дают нам информацию, которую мы не могли бы приобрести при наблюдении объектов с помощью наших природных, ограниченных органов чувств.

Спутниковые изображения, которые учащиеся будут использовать при выполнении практических работ, состоят из мелких квадратов, каждый из которых содержит информацию о наземном покрове определенного участка земной поверхности. Такие фотографии называются цифровыми. Мелкие квадраты, из которых состоит цифровое изображение, называются пикселами. На одних изображениях каждый пиксел может соответствовать крупному участку поверхности, тогда как на других - небольшому участку.

Ученые, исследующие наземный покров, используют различные дистанционные данные, полученные путем аэрофотосъемки и съемками со спутников, в зависимости от задач их исследований. Ученые, работающие по программе GLOBE, заинтересованы в анализе спутниковых изображений с целью определения типов наземного покрова и изменений в использовании земли с течением времени.

В практической работе, посвященной методам дистанционного наблюдения, мы создаем тематическую карту участка 15 x 15 км, с вашей школой в центре этого участка. Информация на изображении, которое будет вам предоставлено, будет получена методами дистанционного наблюдения с помощью спутника. Ваши учащиеся будут проводить классификацию наземного покрова по типам с использованием компьютера, а также проведут наземное подтверждение итогового изображения. Для ясного понимания того, откуда берется эта информация и какое она имеет значение, важно, чтобы учащиеся понимали принципы создания моделей и методов дистанционного наблюдения.

Дополнительная литература

S. Jenkins [С. Дженкинс] (1995). *Looking Down* [Глядя вниз]. Hutton Houghton Mifflin, NY. 0-395-72665-4

R. Lindberg [Р. Линдберг] (1995). *View from the Air* [Вид с воздуха]. Viking, NY. 0-670-84660-0

B. McMillan [Б. МакМиллан] (1995). *Mouse Views* [Как это видит мышь]. Holiday House, NY. 0-8234-1132-x

Порядок проведения занятия

Часть 1. Сооружение и наблюдение модели

1. Учащиеся разбиваются на группы и составляют план сооружения модели участка земной поверхности (реального или воображаемого). Часто в качестве такого участка используется школьный двор, однако выбор должен быть сделан самими учащимися. Они должны составить список материалов, необходимых для сооружения модели и нарисовать ее схему. См. регистрационную форму для занятия «Одиссея глаз», помещенную за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».
2. Учащимся потребуется еще два-три классных занятия для сооружения модели.
3. Изготовив модель, учащиеся должны провести наблюдение этой модели с помощью картонных трубок с четырех различных расстояний. Таким образом, учащиеся получат возможность наблюдать изменения в разрешении и в поле зрения. Попросите учащихся внести свои наблюдения в форму для наблюдений при выполнении занятия «Одиссея глаз», помещенной за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».

   а. «Как это видит мышь» - модель наблюдается в непосредственной близости от ее поверхности. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.

   б. «Как это видит пчела» - модель наблюдается в 10 см над ее поверхностью. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.

   в. «Как это видит птица» - модель наблюдается с высоты стола. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.

   г. «Вид со спутника» - модель наблюдается из окна второго этажа или с лестничной площадки. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.

Вопросы для обсуждения

1. Имеются ли видимые различия между картами «Как это видит пчела» и «Как это видит мышь»? Каковы они?

   Примечание: учащиеся младшего возраста начальной школы зачастую испытывать затруднения в понимании концепции «взгляд сверху». В этом случае может потребоваться дополнительное время. Выше приведен список дополнительной литературы.

2. Сравните ваши рисунки. Какой масштаб был бы наиболее пригоден, если бы вы:

   а. были орлом, который хочет поймать мышь?

   б. выбирали место для постройки торгового центра?

   в. искали следы животных?

   г. исследовали влияние вырубки или посадки лесов?

   д. искали в лесу заблудившегося ребенка?

   е. определяли, насколько лес в вашей местности пострадал от загрязнения?

   ж. искали потерянную булавку?

3. Каковы преимущества использования спутников для наблюдения Земли? Есть ли у этого подхода какие-либо недостатки?

Часть 2. Создание карты модели с использованием символов

1. Предложите учащимся выбрать символ для изображения каждого объекта наземного покрова (дороги, скалы, оборудование площадки для игр, пруд, река, трава, дома, и т.д.). Перечислите эти объекты наземного покрова и соответствующие им символы на рабочем листе ввода данных карты к использованием символов для занятия «Одиссея глаз», помещенном за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».

2. Используйте символы для создания карты участка. Нарисуйте эту карту на листе ввода данных карты к использованием символов для занятия «Одиссея глаз», помещенном за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».

3. Группы учащихся обмениваются своими картами, состявленными с использова-нием символов, расшифровывают их и придумывают рассказ о событии, которое могло произойти в изображенной местности.

Вопросы для обсуждения

1. Если бы вас попросили сделать карту места, где вы живете, что бы вы предпочли нарисовать - карту, изображающую предметы, как они есть в действительности, или карту с использованием символов?

2. Проведите исследование того, какие бывают типы карт, и каково предназначение каждого типа.

Одиссея глаз

Для учащихся со средним уровнем подготовки

Предназначение занятия

Дальнейшее ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения и ознакомление их с процессом создания цифровых изображений, подобных тем, которые создаются спутниковыми приборами дистанционного наблюдения.

Обзор

В ходе занятия «Одиссея глаз» для учащихся со средним уровнем подготовки учащиеся работают с картой, составленной с использованием символов в ходе занятия на начальном уровне, для создания цифрового фотографического изображения, аналогичного тому, которое создается спутниковыми приборами дистанционного наблюдения. В ходе этого занятия учащиеся поймут, почему для создания учеными точных моделей систем Земли необходимо наземное подтверждение дистанционных данных.

Продолжительность занятия

Три-четыре классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Средний.

Важнейшие концепции

Объекты в дистанционном изображении преобразуются в цифровой код, основанный на отражении данным объектом световых волн различной длины.

Закодированное изображение передается через антенну спутника на компьютер для хранения или улучшения.

Визуальное изображение получается путем преобразования цифровых данных, хранящихся в компьютере, в изображение с цветовыми кодами по заказу пользователя.

Навыки

Наблюдение изображения.

Интерпретация изображения.

Классификация изображения.

Создание цифрового варианта изображения.

Создание изображения в цвете.

Примечание: в данном занятии используются концепции, сходные с теми, которые изложены в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия «*Относительные и абсолютные направления*» в руководстве «*Исследования с помощью GPS*».

Приборы и материалы

Разграфленная бумага.

Карандаши.

Транспарант из прозрачного пластика с сеткой координат.

Рисунок с изображением медведя-панды.

Цветные карандаши.

Подготовка

Приготовьте все необходимые материалы.

Продемонстрируйте учащимся процесс создания цифрового варианта изображения прежде, чем они начнут работать самостоятельно, разделившись на пары.

Предварительные условия

Учащиеся должны иметь понятие о процессе, посредством которого спутники получают дистанционную информацию и передают ее на компьютер.

Для данного занятия необходимо предварительно провести занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Порядок проведения занятия

Часть 1. Как создается цифровое изображение

Учащиеся получают представление о том, каким образом осуществляется коммуникация между спутниками и компьютерами. Один учащийся изображает спутник, а другой - компьютер. Используя черно-белое изображение, спутник сканирует его, переведя изображение в цифровой код. Компьютер снова переводит этот код в изображение.

1. Учащиеся делятся на пары. Один учащийся изображает спутник, а другой - компьютер. Учащийся, изображающий спутник, помещает транспарант из прозрачного пластика с координатной сеткой поверх рисунка медведя-панды и приступает к сканированию изображения последовательно по квадратам, начиная с левого верхнего угла рисунка. Учащийся, изображающий спутник, произносит цифровой код для каждого квадрата, так, чтобы учащийся, изображающий компьютер, мог услышать и записать этот код.
2. Учащийся, изображающий спутник, должен интерпретировать каждый квадрат изображения в соответствии со следующими указаниями.

- Если квадрат имеет полностью белый цвет, «спутник» интерпретирует его как код «1», и «компьютер» записывает эту цифру.
- Если квадрат имеет полностью черный цвет, «спутник» интерпретирует его как код «2», и «компьютер» записывает эту цифру.
- Если квадрат не является ни полностью белым, ни полностью черным, «спутник» должен принять решение о выборе наиболее приемлемого кода, выбрав между «1» и «2». «Спутник» сообщает этот код «компьютеру», который записывает цифру.
- «Спутник» обозначает начало и конец каждого сканирования кодом «О».

3. Учащийся, изображающий компьютер, с помощью карандаша переводит цифровой код на разграфленную бумагу, создавая таким образом спутниковое изображение.

Примечание: см. пример цифрового кода, приведенный в разделе данного упражнения для учащихся с высоким уровнем подготовки. Для дополнительной практики могут быть использованы изображения, нарисованные самими учащимися и координатные сетки различного размера.

Часть 2. Создание цифровой карты

1. Раздайте по группам транспаранты из прозрачного пластика с координатной сеткой. Попросите учащихся поместить этот транспарант поверх карты с использованием символов, которая была создана ими при выполнении упражнения для учащихся с начальным уровнем подготовки. Теперь они должны создать цветовой и цифровой коды для объектов наземного покрова. Данные должны быть занесены в рабочий лист ввода цифровых данных занятия «Одиссея глаз», (помещенный за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки»)
2. Придайте каждому объекту наземного покрова на вашей карте с использованием символов цвет и номер. Запишите эти данные на рабочий лист ввода цифровых данных.

Например : Строения 1 Голубой

Деревья 2 Зеленый

Просканируйте каждую строчку карты с использованием символов, обозначая каждый квадрат номером. Занесите эти номера в таблицу на рабочем листе. Начинайте и завершайте сканирование каждой строчки с цифры «О». Для дальнейшей информации просмотрите снова первую часть данного занятия. Вы создали цифровой код для вашей карты с использованием символов.

4. Используя цифровой код, выберите соответствующие цвета и изобразите карту в цвете как цифровое изображение на листе разграфленной бумаги.

Вопросы для обсуждения

1. Насколько отличаются пропорции типов наземного покрова от пропорций на карте с использованием символов?
2. Насколько отличаются пропорции типов наземного покрова от пропорций исходной моделью?
3. Сравните и продемонстрируйте различия карт, созданных разными группами учащихся.

   Почему вы считаете, что эти карты точны?

   Что происходит с типами наземного покрова, занимающими небольшую площадь, когда вы рисуете карту с использованием символов или создаете цифровое изображение?

   В связи с этими изменениями, насколько различаются типы наземного покрова и занимаемые ими площади, которые вы наблюдаете в итоге?

Примечание: в ряде практических работ вам предлагается провести наземное подтверждение данных. Оно состоит в проверке реального наличия объектов на поверхности земли по сравнению с спутниковым изображением или с моделью.

Одиссея глаз

Для учащихся с высоким уровнем подготовки

Предназначение занятия

Дальнейшее ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения.

Предназначение занятия на высоком уровне подготовки

В ходе занятия «Одиссея глаз» для учащихся с высоким уровнем подготовки учащиеся обмениваются цифровыми вариантами созданных ими карт с учащимися другой школы или другого класса. Каждая группа учащихся воссоздает типы наземного покрова исходного изображения.

Обзор

Проведение занятия «*Одиссея глаз*» для учащихся с высоким уровнем подготовки демонстрирует процесс передачи информации со спутниковых датчиков на компьютер. Учащиеся переводят свои карты в цифровой код и посылают их в другой класс для перевода в цветовую карту. На этом этапе учащиеся должны уже иметь четкое понимание связи между методами дистанционного наблюдения, изображениями, которые создает компьютер, и оценкой наземного покрова.

Продолжительность занятия

Три-четыре классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Высокий.

Важнейшие концепции

Дистанционное изображение объектов преобразуется в цифровой код, основанный на отражении данным объектом световых волн различной длины.

Закодированное изображение передается через антенну спутника на компьютер для хранения или улучшения.

Визуальное изображение получается путем преобразования цифровых данных, хранящихся в компьютере, в изображение с цветовыми кодами по заказу пользователя.

Навыки

Наблюдение изображения.

Интерпретация изображения.

Классификация изображения.

Интерпретация цветовых кодов для создания изображения.

Примечание: в данном занятии используются концепции, сходные с теми, которые изложены в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия «*Относительные и абсолютные направления*» в разделе «*Исследования с помощью GPS*».

Приборы и материалы

Доступ к сети «Интернет» (не обязательно).

Разграфленная бумага.

Цветные карандаши.

Цифровая карта, созданная в ходе выполнения второй части занятия «*Одиссея глаз: для учащихся с начальным уровнем подготовки*».

Владение компьютером.

Подготовка

Приготовьте необходимые материалы.

Учащиеся должны обменяться цифровыми вариантами созданных ими карт с учащимися другой школы или другого класса, поэтому необходимо заранее договориться об этом с другим классом или школой.

Предварительные условия

Учащиеся должны иметь понятие о процессе, посредством которого спутники получают дистанционную информацию и передают ее на компьютер.

Для проведения данного занятия необходимо предварительно провести занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Учащиеся должны также предварительно закончить упражнение для учащихся со средним уровнем подготовки.

Порядок проведения занятия

1. В ходе занятия *«Одиссея глаз: для учащихся со средним уровнем подготовки»* учащиеся преобразовали карты своих моделей в цифровой код. Введите этот код в компьютер. Используйте цифру «О» для обозначения начала и конца каждой строки. Печатайте строки подряд в таком формате, чтобы контуры карты не были заметны в напечатанном коде.

   пример:

   0Ш12200Ш13300246434002464440025565500444444400Ш12200Ш133001Ш33001
   Ш22ТОШ133(Ю1Ш33Ш246434Ш246444Ш25565500444444400Ш12200Ш1330024643
   4002464440Ш55655(Ю2464340Ш4644400255655(Ю444Ф
   1122тш13зшш1ззтш122да1шзztш1330[a]

2. Включите в свое письмо ключ для перевода цифрового кода в цвета (См. рабочий лист ввода цифровых данных, заполненный в ходе занятия «Одиссея глаз: для учащихся со средним уровнем подготовки»).

   Пример:

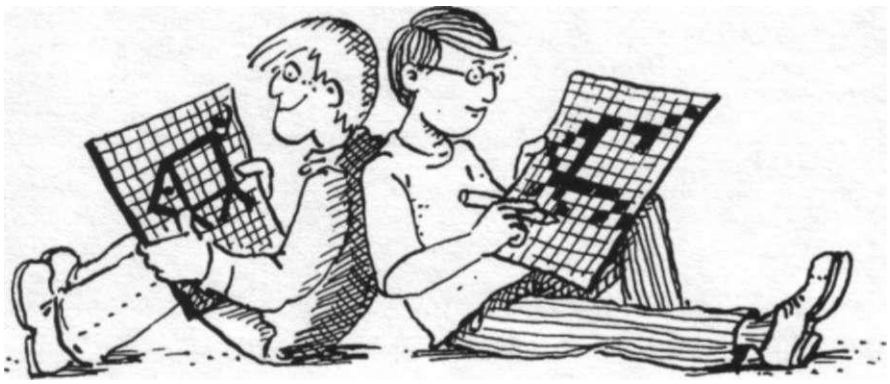
   1 Фиолетовый
   2 Темно-синий
   3 Зеленый
   4 Желтый
   5 Оранжевый
   6 Красный

3. Учащиеся другого класса или школы, получив ваш код, переведут его в цветовую карту, создав таким образом изображение в ложных цветах. Законченные карты возвращаются в вашу школу для сверки.

Примечание: такой обмен может быть произведен по сети Интернет или путем обмена компьютерными дисками между школами или классами, либо путем обмена письмами.

Вопросы для обсуждения

1. Какой доминирующий тип наземного покрова присутствует на полученном вами изображении в ложных цветах? К какому региону, по вашему мнению, может принадлежать такая местность?
2. Можете ли вы схематически воспроизвести карту или модель этой местности?



***ИСТОЧНИК**: Jan Smolik, 1996, **TEREZA,** Общество экологического образования, Чешская Республика)*

Табл. LAND-L-11. Регистрационная форма - Одиссея глаз

Одиссея глаз

Участники группы:

Дата:

Регистрационная форма

Описание и диаграмма предложенной модели

Необходимые материалы:	Источник:

Рис. LAND-L-25. Наблюдения модели - Одиссея глаз

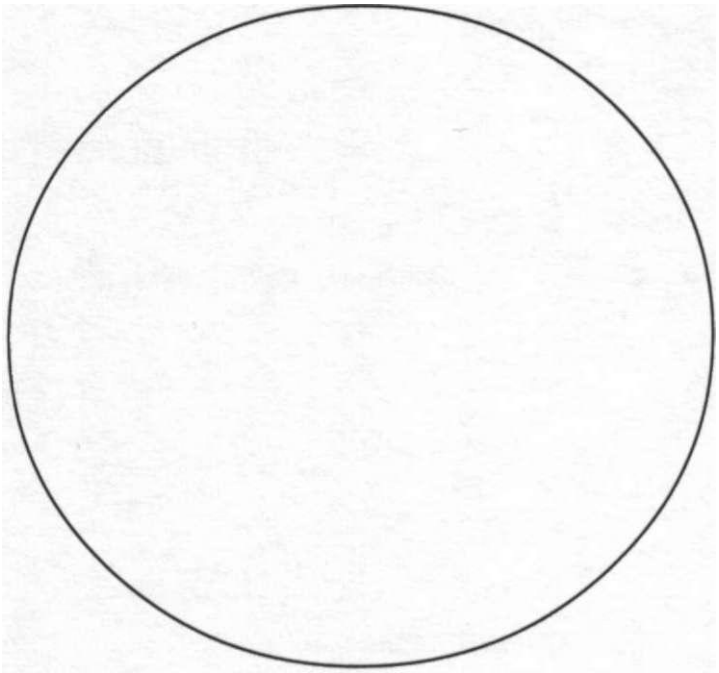
Одиссея глаз

Наблюдения модели

ИМЯ:

ДАТА:

Вид с самолета



Вид со спутника

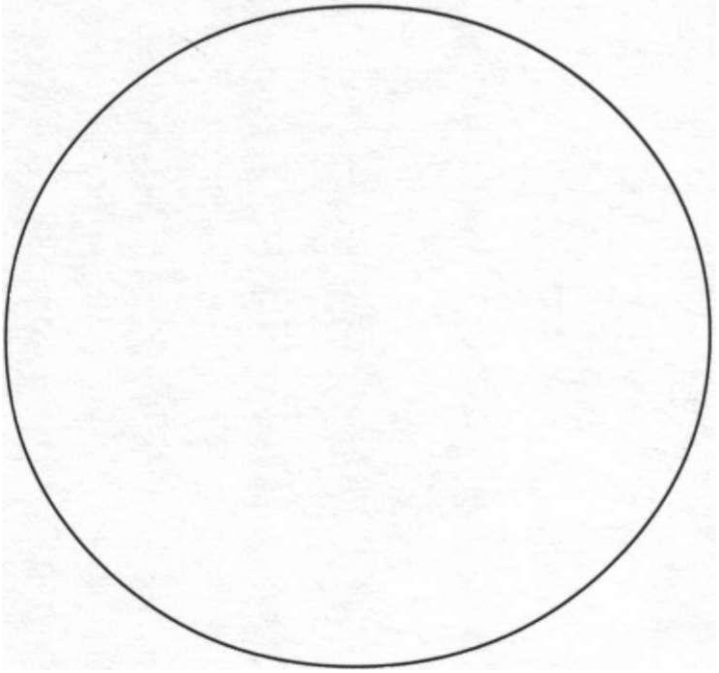


Рис. 1АЫ0-1-26. Наблюдения модели - Одиссея глаз

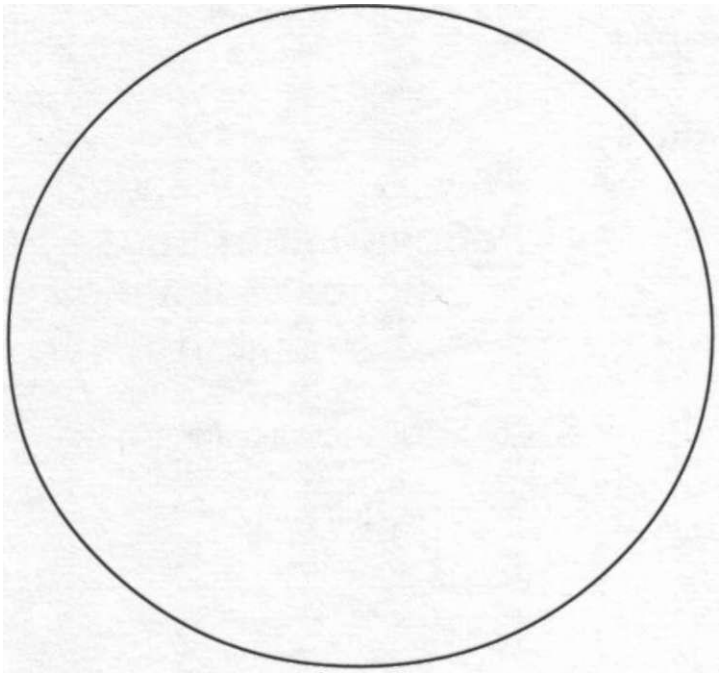
Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

Наблюдения модели

Как это видит пчела



Как это видит птица

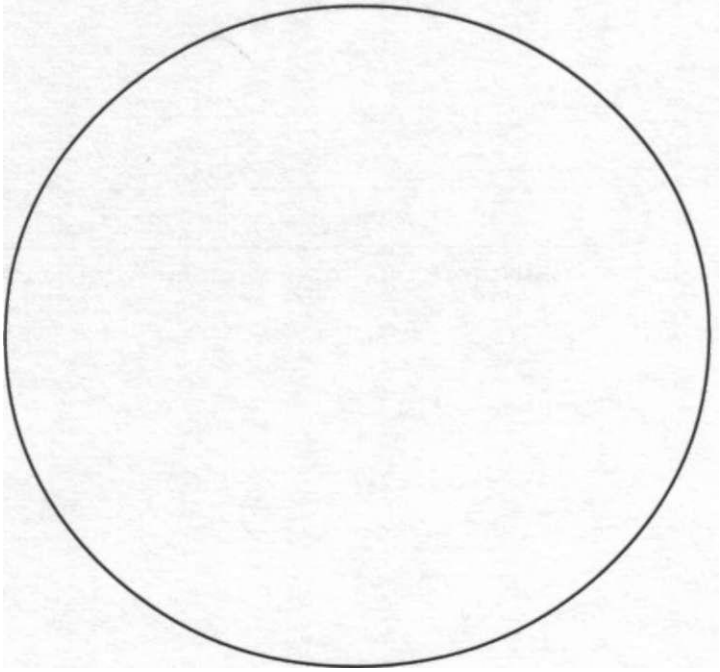


Табл. \-AND-L-12. Рабочий лист ввода данных карты с использованием символов - Одиссея глаз

Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

Рабочий лист ввода данных карты с использованием символов

КЛЮЧ К ТИПАМ НАЗЕМНОГО ПОКРОВА

Объекты наземного покрова	Символ
Дороги	Крестики
Деревья	Квадраты

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

КАРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМВОЛОВ

Включите размеры модели в сантиметрах (длина и ширина)

Рис. LAND-L-13. Рабочий лист ввода цифровых данных - Одиссея глаз

Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

Рабочий лист ввода цифровых данных

Ключ цветового кода

Тип покрова	Символ	Цифра	Цвет

Цифровой код

Используйте **0** для обозначения начала и конца каждой сканированной строки

Рис. LAND-L-27. Координатная сетка - Одиссея глаз

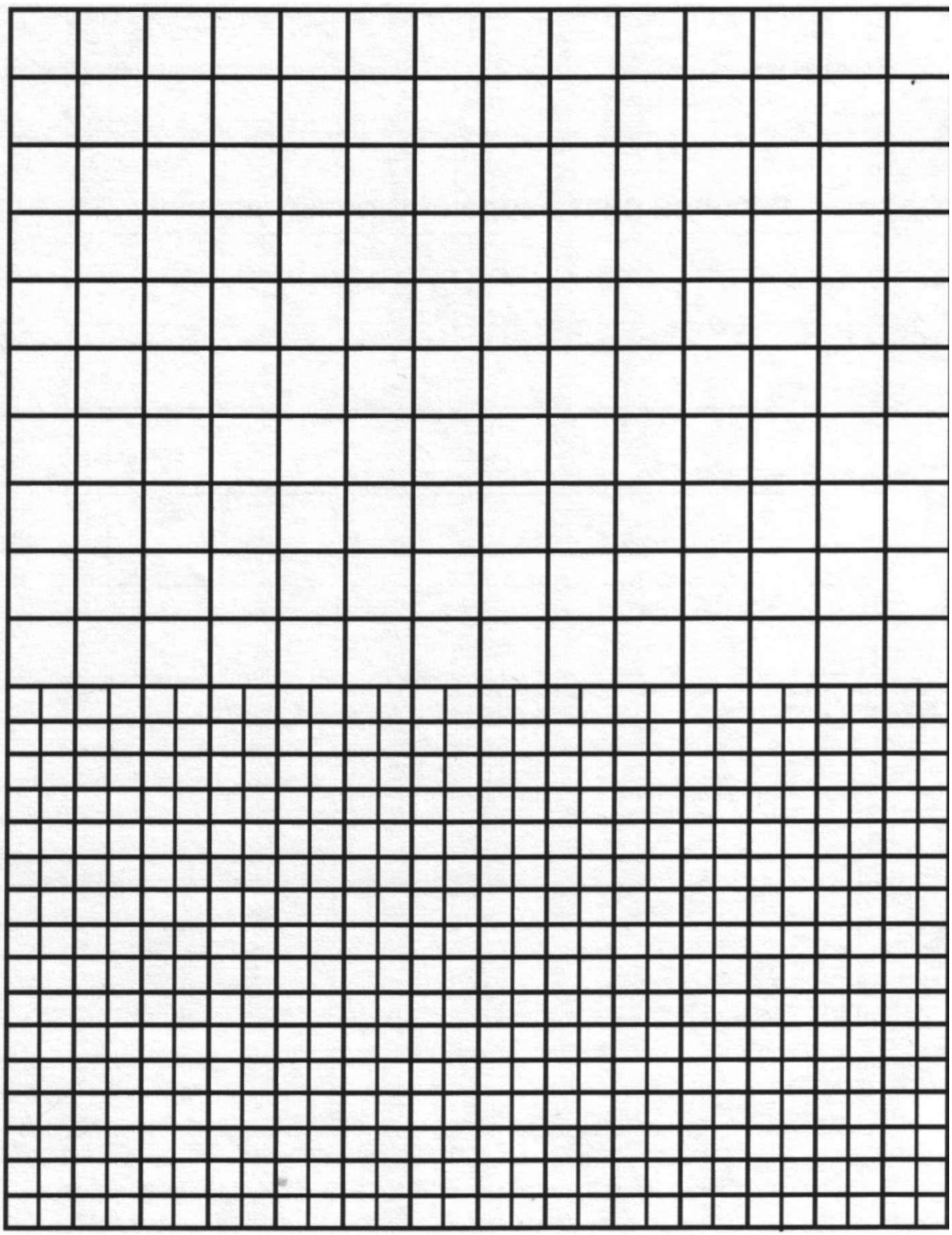


Рис. LAND-L-28. Игрушечный медведь - Одиссея глаз

Осторожно, горячо!

Для учащихся с начальным уровнем подготовки

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в условных цветах. Учащиеся создают карту на основании температурных данных, используя свои руки как температурные датчики. Задачей учащихся в ходе данного занятия является определить место в пределах заданного участка, где кубик льда растает быстрее всего, и место, где кубик льда растает медленнее, чем в других местах.

Обзор

Спутник, обращаясь вокруг Земли, делает снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины. Один из основных районов спектра, на которые реагирует прибор-тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами, и создает изображение, соответствующее различной степени излучения. На данном занятии учащиеся будут выступать в роли датчиков, регистрирующих тепловое излучение, исследуя выбранный участок с различными формами наземного покрова. Учащиеся занесут различные характеристики на карту местности, подобно тому, как это делает спутник. По завершении этого занятия учащиеся получат тепловую карту данной местности.

Продолжительность занятия

Три-пять классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Начальный.

Предварительные условия

Полезно иметь навык рисования схем в полевых условиях.

Упражнение должно выполняться в солнечный день.

Важнейшие концепции

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

Навыки

Наблюдение определенной местности.

Прогнозирование места в пределах заданного участка, где кубик льда растает быстрее всего.

Проверка своего прогноза.

Сравнение различных местностей по уровню теплового излучения.

Картографирование теплового изображения.

Приборы и материалы

Линейка.

Чистая бумага.

Веревка или тесьма.

Призма (не обязательно).

Подготовка

Приготовьте в классе ведра с горячей водой, лед в кубиках, полотенца.

Каждый кубик льда изготавливается из двух чайных ложек воды.

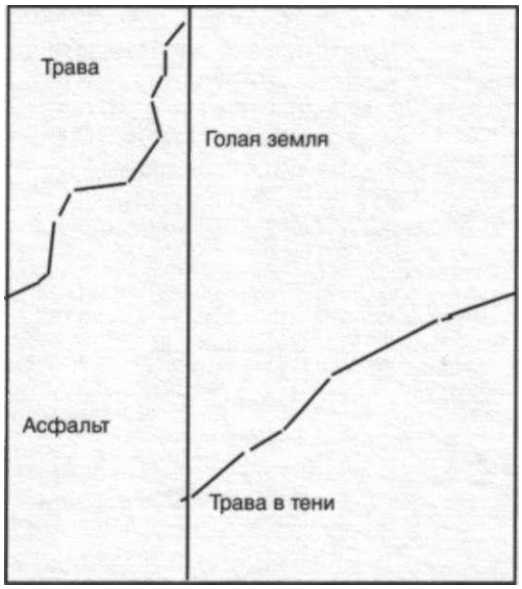
С помощью веревки обозначьте участок площадью примерно 5-10 квадратных метров, который содержит различные формы наземного покрова. например, участок может включать асфальт, траву и голую почву.

Порядок проведения занятия

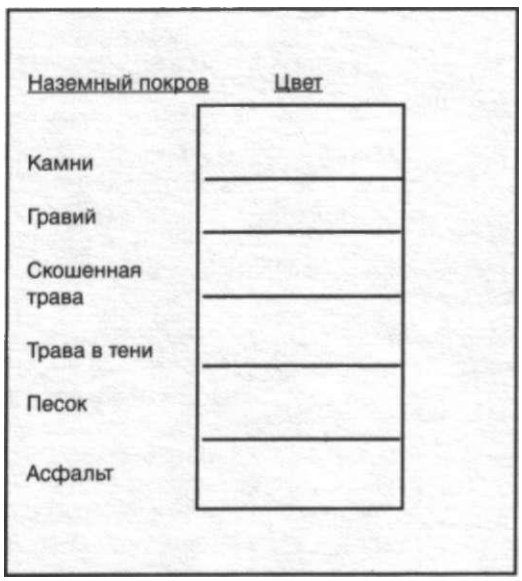
1. Учащиеся разбиваются на пары. Объясните учащимся, что через несколько дней их попросят выйти на улицу с кубиком льда. Они должны будут либо найти место, где кубик льда растает быстрее всего, либо место, где, по их мнению, кубик льда будет лучше всего защищен от таяния.
2. До того, как исследовать местность, преподаватель демонстрирует от трех до шести примеров в классе (миска со льдом; ведро с горячей водой; теплое полотенце; участок пола, покрытого кафельной плиткой). Учащиеся помещают руки ладонями вниз возле каждого объекта для определения его температуры (ладони не должны дотрагиваться до объекта, так как они являются дистанционными датчиками). Могут ли они с закрытыми глазами определить различие между объектами?
3. Следующая часть занятия проводится на улице в пределах ограниченного или обозначенного веревкой участка площадью примерно 5-10 квадратных метров. Учащиеся рисуют полевую схему участка. На другом листе бумаги учащиеся должны перечислить типы наземного покрова, которые они наблюдают на участке. Они должны также нарисовать прямоугольник со стороной 12 дюймов (длина линейки) для перечисления типов наземного покрова. Преподаватель предлагает классу составить список (или нарисовать в форме перечня) не более шести различных типов наземного покрова, наблюдаемых на участке. Примеры могут включать камни, асфальт, гравий, стриженую траву, высокую траву, траву в тени, песок. На полевой схеме учащиеся должны записать название проекта, дату, время, местоположение, направления компаса, погодные условия и имена членов команды.
4. Учащиеся возвращаются в то же место на следующий день со списком типов наземного покрова, и используют свои руки, как они это делали на подготовительном занятии в классе, для измерения относительной температуры каждого из типов наземного покрова. Эту информацию они записывают рядом с перечнем типов покрова, стараясь расположить элементы перечня в порядке от самого горячего до самого холодного.
5. Вернувшись в класс, учащиеся делят на квадраты цветной прямоугольник, изображенный на бланке, представляющем собой ключ, в соответствии с числом типов наземного покрова, которые они наблюдали и перечисляли на местности (см. образец бланка записи). Преподаватель руководит обсуждением того, какие цвета должны быть использованы для того, чтобы обозначить классы от самого горячего до самого холодного. При наличии призмы рекомендуется исследовать разлагаемые призмой цвета солнечного спектра и использовать эти цвета для цветовой последовательности. Преподаватель записывает последовательность цветов, которая используется классом. Эта последовательность применяется для цветового обозначения отдельных квадратов в пределах прямоугольника. (Этот прямоугольник является ключом теплового изображения в ложных цветах). Пользуясь такой таблицей, учащиеся затем заканчивают выполнение цветного изображения на своих картах (в ложных цветах), раскрашивая разным цветом типы наземного покрова в соответствии с информацией на температурной шкале.
6. Готовясь к этой части занятия, преподаватель замораживает кубики льда, используя две чайных ложки воды на каждый кубик. Непосредственно перед началом занятия кубики льда вынимаются

Рис. ЬЛМО-Ь-29. Образец записи в поле

Полевой набросок



Ключ



из морозильника, заворачиваются в алюминиевую фольгу и помещаются в ящик с теплоизолирующими стенками. Бросается монета, чтобы пределить, какую задачу будет решать каждая пара учащихся - растопить кубик льда быстрее всего, или найти место, где он будет защищен от таяния. Каждая пара учащихся сверяется со своей картой и выбирает место, наиболее соответствующее их задаче. Класс выходит на улицу и каждая пара берет кубик льда (завернутый в фольгу). Учащиеся находят необходимое место с соответствующим типом наземного покрова и по сигналу преподавателя кладут кубик льда (без фольги) на поверхность. После того, как преподаватель даст сигнал к началу опыта он начинает отсчет времени. Когда кубик льда растает, учащиеся сообщают преподавателю, что их опыт закончен, а преподаватель сообщает им время, которое они записывают. Кроме того, учащиеся записывают место проведения опыта.

7. Преподаватель составляет таблицу, подобно приведенной ниже, в которой учащиеся представляют свои результаты. Преподаватель записывает, какой опыт занял наименьшее количество времени и затем предлагает учащимся, чей опыт занял (например) от 1 часа до 1 часа 29 минут, поместить свои результаты в таблицу. Процедура повторяется до тех пор, пока в таблицу не будут введены все результаты. Затем в классе проводится обсуждение данных, и создается новая карта по данным датчиков теплового излучения, показывающая конкретные результаты опыта с кубиками льда. (Эта новая карта будет необходима для дальнейших занятий по данной теме).

Рис. ЬЛМБ-Ь3О. Осторожно, горячо! Таблица данных

Группа					
Время (мин.)	:00-:29	:30-:59	1:00-1:29	1:30-1:59	2:00-2:29

Благодарность. Это занятие заимствовано с изменениями из упражнения *Making an Icy Decision* («Принятие ледяных решений»), созданного Lou Lambert (Лу Ламберт) для программы *Gaia Crossroads* («Перекрестки Геи»), 1995.

Осторожно, горячо!

Для учащихся со средним уровнем подготовки

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в ложных цветах, а также демонстрация того, как именно приборы преобразуют температу-рную информацию в спутниковые фото-графиии и компьютерные изображения.

Обзор

Учащиеся используют термометр для измерения количества тепла, излучаемого различными типами наземного покрова, которые были определены в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Учащиеся воссоздают карту температурных данных с использованием цветового кода для обозначения вариаций температуры.

Продолжительность занятия

Два-три классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Средний.

Важнейшие концепции

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

Навыки

Наблюдение определенной местности.

Измерение температуры различных типов наземного покрова с помощью термометра.

Сравнение различных местностей по уровню теплового излучения.

Картографирование теплового изображения.

Приборы и материалы

Линейка.

Чистая бумага.

Веревка или тесьма.

Небольшой термометр.

Плотный бумажный стаканчик.

Проволочная вешалка для одежды.

Подготовка

При помощи веревки обозначьте участок площадью примерно 5-10 квадратных метров, который содержит различные формы наземного покрова. Например, участок может включать асфальт, траву и обнаженную почву.

Соберите аппарат с термометром; однако, если есть достаточно времени, учащиеся могут сами собрать такой аппарат.

Предварительные условия

Занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Учащиеся должны уметь пользоваться термометром.

Порядок проведения занятия

1. Соберите аппарат для измерения инфракрасного излучения как показано на рис. ЬАКБ-Ь-31 «Аппарат с термометром». С помощью этого приспособления можно измерить тепло, излучаемое объектом, а не тепло воздуха, находящегося над объектом. Бумажный стаканчик играет роль барьера для окружающего теплового излучения. Обозначьте классы температур различными цветами, в соответствии со шкалой температур на вашем термометре - например, 0 - 5 - фиолетовый, 6 -10 - голубой, 11 -15 - бледно-голубой, и т.д. пока не будет охвачена вся шкала (по Цельсию). Эти данные должны быть введены в рабочий лист записи температуры для занятия «Осторожно, горячо!» (помещенный за разделом *«Осторожно, горячо: для учащихся с высоким уровнем подготовки»).*
2. Предложите учащимся, используя аппарат с термометром, провести измерение температуры тех же объектов, которые они ранее измеряли своими ладонями на занятии для начинающего уровня. Запишите температуру объекта и соответствующее цветовое обозначение из рабочего листа для записи температуры для занятия «Осторожно, горячо!»
3. Пары учащихся переходят к обозначенному с помощью веревки участку, который использовался в ходе занятия для начинающего уровня, и измеряют количество теплового излучения, отражаемое каждым типом наземного покрова. Данные регистрируются и каждый тип наземного покрова обозначается цветовым кодом в соответствии со шкалой на рабочем листе для записи температуры для занятия «Осторожно, горячо!»
4. Нарисуйте карту участка. Обозначьте температуру каждого типа наземного покрова и закрасьте контур соответствующим цветом. Учащиеся должны записать на этой карте дату, время, местонахождение участка и направления компаса. Назовите эту карту «Карта участка по данным температурных датчиков».

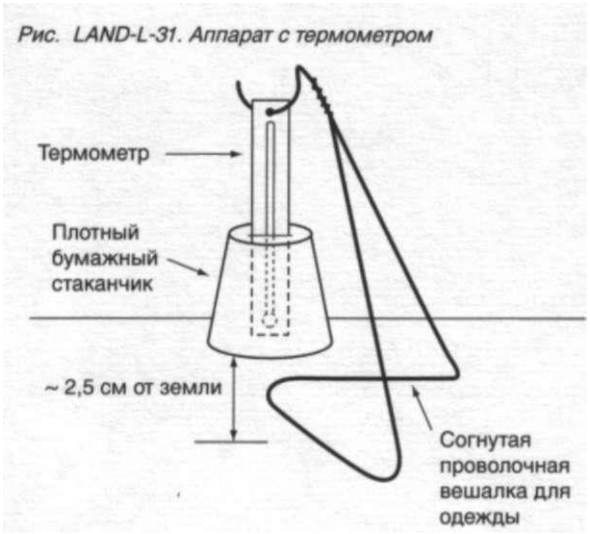


Рис. LAND-L-31. Аппарат с термометром

Вопросы для обсуждения

1. Сравните карты, составленные в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки, и в данном занятии. В чем заключаются различия между ними?
2. Как изменилось распределение цветов на карте из-за добавления температурного градиента? Увеличилось или уменьшилось общее количество разных цветов?
3. Имеются ли какие-либо участки, которые обозначены тем же цветом на карте по данным датчиков теплового излучения, что и на карте по данным температурных датчиков? Почему это произошло? Если такой случай не представлен на конкретной карте, предложите учащимся обсудить воображаемый вариант, когда это происходит.
4. Насколько близки к реальным температурам измерения,

сделанные в случае, когда учащиеся пользовались только своими руками? «Достоверность показаний прибора» в этом занятии для учащихся с начальным уровнем подготовки определялась чувствительностью рук. Можно ли наблюдать различия в чувствительности рук разных учащихся?

Осторожно, горячо!

Для учащихся с высоким уровнем подготовки

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в ложных цветах. Выбрав конкретный участок местности, учащиеся создают его изображение в ложных цветах. Путем создания двух изображений с различным размером координатной сетки, учащиеся смогут понять принцип различного разрешения изображений.

Обзор

Упражнение «Осторожно, горячо!» для учащихся с высоким уровнем подготовки предназначено для демонстрации того, как воспринимает информацию спутниковый прибор.

Учащиеся изготавливают координатную сетку и используют ее для измерения отраженного теплового излучения наземного покрова, который наблюдается в пределах отдельных квадратов координатной сетки. Конечным продуктом является тепловая карта, созданная в форме набора пикселов.

Продолжительность занятия

Три-четыре классных занятия.

Уровень подготовки

Высокий уровень.

Важнейшие концепции

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

Навыки

Наблюдение определенной местности.

Измерение температуры различных типов наземного покрова с помощью термометра.

Сравнение различных местностей по уровню теплового излучения.

Картографирование теплового изображения.

Приборы и материалы

Линейки.

Шнур.

Липкая лента.

Аппарат с термометром и бумажным стаканчиком, который использовался на занятии для учащихся со средним уровнем подготовки.

Подготовка

Заранее подготовленная координатная сетка может быть использована для демонстрации. См. образец на рабочем листе координатной сетки тепловых измерений для занятия «Осторожно, горячо!».

Предварительные условия

Предварительное занятие для учащихся со средним уровнем подготовки.

Порядок проведения занятия

Часть 1

1. Учащиеся разбиваются на группы по трое или четверо и изготовляют большую координатную сетку. Они используют четыре линейки длиной 1 метр каждая, склеивая их липкой лентой, как внешнюю раму. Сетка изготовляется путем приклеивания поперек рамы отрезков шнура через 20-сантиметровые интервалы в длину, а затем через 20-сантиметровые интервалы в ширину (см. диаграмму ниже).

2. Группы учащихся выходят на улицу и находят участок, на котором в пределах одного квадратного метра, представлены различные типы наземного покрова. Примером может служить край заасфальтированного участка, граничащий с травой или песком, камнями, льдом и т.д. Учащиеся рисуют схему участка с обозначениями.

3. Учащиеся помещают свою координатную сетку поверх участка, схему которого они нарисовали. С помощью аппарата с термометром и бумажным стаканчиком, в соответствии с инструкциями, приведенными на занятии для учащихся со средним уровнем подготовки, они измеряют температуру в каждом квадрате координатной сетки. Данные заносятся в рабочий лист координатной сетки тепловых измерений для занятия «Осторожно, горячо!», помещенный в конце данного раздела.

4. По возвращении в класс учащиеся раскрашивают координатную сетку на рабочем листе в соответствии с цветовой шкалой, которая была ими разработана при проведении занятия для учащихся со средним уровнем подготовки. Результатом является карта тепловых измерений, подобная спутниковым изображениям, которые они используют.

Часть 2

1. Тот же опыт повторяется с более мелкой координатной сеткой (в которой шнур натягивается через каждые 10 см).

2. В чем выражаются изменения на карте при использовании более мелкой координатной сетки? Ученые называют такое изменение изменением в разрешении. По мер того, как разрешение становится выше, на карте может быть отображен больший объем специфической информации. Для различных типов научных исследований применяются методы с различным разрешением.

2а. Учащиеся сравнивают оба изображения (полученные с помощью координатной сетки со стороной квадрата 10 см и 20 см).

- В каком случае легче определить, что изображено на карте?
- Какая из карт более пригодна для оценки типов наземного покрова на большой площади?
- Какая из карт более пригодна для оценки типов наземного покрова на небольшой площади?

2Ь. Группы учащихся обмениваются полученными изображениями.

- Могут ли они определить, где на местности находится изображенный участок?
- Какие виды наземного покрова могут быть найдены на этом участке?
- Какая из карт дает лучшее представление о том, что на ней изображено?

2с. Учащиеся сравнивают изображения, полученные всеми группами в классе. Затем они обсуждают, какое практическое значение имеют измерения температуры. В качестве продолжения этого занятия они могут провести обзор литературы по различным методам использования данных измерений температуры.

Что делать дальше

Прогноз таяния снега

Учащиеся используют составленную карту температурных измерений для прогнозиро-вания таяния снега в конце зимы.

1. Объясните учащимся, что информация об относительных температурах различных типов наземного покрова, которую они получили, может быть использована для прогнозирования таяния снега в их местности. Проведите обзор данных, полученных на занятии по созданию карты температурных данных. Предложите учащимся составить прогноз того, в каких местах весной снег будет таять раньше всего, и запишите высказанные идеи и их обоснование для дальнейшего обсуждения.
2. Разделите команды на группы. Каждая команда будет отвечать за наблюдения за определенным типом наземного покрова в пределах участка, исследованного в ходе занятия по созданию карты температурных данных. По мере приближения весны учащиеся ежедневно посещают выбранную точку и записывают свои наблюдения.
3. Когда снег, покрывающий данный тип наземного покрова, полностью растает, учащиеся сообщают об этом преподавателю. Таким образом регистрируется последовательность освобождения из-под снега различных типов наземного покрова.
4. После того, как эти данные будут зарегистрированы, полученная информация сравнивается с информацией о таянии кубиков льда, полученной в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. В случае наличия несоответствий учащиеся объясняют их возможную причину.

Проведение такого сравнения может быть облегчено путем графического нанесения данных на кальку или транспарант и наложения этого рисунка на исходную карту температурных данных.

Табл. LAND - L-14. Бланк температуры - Осторожно, горячої

Осторожно, горячо!

Имя:

Дата:

Рабочий лист для данных температуры

Таблица 1

	Пределы	Цвет
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

	Пределы	Цвет
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

Таблица 2

	Объект	Температура	Цвет
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Таблица 3

	Наземный покров	Температура	Цвет
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

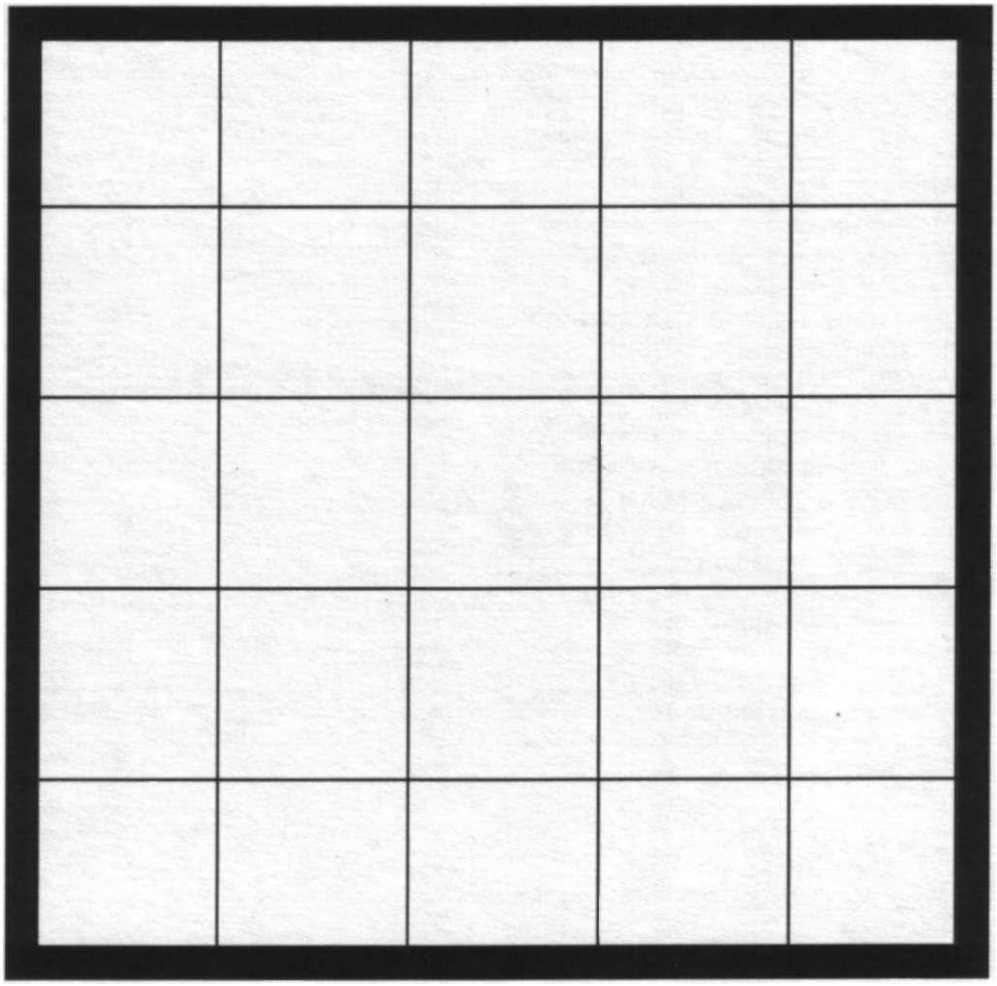
Табл. LAND - L-15. Координатная сетка для данных тепловых датчиков - Осторожно, горячої

Осторожно, горячо!

Название группы:

Дата:

Координатная сетка для данных тепловых датчиков



Что делать дальше

Прогноз прорастания семян

Учащиеся используют составленную карту температурных измерений для прогнози-рования прорастания семян весной.

1. Объясните учащимся, что информация об относительных температурах различных типов наземного покрова, которую они получили, может быть использована для прогнозирования того, в каких местах раньше всего весной появятся всходы семян. Проведите обзор данных, полученных на занятии по составлению карты температурных данных. Предложите учащимся составить прогноз того, в каких местах всходы семян появятся раньше всего, и запишите высказанные идеи и их обоснование для дальнейшего обсуждения.
2. Разделите команды на группы. Каждая команда будет отвечать за определенный тип наземного покрова в пределах участка, исследованного в ходе занятия по созданию карты температурных данных. По мере приближения весны учащиеся ежедневно посещают выбранную точку и записывают свои наблюдения.
3. Когда снег, покрывающий данный тип наземного покрова, полностью растает, учащиеся сообщают преподавателю, где отмечены всходы растений. Регистрируется местонахождение первых всходов. Учащиеся используют полевые справочники для того, чтобы определить типы найденной растительности.
4. После того, как эти данные будут зарегистрированы, полученная информация сравнивается с информацией о таянии кубиков льда, полученной в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. В случае наличия несоответствий учащиеся объясняют их возможную причину. Проведение такого сравнения может быть облегчено путем графического нанесения данных на кальку или транспарант и наложения этого рисунка на исходную карту температурных данных.

Место для открытий

Для учащихся со средним уровнем подготовки.

Предназначение занятия

Использование карт наземного покрова для решения задач.

Обзор

Учащиеся проделывают работу по выбору места для строительства больницы с минимальным ущербом для окружающей среды. Для анализа и принятия решения учащиеся используют кластеризованное изображение, полученное в ходе выполнения практической работы по дистанционным методам наблюдения. Учащиеся затем проводят общее собрание для того, чтобы сделать сообщения об итогах работы каждой группы и принять коллективное решение о том, где должна быть построена новая больница.

Продолжительность занятия

Два-четыре классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Средний.

Важнейшие концепции

Деятельность человека оказывает влияние на разнообразие и характер типов наземного покрова.

Изменения типов наземного покрова сказываются на растениях и животных.

Люди должны знать, до какой степени использование земельных угодий сказывается на окружающей среде.

Навыки

Анализ различных сценариев изменения типов наземного покрова в их местности.

Прогноз влияния таких изменений могут повлиять на организмы, существование которых зависит от данного типа наземного покрова.

Оценка решений по различным сценариям.

Представление сообщений в классе о разработанном ими плане использования местности.

Приборы и материалы

Копия карты наземного покрова, составленной учащимися при выполнении практической работы по дистанционным наблюдениям.

Предварительные условия

Предварительное выполнение практической работы по дистанционным наблюдениям.

Знание терминов «доминантный», «субдоминантный», «редкий» и «изолированный» для обозначения типов наземного покрова.

Умение делать групповые сообщения

Порядок проведения занятия

1. Разделите класс на группы по три-четыре учащихся и обсудите с ними, какие типы наземного покрова показаны на кластеризованной карте. Попросите учащихся перечислить эти типы наземного покрова в таблице как показано ниже.

а. Доминантный	б. Субдоминантный	в. Редкий или изолированный
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

2. Подробно обсудите с классом каждый из этих типов наземного покрова. Обратите особое внимание как на живые, так и на неживые компоненты. Попросите каждую группу выбрать три наиболее подходящих местонахождения для строительства больницы, включая сооружение площадок для парковки автомобилей и подъездных дорог.

3. Используя таблицу типов наземного покрова, учащиеся сравнивают занимаемые ими площади. Каким образом предложенное строительство может сказаться на перечисленных растениях и животных?

4. Каждая группа учащихся обсуждает возможные варианты и выбирает одно решение.

5. Учащиеся сооружают стенд для своего выступления.

   - Первоначальное изображение (карта, полученная путем кластеризации) увеличивается таким образом, чтобы площади, занятые отдельными типами растительности, были легко опознаваемы.
   - Сооружаемые больница, дороги и площадки для стоянок автомобилей помещаются на увеличенную карту в соответствии с масштабом зданий, имеющихся на карте.

6. Учащиеся подготавливают выступление. Выступления проводятся на общем собрании. Учащиеся играют роль местных жителей и проводят голосование для определения наилучшего места строительства больницы. Каждое выступление своей целью убедить одноклассников, что данная команда выбрала наилучшее место.

7. После того, как будут прослушаны все выступления, учащиеся решают, какое из выбранных мест является наилучшим и почему.

8. После проведения голосования установить, согласны ли все учащиеся с принятым решением? Почему согласны, или почему не согласны? Существует ли более одного ответа?

Обзор местности

Для учащихся с начальным уровнем подготовки

Предназначение занятия

Основная цель этого занятия - ознакомление учащихся с концепцией системы. Другие концепции, знание которых имеет отношение к данному предмету, включают понимание того, что такое границы, процессы входа и выхода, и обратная связь. Понимание концепции системы поможет учащимся понять, с какой целью производятся измерения на участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Обзор

Учащиеся проводят исследование окружающей среды на участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований. Они пользуются простыми методами наблюдения для получения количественных и качественных данных. Целью является вызвать у учащихся интерес к данной системе.

Цель

Проведение этого занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки поможет учащимся понять, что проведение границ системы часто зависит от того, на какой вопрос исследователь ищет ответ.

Продолжительность занятия

Два-три классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Начальный.

Важнейшие концепции

Ваш участок размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований может рассматриваться как система.

Ваша система содержит в себе определенные компоненты, например, деревья, воду, почву, горные породы, животных.

В эту систему вводятся энергия, вода, углекислый газ, кислород, пыль.

Из этой системы выводятся вода, углекислый газ, кислород и тепло.

Навыки

Наблюдение системы.

Изготовление схематических зарисовок системы.

Интерпретация карты как источника данных.

Приборы и материалы

Бумага.

Цветные карандаши.

Компасы.

Рабочий лист схемы участка размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Фотоаппарат.

Подготовка

Должен быть заложен участок размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Предварительные условия

Учащиеся должны понимать цель проведения практической работы «Биологические измерения» на данном участке.

Учащиеся должны уметь пользоваться компасом.

Предпосылки

Ученые исследуют природные системы с различной целью. *Система* - это любой набор *объектов,* которые как-либо взаимодействуют между собой и представляют собой единое целое. В системе могут быть объекты любого типа - предметы, организмы, машины, идеи, числа, организации. Проведение границ системы часто зависит от того, на какой вопрос исследователь ищет ответ. Так, например, эколог может выбрать для изучения целый тип экосистем, скажем, заболоченные угодья, для того, чтобы определить, какую площадь они занимают еще в мире, или же конкретный вид болотных растений с целью проведения опытов по различным методам восстановле-ния экосистем. В другом случае, предметом исследования ученого может быть один конкретный тип клеток этого вида болотных растений с целью определения чувстви-тельности растения к различной степени загрязнения. Такие типы исследований принимают во внимание совершенно раз-личные факторы в зависимости от их масштаба.

В ходе выполнения практической работы «Биологические измерения» мы рассмат-риваем изменения во времени в пределах определенной системы - нашего участка площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований. Эти изменения включают изменения скорости роста деревьев, времени листопада и времени раскрытия почек. Сбор данных на протяжении многих лет позволяет нам увидеть, являются ли эти данные постоянными, или же наблюдаются изменения с течением времени. Для того, чтобы понять значение этих данных и соответствующих им изменений, учащиеся должны быть знакомы с разнообразными факторами, которые влияют на систему. Если учащиеся будут понимать, что и как входит в систему и выходит из нее, а также как осуществляется принципиальный обмен химических веществ в данной системе, они смогут увидеть закономерности, которые помогут им делать обобщения и прогнозы. Например, вода попадает в лесную систему в форме дождя. Определенное количество воды сохраняется в тканях деревьев и используется для их роста. Определенное количество воды высвобождается обратно в атмосферу. Определенное количество воды остается на поверхности. Наконец, определенное коли-чество воды просачивается в почву и достигает уровня грунтовых вод.

Изменения в данных могут отражать изменения во входе вещества и энергии в систему, в их выходе из нее или в процессах их обмена. Так, если несколько засушливых лет следуют друг за другом, рост деревьев может быть заторможен из-за нехватки воды, в результате стресса, недостаточной продуктивности или приспособленности. Постоянное возрастание температуры может привести к увеличению продолжительности вегетационного сезона, в результате чего может возрасти продуктивность. Свидетельством этого является ситуация, когда листья дольше остаются на деревьях осенью, или же когда рост деревьев в течение этого периода времени ускоряется, о чем можно судить по годичным кольцам или по высоте деревьев. Данные, которые будут собраны вашим классом, помогут учащимся и ученым, работающим по программе GLOBE, лучше понять окружающие нас системы.

Порядок проведения занятия

1. Попросите учащихся положить перед собой лист бумаги и карандаш. Затем попросите их закрыть глаза и представить себе самое замечательное место в мире (например, лес на берегу моря, кресло у зажженного камина или кондитерский магазин). Дайте им одну минуту на то, чтобы они представили этот образ. Попросите их нарисовать место, которое они вообразили. Сколько из них вообразили природный ландшафт?

2. Пойдите на участок размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований и встаньте в центре участка. Почему класс выбрал именно этот участок, с именно такими формой и размером? Ответьте на следующие вопросы относительно вашего участка для биологических исследований.

   а. Каковы естественные границы этой системы?

   б. Что вы видите, слышите, ощущаете, обоняете?

   в. Влажно или сухо на участке? Тепло или прохладно?

   г. Насколько сильно поверхность участка освещена солнцем?

   д. Сколько различных растений и животных живут в пределах этого участка?

   е. Сколько здесь неживых объектов? Какие из них естественные, а какие - искусственные?

   ж. Как выглядит эта система в ночное время?

   з. Как меняется эта система в разные времена года?

3. Попросите учащихся, находясь в центре вашего участка, нарисовать каждую границу - северную, южную, восточную и западную. Рисунки будут представлять собой вид со стороны. Попросите учащихся внимательно рассмотреть местность и зарисовать детали. Попросите их сохранить эти наброски в их журналах для исследований по программе GLOBE.

   Примечание. Учащиеся могут использовать для зарисовок участка рабочий лист схемы участка размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований. Оставьте чистым квадрат в центре рабочего листа для зарисовки крупного масштаба (см. пункт 4).

4. Для того, чтобы получить более подробную информацию об участке для биологических исследований, попросите учащихся наложить на поверхность участка квадрат, сделанный из натянутого шнурка, размером 1/3 х 1/3 м. Попросите учащихся зарисовать поверхность в пределах этого квадрата.

   Попросите учащихся ответить на вопросы с (а) по (з), перечисленные выше в пункте 2. На какие вопросы могут ответить учащиеся в пределах данной площадки (системы) из тех, что они не могли ответить на участке размером 30 х 30 м для биологических исследований? Каким образом изменение границ повлияло на то, что наблюдают учащиеся?

5. Предложите учащимся взять образцы почвы с индивидуальных участков с помощью бура, совка или лопаты. Постарайтесь взять образец не менее чем на 15 см в глубину и поместите его в полиэтиленовый мешочек. В классе попросите учащихся провести наблюдение почвы невооруженным глазом и под микроскопом, увеличивающим в 30 крат. Какие элементы почвы можно наблюдать? Имеются ли в почве живые организмы или части живых организмов?

6. Сфотографируйте участок в четырех направлениях, находясь в его центре. После того, как фотографии будут проявлены, попросите учащихся сравнить нарисованные ими схемы с фотографиями. Достаточно ли детальны их зарисовки для того, чтобы определить, какому направлению по компасу соответствует каждая фотография? Есть ли в системе какие-то компоненты, которые не были учтены учащимися?

Примечание: можно использовать рабочий лист схемы участка для биологических исследований. Прямоугольник в центре листа может быть использован учащимися для рисунков.

Вопросы для обсуждения

1. Какие вопросы задавались учащимися после того, как они изменили границы наблюдаемой системы?
2. Какое влияние имеют на вашу площадку процессы, происходящие на соседних площадках?
3. Что находится над вашей площадкой и что находится под ней?
4. Влияет ли как-либо на вашу площадку то, что находится над ней и под ней?
5. Что вводится в вашу систему и что выводится из нее? Солнечная радиация? Вода? Семена? Орехи? Животные?

Обзор местности

Для учащихся со средним уровнем подготовки

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепцией системы. Другие концепции, знание которых имеет отношение к данному предмету, включают понимание того, что такое границы, понятия входа в систему и выхода из нее, и обратная связь. Концепция системы поможет учащимся понять, с какой целью производятся измерения на участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований. Учащиеся будут исследовать принцип наличия в каждой динамической системе вещества и энергии. Процессы входа вещества и энергии в систему и их выхода из нее зависят в значительной степени от физических компо-нентов участка, растительного и животного мира, определенных границ или масштаба исследования и времени года.

Обзор

Проведение данного занятия для учащихся со средним уровнем подготовки развивает концепции, представленные при проведении занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. Учащиеся посетят несколько различных участков площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований. В пределах каждого участка они исследуют разнообразные процессы входа вещества и энергии в систему и их выхода из нее, с применением более сложных методов сбора и анализа данных. Учащиеся используют данные, собранные на различных участках, для сравнения и противопоставления процес-сов входа и выхода в различных условиях окружающей среды.

Продолжительность занятия

Три классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Средний.

Важнейшие концепции

Границы системы различаются в зависимости от вопроса, на который вы отвечаете.

Система содержит в себе определенные компоненты, например, деревья, воду, почву, горные породы, животных.

В данную систему вводятся солнечная энергия, вода, углекислый газ, кислород, пыль.

Из данную системы выводятся вода, углекислый газ, кислород и тепло.

Навыки

Наблюдение компонентов данной системы и процессы входа в нее и выхода из нее.

Измерение процессов поступления вещества и энергии в систему и выхода из нее.

Сбор данных, относящихся к системе.

Интерпретация данных, собранных в пределах различных систем.

Приборы и материалы

Шнур.

Участок площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Термометры.

Дождемеры.

Полиэтиленовые мешочки.

Журналы исследований по программе GLOBE.

Рабочий лист схемы участка для полевых биологических исследований.

Рабочий лист со шкалой Бофора.

Плотный бумажный стаканчик.

Бумага.

Подготовка

Используйте шнур для обозначения границ участка площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Проведите сбор данных в соответствии с приведеной ниже инструкцией в трех различных местах в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE - на открытом месте (например, в поле или на площадке для игр), вблизи водоема и на вашем

участке для биологических исследований. Запланируйте посещение всех трех участков в один и тот же день или в одно и то же время дня.

Заручитесь необходимыми разрешениями на посещение всех участков и проверьте их на предмет безопасности. Обеспечьте помощь родителей или других сопровождающих лиц при посещении учащимися этих мест.

Для регистрации данных можно использовать рабочий лист ввода данных участка для полевых биологических исследований из занятия «Обзор местности». Разделите класс на три команды. Учащиеся должны взять с собой перечисленные выше материалы и провести работу на всех трех участках как описано ниже.

Предварительные условия

Учащиеся должны понимать цель проведения практической работы «Биологические измерения» на данном участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Рекомендуется предварительное проведение занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. Если занятие не проводилось, учащиеся должны понимать концепцию границ системы.

Порядок проведения занятия

1. Температура. Попросите команды измерить температуру на каждом участке на уровне земли, на глубине 2,5 см в почве, и на высоте 0,5 м над поверхностью земли. Для измерения почвенной температуры осторожно погрузите конец термометра в почву. Для измерения температуры на уровне земли или на высоте 0,5 м вставьте термометр в отверстие, проделанное в донышке перевернутого плотного бумажного стаканчика. Этот стаканчик играет роль изолятора термометра, цель которого - предотвратить отклонения от измеряемой температуры воздуха вследствие попадания прямых лучей солнца или воздействия других внешних источников тепла. Термометр должен оставаться в одном и том же положении до тех пор, пока показания температуры на нем не будут постоянны в течение 1 - 2 минут.

2. Количество осадков. Каково было количество дождя в течение последнего вегетационного сезона? Если вы не использовали дождемер для исследований по программе GLOBE, эта информация может быть получена от местных метеорологов. Старшие классы могут использовать данные программы GLOBE по почвенной влажности. Прошел ли здесь дождь в недавнее время? Какие имеются свидетельства этого - озера, ручьи, места, где задерживается вода, лужи?

   Попросите учащихся поместить полиэтиленовый мешочек поверх нескольких живых зеленых листьев. Оставьте мешочек в таком положении до завтра. Сколько влаги собралось в мешочке? Откуда она взялась? Куда она уходит?

3. Количество солнечной радиации. В солнечную погоду осмотрите ваш участок для исследований в поисках освещенных солнцем мест на деревьях и на земле. Какое количество солнечного света достигает вершин деревьев? Какое количество солнечного света достигает поверхности земли? Если свет абсорбируется растениями, что с ним происходит? Отражается ли свет от листьев (в таком случае они должны быть блестящими и отражать свет наподобие алюминиевой фольги)?

   Примечание: учащиеся могут знать, что растения получают свое питание из почвы, но они навряд ли будут знать, что солнечный свет используется для изготовления пищи в процессе фотосинтеза. Они могут понимать, что солнечный свет способствует росту растений, но могут не знать, как именно это происходит. Задайте учащимся вопросы о том, как, по их мнению, растения используют солнечный свет в процессе жизненного цикла.

4. Ветер. Насколько сильный ветер наблюдается на участках?

Колеблются ли на ветру листья деревьев? Достаточно ли силен ветер, чтобы сгибать тонкие ветви деревьев? Достаточно ли он силен, чтобы сгибать толстые ветки? Попросите учащихся использовать лист бумаги в качестве указателя ветра (см. рабочий лист со шкалой Бофора). Один из учащихся может держать лист бумаги на расстоянии вытянутой руки, а другие будут наблюдать, висит ли этот лист вертикально или же отклоняется под ветром. Попросите учащихся использовать компас для определения направления, откуда, по их мнению, дует ветер.

5. Животные. Попросите команды отметить, какие типы животных присутствуют на каждом участке (насекомые, птицы, пресмыкающиеся, рыбы, лягушки, головастики). Учащиеся должны также указать наличие признаков деятельности животных - например, помет, следы, норы, объеденные листья. Сделайте примерную оценку численности каждого типа животных. Какой из типов доминирует?

6. Растения. Попросите команды отметить, какие типы растений присутствуют на каждом участке (большие деревья, мелкие деревья, кустарники, мелкие растения, травы). Предложите учащимся записать наиболее обычные типы растений, найденные на каждом участке. Сделайте примерную оценку численности каждого типа растений. Какой из типов доминирует?

7. После того, как команды проведут достаточное количество времени, исследуя свои участки, попросите их представить отчет о том, что они обнаружили, и рассказать, что нового они узнали. После того, как все группы сделают в классе свои сообщения, класс может составить большую сводную таблицу по данным всех групп. Используйте эту сводную таблицу для обсуждения различий, существующих между исследованными участками и взаимодействий между их компонентами, наблюдавшихся учащимися.

Вопросы для обсуждения

1. Как отличаются различные участки по численности или разнообразию видов животных и растений? В чем выражаются эти различия?
2. Какой участок отличался наибольшей температурой воздуха? Какой участок отличался наименьшей температурой? На каком участке ветер был наиболее сильным? На каком участке ветер был наиболее слабым?
3. Каково взаимоотношение между солнечной радиацией и температурой воздуха? Между солнечной радиацией и почвенной влажностью? Между солнечной радиацией и растительностью?
4. Какой из шести изученных компонентов представляется наиболее важным при определении характера окружающей среды на каждом участке? Почему вы так считаете?
5. Какие факторы вводятся в различные из исследованных систем? Какие факторы из них выводятся? Какие из шести изученных компонентов остаются в пределах системы? Учащиеся могут нарисовать схему или диаграмму своего участка.
6. Предложите учащимся нарисовать схему своего участка или придумать рассказ о своей системе, прослеживая путь, который проходит солнечный свет в пределах этой системы.

Дальнейшие исследования

1. Посетите участки, выбранные для занятия с учащмися со средним уровнем подготовки в различные сезоны и повторите свои измерения. Насколько изменились различные факторы? Какие факторы вызвали изменения? Какие факторы могли вызвать изменения в процессе появления листьев или листопада в течение года?
2. Попросите учащихся соорудить террариумы. Попробуйте сделать ваш террариум похожим на один из участков исследованных вами систем. Моделируйте ветер, меняйте температуру и количество воды, солнечное освещение, добавьте растения, моделируйте влияние животных. Попытайтесь смоделировать вашу систему на основании данных, которые вы получили в ходе полевых исследований. Попытайтесь смоделировать сезонные изменения. Можете ли вы это сделать? Какие ограничения имеются у ваших моделей? Можете ли вы воспроизвести те же круговороты, которые существуют в природе между ее живыми и неживыми компонентами?

Рис. LAND - L-32. Обзор местности Рабочий лист схемы участка для биологических исследований

Дата:

Имя (имена):

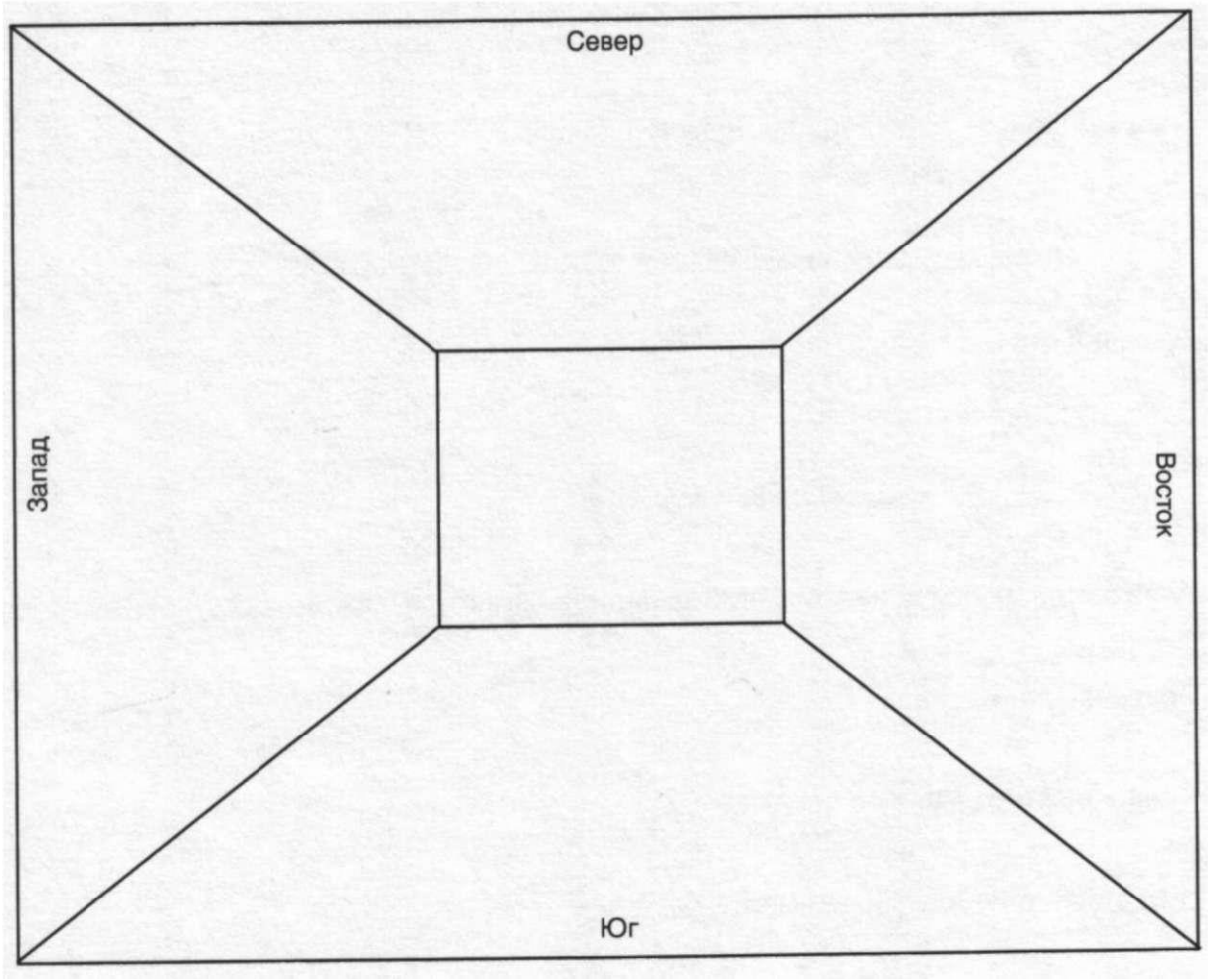


Рис. LAND - L-33. Обзор местности Рабочий лист по полевому участку для биологических исследований

Обзор местности
Рабочий лист по полевому участку для биологических исследований

Дата Имя

Тип участка для исследований (обведите один):

Мокрые земли

Поле

Участок для биологических исследований 30 x 30 м

Температура (C)

на высоте 0,5 м

на уровне земли

на высоте 2,5 см

Количество осадков, накопленное за период вегетации (мм):

Солнечая радиация:

Сила ветра (по шкале Бофора)

Животный и растительный мир:

Таблица LAND - L-16. Рабочий лист скорости ветра по шкале Бофора
Описание ветра:

Скорость ветра, км/час	миль/час	Балл по шкале Бофора	Описание ветра	Наблюдаемое воздействие на поверхности земли
<1	<1	0	Спокойно	Спокойно, листья неподвижны
1-3	1-3	1	Легкое движение воздуха	Слабые колебания листьев, дым плывет, флюгеры вращаются
6-11	4-7	2	Ветерок	Листья шелестят, ощущается ветер, флюгеры вращаются
12- 19	8 -12	3	Легкий ветер	Листья и мелкие веточки в движении, небольшие флаги и знамена полощутся
20-29	13-18	4	Умеренный ветер	Небольшие ветки в движении, поднимаются пыль, бумажный мусор и сухие листья
30-38	19-24	5	Свежий ветерок	Небольшие и более крупные ветки качаются, на внутренних водоемах образуются волны
39-49	25-31	6	Сильный ветер	Качаются крупные ветви деревьев, провода гудят, трудно держать в руках зонтик
50-61	32-38	7	Умеренная буря	Деревья качаются целиком, трудно идти против ветра
62-74	39-46	8	Буря	Ломаются небольшие ветки деревьев, трудно идти, автомобили отклоняются при движении
75-87	47-54	9	Сильная буря	С крыш срываются черепицы, имеются небольшие повреждения построек, земля покрыта сломанными ветками деревьев
88- 101	55-63	10	Очень сильная буря	Деревья вырваны с корнем или сломаны, имеются повреждения построек
102-116	64-73	11	Шторм	Повсеместные повреждения построек и деревьев (бывает редко)
> 117	>74	12-17	Ураган	Повреждения от сильных до катастрофических

Сезонные изменения на участках для биологических исследований

Предназначение занятия

Исследование сезонных изменений путем сбора данных о раскрытии почек весной и о листопаде осенью.

Обзор

Дважды, осенью и весной, учащиеся проводят измерения сезонных изменений в кронах деревьев и (или) в травостое. Весной они измеряют процесс раскрытия почек, а осенью-процесс листопада. Эти измерения проводятся раз в неделю в течение шести недель осенью и шести недель весной. Затем учащиеся исследуют скорость изменений на основании собранных ими данных.

Продолжительность занятия

Два классных занятия для ознакомления с занятием и исследования данных.

Кроме того, небольшая группа учащихся соберет данные во время одного классного занятия раз в неделю в течение шести недель осенью и шести недель весной.

Уровень подготовки учащихся

Средний или высокий.

Важнейшие концепции

Весной происходит процесс раскрытия почек, когда из почек появляются и растут листья.

Осенью происходит процесс листопада, когда отмирает активно растущая масса растений.

Навыки

Проведение измерений в кронах деревьев.

Анализ данных весенних и осенних изменений во времени.

Приборы и материалы

Денситометр.

См. *практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов в руководстве* «Исследования наземного покрова и биологические исследования».

Предварительные условия

Учащиеся должны пользоваться денситометром. См. *практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов* в руководстве «Исследования наземного покрова и биологические исследования».

Предпосылки

Занятие включает исследование различий в продолжительности вегетационного сезона в различных местах Земли. Для того, чтобы определить продолжительность вегетацион-ного сезона в вашей местности, ученые, а также вы и ваши учащиеся, могут следить за ростом листьев в кронах деревьев и (или) травостоя от весеннего раскрытия почек до осеннего листопада (когда отмирает активно растущая масса растений). Данные и изображения, полученные с помощью спутников, могут быть использованы для того, чтобы проследить появление «зеленой волны» весной и ее движение от юга к северу в северном полушарии, и «бурой волны» осенью и ее движение от севера к югу. В южном полушарии «зеленая волна» движется в обратном направлении, от севера к югу, а «бурая волна» - от юга к северу.

Одно из ограничений в использовании дистанционных данных, полученных спутниками, состоит в том, что их разрешение может быть весьма слабым. Это означает, что многие черты наземного покрова, например, отдельные деревья или массивы деревьев, не будут непосредственно видны. Поэтому исследователи, которые работают с данными, полученными со спутника, нуждаются в более подробной информации о том, что происходит в пределах типов наземного покрова, обладающих растительностью, и как эти процессы влияют на данные, получаемые спутниками. Два наиболее критических времени года - это периоды появление листьев весной и листопад осенью, поскольку эти сроки определяют продолжительность вегетационного сезона для определенного места на поверхности Земли. Ваши исследования, проведенные в ходе данного занятия, помогут вам глубже понять значение этих критических моментов в жизни природы вашей местности.

В зависимости от вашего местонахождения, климат или типы растительности в вашей местности будут более или менее пригодны для описанных ниже наблюдений сезонных изменений.

Порядок проведения занятия

В случае, если ваш участок исследований по программе GLOBE имеет лиственные породы деревьев

Раскрытие почек

1. Используя участок площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований, выберите один день ранней весной, когда листья только начинают появляться, для проведения оценки сомкнутости крон с использованием денситометрического метода. См. практическую работу по определению *доминантных и содоминантных видов* в разделе «Исследования наземного покрова и биологические исследования».
2. Раз в неделю в течение следующих пяти недель (всего шесть недель), проведите такую же оценку сомкнутости крон с использованием того же метода.
3. Запишите ваши данные и сохраните их для изучения ежегодных изменений в раскрытии почек.

Листопад

1. Используя тот же участок площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований, выберите день, когда появляются первые признаки осеннего изменения листвы. Проведите оценку сомкнутости крон со следующими изменениями в методике (см. *практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов* в руководстве «Исследования наземного покрова и биологические исследования»).
2. Проведите оценку сомкнутости крон с использованием денситометрического метода, однако вместо того, чтобы отмечать плюсы и минусы, отмечайте «З» (зеленый) в случае, если вы видите зеленые листья, «К» (коричневый) в случае, если вы видите бурые листья, и « - », если вы не видите листьев вообще. Вы использовали этот же метод регистрации в случае зеленого и бурого наземного травянистого покрова.
3. Вычислите процент, занимаемый зелеными и бурыми листьями таким же образом, как и для наземного травянистого покрова.
4. Раз в неделю в течение следующих пяти недель повторяйте эти наблюдения.
5. Запишите ваши данные и сохраните их для изучения ежегодных изменений листопада.

Луговая растительность. Время раскрытия почек и листопада является важным индикатором в лесных местностях, и точно так же важным индикатором является время изменений в травянистой растительности. Для луговых местностей значительными наблюдаемыми изменениями, которые характеризуют вегетационный период и могут быть исследованы вами и вашими учащимися, являются время начала и конца активного роста, цветение, плодоношение и отмирание растительной массы.

В случае, если ваш участок исследований по программе GLOBE обладает травостоем

Раскрытие почек

1. Используя участок площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований (в данном случае, такой, на котором травянистые растения являются доминантами или судоми- нантами), выберите один день ранней весной, когда трава только начинает зеленеть.
2. Определите процент, занимаемый зеленым и бурым травостоем, таким же образом, как это описано в практической работе для учета покрытия наземного травянистого покрова.
3. Раз в неделю в течение следующих пяти недель (всего шесть недель), проводите такое же обследование травянистого покрова.

Отмирание травостоя

1. Повторите описанное выше обследование травянистого покрова в период, когда трава начинает приобретать бурую окраску. Это время может совпадать или не совпадать с

наступлением осени в зависимости от климата вашей местности; например, недостаток дождей также вызывает изменение цвета травы. Вы должны наблюдать за травостоем, чтобы решить, когда начинать проведение измерений.

Дальнейшие исследования - продолжение работы

Значительными событиями в сезонном развитии травянистой растительности являются формирование цветов и семян. Поскольку для вас и ваших учащихся может оказаться затруднительным распознавание цветов и семян травянистых видов, отметьте только время года, когда травы переходят от роста листьев (травинок) к развитию центрального стебля, который удлиняется и на вершине которого появляется соцветие или соплодие. Отметьте с точностью до недели время этого события, и занегистрируйте эту дату в вашем архиве данных.

Регистрация, из года в год, изменений во времени и продолжительности процессов, измеренных в ходе данного занятия, поможет вам и вашим учащимся глубже понять взаимоотношение между этими процессами и другими параметрами, измеренными в ходе проведения программы GLOBE (температура, осадки и т.д.) в их влиянии на окружающую среду.

Дополнительный материал, который поможет поможет вам и вашим учащимся в оценке этих сезонных изменений, приводится в тексте пособия для преподавателей программы GLOBE, в руководстве *«Сезонные исследо-вания»*.

Шаблон клинометра

Таблица значений тангенсов

Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности

Рабочий лист ввода полевых данных

Рабочий лист ввода данных классификации MUC

Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации ЮНЕСКО ^C)

Глоссарий

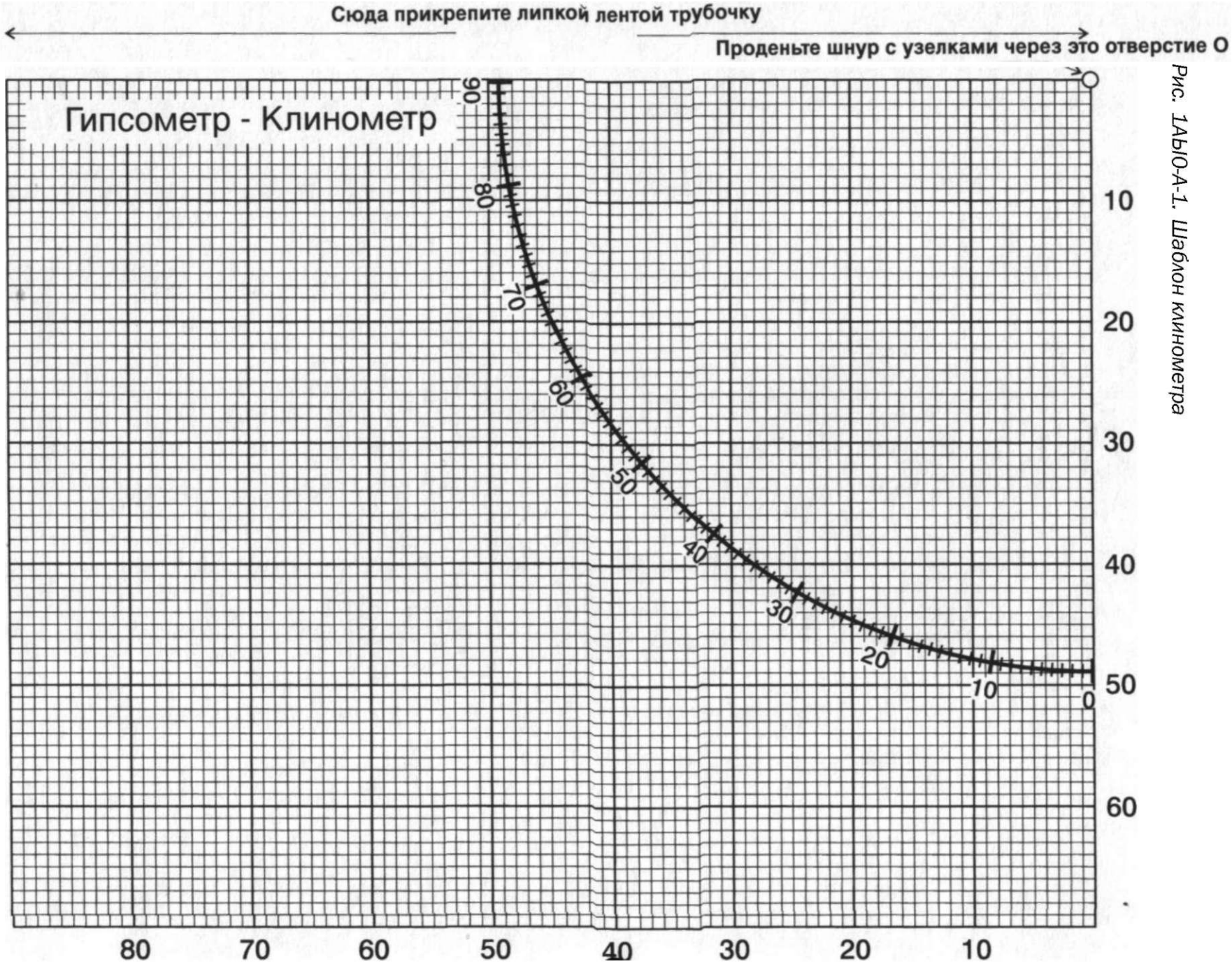


Рис. 1АЫО-А-1. Шаблон клинометра

Угол	tg	Угол	tg	Угол	tg	Угол	tg	Угол	tg
1°	0,02	17	0,31	33	0,65	49	1,15	65	2,14
2	0,03	18	0,32	34	0,67	50	1,19	66	2,25
3	0,05	19	0,34	35	0,70	51	1,23	67	2,36
4	0,07	20	0,36	36	0,73	52	1,28	68	2,48
5	0,09	21	0,38	37	0,75	53	1,33	69	2,61
6	0,11	22	0,40	38	0,78	54	1,38	70	2,75
7	0,12	23	0,42	39	0,81	55	1,43	71	2,90
8	0,14	24	0,45	40	0,84	56	1,48	72	3,08
9	0,16	25	0,47	41	0,87	57	1,54	73	3,27
10	0,18	26	0,49	42	0,90	58	1,60	74	3,49
11	0,19	27	0,51	43	0,93	59	1,66	75	3,73
12	0,21	28	0,53	44	0,97	60	1,73	76	4,01
13	0,23	29	0,55	45	1,00	61	1,80	77	4,33
14	0,25	30	0,58	46	1,04	62	1,88	78	4,70
15	0,27	31	0,60	47	1,07	63	1,96	79	5,14
16	0,29	32	0,62	48	1,11	64	2,05	80	5,67

Пример. Предположим, что измеренное расстояние до дерева равно 60 м и что угол, который вы измерили, направив клинометр на верхушку дерева, равен 24°. По таблице вы найдете значение тангенса 24°, которое равно 0^15. Следовательно, высота дерева равна 60 м х 0,45 = 27 метров. Прибавив высоту, на которой находятся глаза наблюдателя (Ь5 м), найдем, что итоговая высота равна 285 м

Исследования наземного покрова и биологические исследования

Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности

	Общая сомкнутость крон и покрытие травостоя		Доминантный и содоминантный вид древесного яруса или тип травостоя		Класс по системе MUC для леса или редколесья
	древесный ярус + = кроны - = "небо"	**травостой** З = зеленый К = коричневый - = нет травостоя	вид дерева (или местное название)	тип травостоя (злаки или разнотравье)	**тип древесного яруса -** В = вечнозеленый Л= лиственный Н = "небо"
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

(См. вычисления в рабочем листе)

Древесный ярус %	Травостой %

Доминантный вид древесного яруса или тип травостоя:
Содоминантный вид древесного яруса или тип травостоя:

Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности (продолжение)

Определение сомкнутости крон

Всего "+" =	
Всего "-" =	
Всего наблюдений =	
% сомкнутости крон: (всего "+" : всего наблюдений) =	

← -Введите в отчет !

Определение покрытия травостоя

Всего "З" =	
Всего "К" =	
Всего "-" =	
Всего наблюдений =	
% покрытия травостоя: (всего "З" + "К" : всего наблюдений) =	

← -Введите в отчет !

Если тип покрова - лес или редколесье:

Определение процентного содержания вечнозеленых и листопадных пород деревьев

Всего "В" =	
Всего "Л" =	
Всего наблюдений: ("В" + "Л") =	
% вечнозеленых пород: ("В": всего наблюдений) =	
% листопадных пород: ("Л": всего наблюдений) =	

← Определите класс леса или редколесья по МиС (см. практ. работу "Система классификации мис")

Если тип покрова - травянистый:

Определение процентного содержания злаков и разнотравья в травостое

Всего "З" =	
Всего "Р" =	
Всего наблюдений: ("З" + "Р") =	
% злаков: ("З": всего наблюдений) =	
% разнотравья: ("Р": всего наблюдений) =	

← Определите тип травостоя по М11С (см. практ. работу "Система классификации МУС")

Исследования наземного покрова и биологические исследования

Рабочий лист ввода полевых данных

★Тип участка:
- ❑ Биол. исслед.
- ❑ Наземн. покров

★ для наземн. покрова:
- ❑ Тренировка
- ❑ Подтверждение

- ❑ качеств. данные
- ❑ колич. данные

Название участка:_____* Район, область, страна:_____

• Координаты GPS: широта_____долгота_____

Класс наземного покрова первого уровня MUC:_____код :_____

Если выявлены классы 2, 3, или 5 - 9, **остановитесь здесь**. Если участок для качественных данных, **остановитесь здесь**.

Доминантная и содоминантная растительность (род, вид) - см. рабочий лист ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности

Лес или редколесье: * Доминант:_____* Содоминант:_____

Луговая растительность:

* Доминант: O злаки O разнотравье

* Содоминант: O злаки O разнотравье O деревья: род:_____вид:____

Данные биологических измерений

(из рабочего листа ввода данных доминантной и содоминантной растительности)

Сомкнутость крон

Всего " +"_____Всего " -"_____Всего наблюдений_____% сомкнутости_____

Покрытие травостоя

Всего " З"_____Всего "К"____Всего " -"_____Всего наблюдений_____%покрытия_____

Процентное содержание вечнозеленых и листопадных пород деревьев

Всего "В"_____Всего "Л"_____Всего (В + Л)_____% вечнозел._____% листопади.____

Процентное содержание злаков и разнотравья:

Всего злаков_____Всего разнотр._____Всего набл._____% злаков_____% разнотр.____

Домнинантный вид:_____	**Содоминантный вид:**_____
Высота дерева :___м ___м ___м ___м ___м	Высота дерева :___м ___м ___м ___м ___м
Окружность дерева :___см___см ___см ___см ___см	Окружность дерева :___см___см ___см ___см ___см
Для травостоя - биомасса зеленого:___г/м^2 ___г/м^2 ___г/м^2	Для травостоя - биомасса зеленого:___г/м^2 ___г/м^2 ___г/м^2
коричневого: ___г/м^2 ___г/м^2 ___г/м^2	коричневого:___г/м^2 ___ г/м^2 ___г/м^2

Биологические измерения

• Сомкнутость крон:_____%

• Покрытие травостоя: зеленого :_____%

коричневого:_____%

общее:_____%

* Средняя высота деревьев:. м

* Средняя окружность деревьев :__ см

Средняя биомасса травостоя * зеленого:. ___г/м^2 * коричневого:_____г/м^2 * общая; _г/м^2

Класс наземного покрова по системе МЫС

* второй уровень	• третий уровень	* четвертый уровень
Название:_____	Название:_____	Название:_____
Код:_____	Код:_____	Код:_____

Примечания

Фотографии

Фенология (дополнительно)

*Стадия: • раскрытие почек • старение (листопад)

(Проведите измерение сомкнутости крон или покрытия травостоя - см. на обороте)

* Сомкнутость крон:_____% Содержание зеленой листвы (примерное):_____%

* Травостой: зеленый_____% коричневый:_____% всего:_____%

Исследования наземного покрова и биологические исследования

Рабочий лист ввода данных классификации M11C

Номер участка	Название участка	Классификация, проведенная учащимися (MultiSpec или интерпретация вручную	Данные для подтверждения (посещение участка)	Верно	Неверно

Глоссарий терминов, используемых в модифициро-ванной системе классификации ЮНЕСКО (МЫС)

В данном глоссарии приводятся определения, критерии для принятия решений и примеры всех типов наземного покрова, кратко охарактеризованных в схеме МИС (модифицированной классификации ЮНЕСКО). Глоссарий служит как основное справочное пособие для определения классов наземного покрова при практических работах по руководству "Наземный покров".

Приводимая в словаре информация организована в таблицу с четырьмя столбцами следующим образом.

1. Код классификации M11C (используется для определения классов наземного покрова при практических работах "Наземный покров" и "Оценка точности").
2. Наименование класса наземного покрова.
3. Уровень класса наземного покрова по системе **МйС**
4. Определения, критерии выбора, примеры.

Код MUC	Наименование класса наземного покрова	Уровень MUC	Определения, критерии выбора, примеры
0	Сомкнутый лес	Уровень 1	Сформирован деревьями более 5 м с сомкнутыми кронами. Общая сомкнутость крон более 40%.
01	Лес с преобладанием вечнозеленых пород	Уровень 2	Кроны деревьев всегда имеют зеленую листву . . .
011	Тропический влажный лес	Уровень 3	Часто называется тропическим дождевым лесом. Состоит в основном из широколиственных вечнозеленых пород.
0111	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстро растущих деревьев, многие более 50 м высотой, обычно с кронами неравномерной формы...

Типы наземного покрова организованы в том же порядке номеров, как и классы, перечисленные в схеме классификации MUC. Прочие термины, используемые в глоссарии, приводятся после пронумерованных определений.

Необходимо различать два показателя - процент сомкнутости или покрытия (площадь участка, находящаяся в пределах проекции крон или занятая травостоем) и процент видового состава. Процент сомкнутости крон или покрытия травостоя определяет доминантный тип наземного покрова конкретного участка на спутниковом изображении на первом уровне классификации MUC. Процент видового состава этого доминантного типа наземного покрова (определенного на первом уровне) показывает возможный выбор категории на втором уровне. Для определения третьего и четвертого уровней необходимы более подробные описания растительных сообществ; эти уровни определяются в соответствии с процентом сомкнутости или покрытия либо в соответствии с процентом видового состава (см. глоссарий).

Пример приводится в секции глоссария, озаглавленной "Прочие термины" в графе **"Классификация по системе MUC: процент покрытия и процент видового состава".**

Справочная литература

J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach, and R.E. Witmer. [Дж. Р. Андерсон, И.И.Харди, Дж. Т. Роач и Р.И. Уитмер]. (1976) ***A land use and land cover classification system for use with remote sensor data.*** [Землепользование и классификация наземного покрова для интерпретации данных приборов дистанционного наблюдения]. US. Geol. Survey. Prof. Pap., 1976.

L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet, and ET. LaRoe. [Л. М Коуардин, В. Картер, Ф. К. Колет и ИТ. ЛаРоу] (1979). [Классификация мокрых земель и водных местообитаниий США]. ***Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States.*** US. Fish and Wildlife Services. FWS/OBS-79/31, 1979.

International Classification and Mapping of Vegetation. [Международная классификация и картирование растительности]. (1973). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: UNESCO, 1973

J.E. Dobson et al. [Дж. И. Добсон и др.])(1995). ***NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation.*** [Программа НАОА по анализу изменений берегов. Руководство для практического исполнения на региональном уровне]. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
0	Сомкнутый лес	Уровень 1	Сформирован деревьями высотой по крайней мере 5 метров, кроны которых смыкаются. Общая сомкнутость полога более 40%.
01	Преимущественно вечнозеленый лес	Уровень 2	Листва полога никогда не опадает. По крайней мере 50% деревьев, которые достигают лесного полога, - вечнозеленые. Отдельные деревья могут сбрасывать листья.
011 *	Влажный тропический лес	Уровень 3	Такой лес часто называют тропическим дождевым лесом. Он представлен преимущественно широколиственными вечнозелеными деревьями, не толерантными к холоду и засухе. Его составляют настоящие вечнозеленые деревья, т.е. полог остается зеленым круглый год, отдельные деревья могут сбрасывать листву на несколько недель. Листья многих деревьев имеют специальное "капельное острие".
0111	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых превышают 50 метров в высоту и обычно формируют неравномерный полог. Подрост встречается рассеянно, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы отсутствуют.
0112	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подлеске обычны травы. Многочисленны сосудистые эпифиты и лианы; встречается, например, на склонах атлантического побережья Коста-Рики.
0113	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, с разветвлением крон у низа ствола и грубую кору. В подлеске обычны папоротники, травы, мхи и мелкие пальмы, например, в Сьерра-де-Таламанка в Коста-Рике.
0114	"Субальпийский" лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.
0115	Туманный лес	Уровень 4	Деревья согнутые, имеют грубую кору и редко достигают высоты выше 20 метров. Кроны деревьев, ветви и стволы увешаны эпифитами и лианами, например, Блю-Маунтинс на Ямайке.
012	Тропический и субтропический сезонный, вечнозелёный	Уровень 3	Состоит в основном из широколиственных вечнозеленых деревьев. Во время сухого сезона можно заметить уменьшение количества листвы, что является результатом частичного листопада. Является переходным между влажным тропическим лесом и тропическим и субтропическим полулистопадным.
0121	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из них высотой более 50 м, обычно формирующих неравномерный полог. Подлесок рассеян, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы – отсутствуют.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в системе модифицированной классификации	Уровень класса	
0122	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подлеске обычны травы. Многочисленны сосудистые эпифиты и лианы.
0123	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, имеющие разветвление крон у низа ствола и с грубой корой. В подлеске более характерны вечнозеленые кустарники, чем древовидные папоротники.
0124	"Субальпийский" лес	Уровень 4	Этот лес напоминает вечнозеленый широколиственный склерофильный сухой лес с зимними дождями, который встречается выше туманного леса. Представлен по большей части вечнозелеными склерофильными деревьями менее 20 метров высотой, с небольшим количеством подлеска или без него, и с небольшим количеством лиан и эпифитов.
013	Тропический и субтропический полулистопадный лес (верхний полог листопадный во время засухи).	Уровень 3	Большинство деревьев верхнего полога во время засухи - листопадные; многие из деревьев и кустарников подлеска - вечнозеленые и более или менее склерофильные. Тем не менее, вечнозеленые и листопадные древесные растения и кустарники могут встречаться вперемешку в одном и том же ярусе. Почти у всех деревьев защищенная почка и листья без "водосточного кончика". Деревья имеют грубую кору, за исключением присутствующих иногда бутылочных деревьев.
0131	Равнинный лес	Уровень 4	Наиболее высокие деревья могут быть представлены бутылочными деревьями (напр., *Ceiba).* Эпифиты практически отсутствуют. Также присутствуют суккуленты, например, кактусы с тонкими ветвящимися стволами. Могут присутствовать лианы и разреженный травянистый покров.
0133	Горный или туманный лес	Уровень 4	Этот лес сходен с полулистопадным равнинным лесом, однако полог его ниже и кроны покрыты ксерофитными эпифитами, такими, как например, *Tillandsia usneoides.*
014	Субтропический влажный лес	Уровень 3	Присутствуст на локальном уровне в виде небольших массивов, так как субтропический климат обычно имеет сухой сезон. Субтропический влажный лес (например встречающийся в штате Квинсленд в Австралии и на Тайване), обычно переходит в тропический влажный лес. В подлеске могут расти кустарники. Между летом и зимой существует разница температур.
0141	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых превышают 50 метров высотой и обычно формируют неравномерный полог. Подлесок рассеян, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы - отсутствуют.
0142	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подросте обычны травы. Сосудистые эпифиты и лианы - многочисленны.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в системе модифицированной классификации	Уровень класса	
0143	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, с разветвлением крон у низа ствола и грубой корой. В подлеске более обычны вечнозеленые кустарники, чем древовидные папоротники.
0144	"Субальпийский" лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.
0145	Туманный лес	Уровень 4	Деревья согнутые, имеют грубую кору и редко достигают высоты более 20 метров. Кроны деревьев, ветви и стволы увешаны эпифитами и лианами.
015	Вечнозеленый влажный лес умеренной и приполярной зоны	Уровень 3	Встречается только в условиях экстремального, почти без заморозков, океанического климата южного полушария, в основном в Чили. Состоит преимущественно из настоящих вечнозеленых гемисклерофильных деревьев и кустарников. Богато представлены эпифитные мхи, печеночники, лишайники, которые растут на деревьях, и укорененные в почве травянистые папоротники.
0151	Вечнозеленый влажный лес умеренной зоны	Уровень 4	Деревья более высотой 10 метров. Могут присутствовать сосудистые эпифиты и лиан.
0152	Вечнозеленый влажный лес приполярной зоны	Уровень 4	Деревья более высотой 10 метров. Сосудистые эпифиты отсутствуют.
016	Вечнозеленый листопадный широколиственный лес умеренной зоны	Уровень 3	Этот лес требует адекватного количества летних осадков. Он предетавляет собой смешанный вечнозелено-листопадный класс лесов. Доминируют, в основном, гемиксерофильные вечнозеленые древесные породы (более 50% полога) и кустарники, а содоминируют листопадные широколиственные деревья и кустарники (более 25% полога). Богато представлены многолетние травянистые растения. Очень мало или вовсе нет сосудистых эпифитов и лиан.
0161	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых, превышают 50 метров в высоту и обычно формируют неравномерный нолог. Подлесок негустой, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы отсутствуют
0162	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный нолог. В подлеске обычны травы. Многочисленны сосудистые эпифиты и лианы.
0163	Горный лес	Уровень 4	Деревья высотой менее 50 м, с разветвлением крон у низа ствола и грубой корой. В подлеске более характерны вечнозеленые кустарники, чем древовидные папоротники.
0164	"Субальпийский" лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
017	Вечнозеленый широколиственный склерофильный лес с зимними осадками	Уровень 3	Очень часто под этим типом леса понимают средиземноморский, но он также присутствует в юго-западной Австралии, Чили и других местах. Климат имеет ярко выраженный период летней засухи. Древостой состоит в основном из склерофильных деревьев и кустарников, большинство которых имеют грубую кору. Травянистого покрова очень мало. Сосудистых растений нет, мало эпифитных бриофитов (мхов и печеночников) и лишайников, но присутствуют вечнозеленые древовидные лианы.
0171	Равнинный и предгорный лес более 50 м высотой	Уровень 4	Доминируют деревья высотой более 50 м (более 50% полога), такие как гигантские эвкалипты, например, *Eucalyptus regnans,* в штате Виктория и *E. diversicolor* в Западной Австралии.
0172	Равнинный и предгорный лес более 50 м высотой	Уровень 4	Доминируют деревья высотой менее 50 м (более 50% полога), например, калифорнийский лес из вечнозеленого дуба.
018	Тронический и субтропический вечнозеленый хвойный лес	Уровень 3	Состоит преимущественно из хвойных или чешуйчатолистных вечнозеленых деревьев (более 50% полога). Могут присутствовать широколиственные деревья. Сосудистые эпифиты и лианы встречаются редко.
0181	Равнинный и предгорный лес	Уровень 4	Например, сосновые леса Никарагуа и Гондураса.
0182	Горный и субальпийский	Уровень 4	Например, сосновые леса Филиппин и Южной Мексики.
019	Вечнозеленые хвойные леса умеренной и приполярной зоны	Уровень 3	Состоят преимущественно из хвойных или чешуйчатолистных вечнозеленых деревьев (более 50% полога), но могут присутствовать и широколиственные деревья. Сосудистые эпифиты и лианы встречаются редко.
0191	Гигантские леса	Уровень 4	В них доминируют деревья (более 50% полога) высотой более 50 метров, например, леса из *Sequoia* и *Pseudo-tsuga* на западном (тихоокеанском) побережье Северной Америки.
0192	Округлые кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% полога) с широкими, неравномерно-округлыми кронами, например, *Pinus spp.*
0193	Конические кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% полога) с коническими кронами, например, *Picea, Abies,* леса из калифорнийской пихты великолепной.
0194	Цилиндрические кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% полога) с кронами состоящими из из очень коротких ветвей и цилиндрическими по форме.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
02	Леса с преобладанием листопадных пород	Уровень 2	Большинство деревьев (более 50% полога) сбрасывают листву одновременно во время неблагоприятного сезона (засухи или холода).
021	Тропические и субтропические засухо-листопадные леса	Уровень 3	Неблагоприятный сезон характеризуется, в основном, засухой, в большистве случаев, зимней засухой. Каждый год листва регулярно сбрасывается. Большинство деревьев имеют относительно толстую, растрескавшуюся кору.
0211	Широколиственные равнинные и предгорные леса	Уровень 4	Ни в одном ярусе практически нет вечнозеленых растений, за исключением суккулентов. Присутствуют древовидные и травянистые лианы, листопадные бутылочные деревья. В подлеске присутствует разреженная травянистая растительность, например, широколиственный листопадный лес северо-запада Коста-Рики.
0212	Горные и туманные леса	Уровень 4	В подлеске присутствуют некоторые вечнозеленые виды. Присутствуют или встречаются в большом количестве устойчивые к засухе эпифиты, часто в виде свисающих нитей (напр., *Usnea* или *Tillandsia usneoides*). Эта формация не распространена широко, но бывает хорошо развита, напр., на севере Перу.
022	Холодные листопадные леса с вечнозелеными деревьями и кустарниками	Уровень 3	Для неблагоприятного сезона характерны зимние заморозки. Доминируют листопадные широколиственные деревья (более 50% полога), но вечнозеленые виды (более 25% полога) присутствуют как составная часть основного полога подлеска. Вьющиеся и сосудистые эпифиты редки или отсутствуют.
0221	Леса с вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами	Уровень 4	Эпифиты и мхи обильны. У оснований древесных стволов могут присутствовать сосудистые эпифиты. В паводковой зоне обычны ползучие лианы. *Ilex aquifolium* и *Hedera helix* в Западной Европе и *Magnolia spp.* в Северной Америке представляют собой примеры типов леса этого класса.
0222	Леса с вечнозелеными хвоиными деревьями	Уровень 4	Например, кленово-тсуговый или дубово-сосновый лес северо-востока США.
023	Холодные листопадные леса без вечнозеленых деревьев	Уровень 3	Листопадные деревья абсолютно доминируют (более 75% полога). Могут присутствовать вечнозеленые травы и некоторые вечнозеленые кустарники (высотой менее 2 метров). Присутствие лиан незначительно, но они обычны в паводковой зоне; сосудистые эпифиты отсутствуют (за исключением тех случаев, когда они находятся в нижней части основания ствола дерева); всегда присутствуют мхи, печеночники и, особенно, лишайники.
0231	Умеренные равнинные и предгорные широколиственные леса	Уровень 4	Деревья высотой до 50 метров. Эпифиты, в основном, водоросли и накипные лишайники.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
0232	Горный или бореальный лес	Уровень 4	Деревья могут достигать высоты 50 м, но в горном или бореальном лесу они не выше 30 метров. Эпифиты представлены в основном лишайниками и бриофитами.В этот класс входят равнинные и подгорные леса, встречающиеся в топографических условиях с высокой атмосферной влажностью.
0233	Субальпийский или приполярный лес	Уровень 4	Деревья высотой не более 20 метров, имеют искривленные стволы. Эпифиты представлены лишайниками и бриофитами и более обильны, чем в классе горных лесов (0232). Лес этого класса обычно переходит в редколесье.
03	Экстремально ксероморфный (сухой) лес	Уровень 2	Густые массивы деревьев и кустарников, приспособленные к сухим условиям, такие как бутылочные деревья, кустарникоподобные деревья с суккулентными листьями и суккулентным стволом. В подлеске встречаются кустарники, приспособленные к сухим условиям, многолетние суккулентные травы и однолетние и многолетние травянистые растения. Очень часто переходит в редколесье.
031	Экстремально ксероморфный лес с доминированием склерофитов	Уровень 3	Растительность, сходная с ксероморфным лесом, с преобладанием склерофильных деревьев, многие из которых могут иметь луковицеобразно расширенные основания стволов, значительно укорененные в почве.
032	Лес, состоящий из деревьев с колючками	Уровень 3	Преобладают виды с колючками (более 50% полога).
0321	Смешанный листопадно-вечнозеленый лес, представленный из деревьев с колючками	Уровень 4	Как листопадные, так и вечнозеленые виды сосатвляют более 25% полога древостоя. См. определение преимущественно вечнозеленого леса, класс 01 и листопадного леса, класс 02.
0322	Чисто листопадный лес, представленный деревьями с колючками	Уровень 4	Полностью доминируют листопадные деревья с колючками (более 75% полога). См. определение листопадного леса, класс 02.
033	Лес, в основном представленный суккулентами	Уровень 3	Суккуленты, имеющие форму дерева (scapose) или кустистые (caespitose) встречаются очень часто (более 50% полога), но другие деревья и кустарники, адаптированные к сухим условиям также присутствуют.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
1	Редколесье	Уровень 1	Лес, представленный открытыми массивами деревьев высотой более 5 метров с несомкнутыми кронами. Более 40% поверхности почвы покрыто лесным пологом. Определения под которые подпадают редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными породами, редколесье, представленное преимущественно листопадными породами и экстремально ксероморфное редколесье, близки к тем, которые характерны для лесов, но отдельные деревья распределены более редко.
11	Редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными породами	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% составляют вечнозеленые кустарники, которые достигают лесного полога. Отдельные деревья могут сбрасывать листву.
111	Редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными широколиственными породами	Уровень 3	Преимущественно склерофильные деревья и кустарники, без эпифитов.
112	Редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными хвойными породами	Уровень 3	Преимущественно хвойные или чешуйчатолистные деревья (более 50% полога). Кроны многих деревьев или простираются до основания ствола, или очень разветвленные.
1121	Округлые кроны	Уровень 4	Например, *Pinus*.
1122	Преобладают конические кроны	Уровень 4	Обычен в субальпийских районах.
1123	Узкие цилиндрические кроны	Уровень 4	Например, *Picea* в бореальных районах.
12	Редколесье, представленное преимущественно листопадными породами	Уровень 2	Большинство деревьев (более 50% полога) во время неблагоприятного сезона (засуха или холод) одновременно сбрасывают листья.
121	Засухо-листопадные редколесья	Уровень 3	Неблагоприятный сезон в основном характеризуется засухой, в большинстве случаев зимней засухой. Листья сбрасываются регулярно каждый год. Большинство деревьев имеют относительно толстую, бороздчатую кору.
1211	Широколиственные равнинные и предгорные редколесья	Уровень 4	За исключением суккулентов, ни в одном ярусе нет вечнозеленых растений. Присутствуют деревянистые и травянистые лианы и листопадные бутылочные деревья. В подлеске рассеянно встречается травянистая растительность.
1212	Горные и туманные редколесья	Уровень 4	В подлеске присутствуют некоторые вечнозеленые растения. Присутствуют или встречаются в большом количестве засухоустойчивые эпифиты, часто в форме "бороды" (напр., *Usnea* или *Tillansia usneoides*). Эта формация встречается не часто, но она хорошо развита, например, в северном Перу._____^_

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
122	Холодные листопадные редколесья с вечнозелеными деревьями	Уровень 3	Неблагоприятный сезон в основном характеризуется зимними заморозками. Доминируют широколиственные, листонадные деревья (более 50% нолога), но, как часть основного нолога или в качестве подлеска присутствуют вечнозеленые виды (более 25% нолога). Вьющиеся растения или сосудистые эпифиты редки или отсутствуют.
1221	С вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами	Уровень 4	Богат эпифитами и мхами. Сосудистые эпифиты могут присутствовать в нижней части оснований стволов деревьев. Вьющиеся лианы обычно могут встречаться в паводковой зоне. Типичными примерами этого класса являются леса из *Ilex aquifolium* и *Hedera helix* в восточной Европе и с видами *Magnolia spp.* в Северной Америке.
1222	С вечнозелеными хвойными деревьями	Уровень 4	Например, кленово-тсуговые или дубово-сосновые леса северо-востока США.
123	Холодные листопадные, без вечнозеленых деревьев	Уровень 3	Полностью доминируют листонадные деревья (более 75% нолога). Присутствуют вечнозеленые кустарники (менее 2 метров высотой). Вьющиеся растения представлены в незначительном количестве, но обычно могут встречаться в паводковой зоне; сосудистые эпифиты отсутствуют (за исключением редких случаев их присутствия у оснований деревьев); мхи, печеночники и, особенно, лишайники присутствуют всегда. Холодные листопадные виды абсолютно доминируют (более 75% нолога). Наиболее часты в субарктическом регионе, в остальных местах встречаются только на разных типах болот.
1231	Широколиственные листопадные	Уровень 4	Полностью доминируют широколиственные листопадные виды (более 75% нолога).
1232	Хвойные листопадные	Уровень 4	Полностью доминируют хвойные листопадные виды (более 75% нолога).
1233	Смешанные листонадные	Уровень 4	Как широколиственные виды, так и хвойные листонадные виды составляют более 25% нолога.
13	Экстремально ксероморфное редколесье	Уровень 2	Массивы деревьев и кустарников имеющих адаптацию к засушливым условиям, такие как бутылочные деревья, кустарниконодобные деревья с суккулентными листьями и суккулентным стволом. В подлеске встречаются кустарники приспособленные к засушливым условиям, многолетние суккулентные травы и однолетние и многолетние травянистые растения. Очень часто переходит в редколесье.
131	Экстремально ксероморфное редколесье с доминированием склерофилов	Уровень 3	Растительность, сходная с ксероморфным редколесьем, с преобладанием склерофильных деревьев, многие из которых могут иметь луковицеобразно расширенные основания стволов, значительно укорененные в почве.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
132	Колючекуст арниковое редколесье	Уровень 3	Доминируют виды с колючками (более 50% полога).
1321	Смешанные вечнозеленые листопадные редколесья	Уровень 4	Как листопадные, так и вечнозеленые виды составляют более 25% полога древостоя. См. определение преимущественно вечнозеленого леса, класс 01 и листопадного леса, класс 02.
1322	Чисто листопадные редколесья	Уровень 4	Листопадные виды с колючками абсолютно доминируют (более 75% полога). Смотрите определение листопадного леса, класс 02.
133	Преимущественно суккулентное редколесье	Уровень 3	Суккуленты, имеющие форму дерева (эсарове) или кустистые (састркозе) встречаются очень часто (более 50% полога), но другие деревья и кустарники, адаптированные к сухим условиям тоже обычно присутствуют.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
2	Кустарниковые заросли или чащи	Уровень 1	Кустарники покрывают поверхность не менее чем на 40% и состоят из переплетенных, встречающихся куртинами или группами деревянистых растений высотой от 0,5 до 5 метров Кустарниковые заросли: большинство отдельных кустарников не сомкнутые, очень часто между кустарниками имеется травянистая растительность. Чаща: отдельные кустарники сомкнутые. Кустарниковые заросли (как и леса и редколесья) в дальнейшем подразделяются на вечнозеленые широколиственные, вечнозеленые хвойные, преимущественно листопадные, и др. Кустарниковые заросли: большинство отдельных кустарников не сомкнуты, очень часто между кустарниками растет травянистая растительность.
21	Преимущественно вечнозеленые кустарниковые заросли	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, которые достигают лесного полога, вечнозеленые. Отдельные деревья могут сбрасывать листву.
211	Вечнозеленые широколиственные	Уровень 3	Вечнозеленые широколиственные виды доминируют (более 50% полога).
2111	Низкорослые бамбуковые заросли	Уровень 4	В некоторых случаях бамбук образует заросли. Смотрите класс 2 для определения кустарниковых зарослей и чащ.
2112	Вечнозеленые деревья и кустарники, растущие группами	Уровень 4	Составлен из небольших деревьев и деревянистых кустарников, например, кустарниковые заросли из средиземноморской карликовой пальмы и заросли или чащи из гавайского древовидного папоротника.
2113	Широколиственные гемисклерофильные	Уровень 4	Переплетенные, встречающихся куртинами кустарники и растения с большими мягкими листьями, напр., субальпийские заросли из *Rhododendron* или плотные заросли из *Hibiscus tiliaceus* на Гавайских островах.
2114	Широколиственные склерофильные	Уровень 4	Например, чапарраль или маки.
2115	Полукустарничковые заросли	Уровень 4	Например, вересатник представленный родом *Cistus.*
212	Вечнозеленые хвойные и микрофильные	Уровень 3	Доминантные виды (более 50% полога) имеют или хвою, или мелкие листья.
2121	Вечнозеленые хвойные	Уровень 4	Состоят из стелющихся или имеющих стволы хвойных кустарников, например, *Pinus mughus,* "Krummholz".
2122	Вечнозеленые микрофильные	Уровень 4	Вечнозеленые виды имеют мелкие листья, например, пустынные растения или листья с одной неразветвленной жилкой.
22	Преимущественно листопадные	Уровень 2	Большинство кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно при наступлении неблагоприятного сезона (холод или засуха).

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
221	Засухолистопадные смешанные с вечнозелеными древесными растениями	Уровень 3	Засухолистопадные кустарники доминируют (более 50% полога) и смешаны с вечнозелеными древесными растениями, которых более 25%.
222	Засухолистопадные без вечнозеленых	Уровень 3	Засухолистопадные кустарники полностью доминируют (более 75% полога).
223	Холодные листопадные	Уровень 3	Для неблагоприятного сезона характерны зимние заморозки. Доминируют листопадные кустарники (более 50% полога).
2231	Умеренные листопадные	Уровень 4	Представлены плотными кустарниковыми зарослями без травянистого подлеска или с очень небольшим его количеством.
2232	Субальпийские или приполярные	Уровень 4	Представлены прямостоячими или имеющими стволоподобными кустарниками обладающими большой вегетативно-регенерационной способностью и обычно находящимися под снежным покровом не менее полгода.
23	Экстремально-ксероморфные (полупустынные) кустарниковые	Уровень 2	Очень открытые массивы кустарников с различными адаптациями к засушливым условиям, такими как чрезвычайно утолщенные, плотные листья, уменьшенное количество листьев, зеленые ветви без листьев; суккулентные стебли, некоторые из них с колючками.
231	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 3	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, которые достигают полога, - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.
2311	Вечнозеленые полупустынные	Уровень 4	Состоят из широколиственных, в основном склерофильных кустарников. Представлены, например, зарослями акаций в Австралии, безлистными растениями с зеленым стеблем, например, *Rétama retam*, или суккулентами.
2312	Полулистопадные	Уровень 4	Может состоять из либо факультативно листопадных кустарников ,либо из комбинации вечнозеленых и листопадных кустарников (напр., доминируют вечнозеленые кустарники, листопадные кустарники покрывают более 25%).
232	Листопадные полупустынные кустарниковые	Уровень 3	См. определение класса 02, преимущественно листопадный лес.
2321	Без суккулентов	Уровень 4	Суккуленты покрывают менее 25% почвы.
2322	С суккулентами	Уровень 4	Суккуленты покрывают более 25% почвы.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
3	Заросли из карликовых кустарников	Уровень 1	Кустарники редко превышают 50 см в высоту (иногда их называют верещатниками или вересковидными формациями). Полог кустарников покрывает 40% поверхности. Классы, представленные карликовыми кустарниками, различаются по плотности покрытия. Густые заросли из карликовых кустарников: ветви перекрываются; заросли из карликовых кустарников: индивидуальные растения разрежены или растут в группах; заросли из карликовых кустарников с поверхностью, густо покрытой мхами и лишайниками; заросли из небольших групп карликовых кустарников или индивидуальные растения.
31	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.
311	Вечнозеленые заросли из карликовых кустарников	Уровень 3	Состоят из плотно сомкнутого покрова из карликовых кустарников, доминирующих в ландшафте.
3111	Густые заросли с растениями, растущими группами	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, верещатник.
3112	Заросли из вьющихся и спутанных кустарников	Уровень 4	Ветви кустарников ползут по земле, например, как у верескового растения *Loiseleuria.*
312	Вечнозеленые из стелющихся кустарников	Уровень 3	Открытое или более редкое покрытие из карликовых кустарников. Полог кустарников не сомкнутый. Травянистая растительность покрывает менее 25% поверхности.
3121	Вечнозеленые подушечники	Уровень 4	Кустарники в изолированных группах, формирующих плотные подушки и часто колючие, например, виды *Astragalus* и *Acantholimon* - вересковые, "дикобразовидные" колючеподушечники гор восточного Средиземноморья.
313	Смешанная формация из вечнозеленых и травянистых растений и кустарников	Уровень 3	Полог кустарников не сомкнутый. Вечнозеленые кустарники перемешаны с травянистой растительностью, которая покрывает менее 25% поверхности.
3131	Настоящие вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Например, верещатники из *Nardus* и *Calluna.*
3132	Частично вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Многие растения сбрасывают часть своих побегов в течение сухого сезона, например, *Phyrgana* в Греции.
32	Преимущественно листопадные	Уровень 2	Большая часть кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно в связи с неблагоприятным сезоном (холод или засуха).
321	Факультативно засухо-листопадные	Уровень 3	Карликовые кустарники, сбрасывающие листья только в экстремально сухие годы.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
322	Облигатные засухолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть листьев в сухой сезон.
3221	Засухолистопадные кустистые	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, вереск *Calluna*.
3222	Засухолистопадные	Уровень 4	Ветви кустарников стелются по земле, например, как у верескового растения *Loiseleuria*
3223	Засухолистопадные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колючие, например, виды *Astragalus* и *Acantholimon* - "дикобразовидные" вересковые гор восточного Средиземноморья.
3224	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
323	Холодолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть своих листьв в холодный сезон. Более богат мхами и папоротниками, чем засухолистопадный класс карликовых кустарников (322).
3231	Засухолистопадные дернистые	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
3232	Засухолистопадные стелющиеся, или с растениями, растущими пучками	Уровень 4	Ветви кустарников распростерты по поверхности.
3233	Засухолистопадные подушечные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колючие.
3234	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
33	Экстремально ксероморфные стелющиеся кустарниковые	Уровень 3	Очень открытые массивы карликовых кустарников, суккулентов, травянистых растений, адаптированных к перенесению или избежанию влияния продолжительного засушливого сезона. В основном полупустынные. См. класс 23.
331	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 3	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога, - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
3	Заросли из карликовых кустарников	Уровень 1	Кустарники редко превышают 50 см в высоту (иногда их называют верещатниками или вересковидными формациями). Полог кустарников покрывает 40% поверхности. Классы, представленные карликовыми кустарниками, различаются по плотности покрытия. Густые заросли из карликовых кустарников: ветви перекрываются; заросли из карликовых кустарников: индивидуальные растения разрежены или растут в группах; заросли из карликовых кустарников с поверхностью, густо покрытой мхами и лишайниками; заросли из небольших групп карликовых кустарников или индивидуальные растения.
31	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.
311	Вечнозеленые заросли из карликовых кустарников	Уровень 3	Состоят из плотно сомкнутого покрова из карликовых кустарников, доминирующих в ландшафте.
3111	Густые заросли с ратениями, растущими группами	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, верещатник.
3112	Заросли из вьющихся и спутанных кустарников	Уровень 4	Ветви кустарников ползут по земле, например, как у вересового растения *Loiseleuria.*
312	Вечнозеленые из стелющихся кустарников	Уровень 3	Открытое или более редкое покрытие из карликовых кустарников. Полог кустарников не сомкнутый. Травянистая растительность покрывает менее 25% поверхности.
3121	Вечнозеленые подушечники	Уровень 4	Кустарники в изолированных группах, формирующих плотные подушки и часто колючие, например, виды *Astragalus* и *Acantholimon* - вересковые, "дикобразовидные" колючеподушечники гор восточного Средиземноморья.
313	Смешанная формация из вечнозеленых и травянистых растений и кустарников	Уровень 3	Полог кустарников не сомкнутый. Вечнозеленые кустарники перемешаны с травянистой растительностью, которая покрывает менее 25% поверхности.
3131	Настоящие вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Например, верещатники из *Nardus* и *Calluna.*
3132	Частично вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Многие растения сбрасывают часть своих побегов в течение сухого сезона, например, *Phyrgana* в Греции.
32	Преимущественно листопадные	Уровень 2	Большая часть кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно в связи с неблагоприятным сезоном (холод или засуха).
321	Факультативно засухо-листопадные	Уровень 3	Карликовые кустарники, сбрасывающие листья только в экстремально сухие годы.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
322	Облигатные засухолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть листьев в сухой сезон.
3221	Засухолистопадные кустистые	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, вереск *Calluna*.
3222	Засухолистопадные	Уровень 4	Ветви кустарников стелются по земле, например, как у верескового растения *Loiseleuria*
3223	Засухолистопадные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колючие, например, виды *Astragalus* и *Acantholimon* - "дикобразовидные" вересковые гор восточного Средиземноморья.
3224	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
323	Холодолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть своих листьв в холодный сезон. Более богат мхами и папоротниками, чем засухолистопадный класс карликовых кустарников (322).
3231	Засухолистонадные дернистые	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
3232	Засухолистонадные стелющиеся, или с растениями, растущими пучками	Уровень 4	Ветви кустарников распростерты но поверхности.
3233	Засухолистонадные подушечные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колючие.
3234	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
33	Экстремально ксероморфные стелющиеся кустарниковые	Уровень 3	Очень открытые массивы карликовых кустарников, суккулентов, травянистых растений, адаптированных к перенесению или избежанию влияния продолжительного засушливого сезона. В основном полупустынные. См. класс 23.
331	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 3	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога, - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.

Код MUC	**Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации**	**Уровень класса**	
3311	**Вечнозеленые полупустынные**	**Уровень** 4	**Составлены из широколиственных, в основном склерофильных кустарников, безлистными растениями с зеленым стеблем, или суккулентами.**
3312	**Полулистопадные**	**Уровень** 4	**Может состоять из либо факультативно листопадных кустарников, либо из комбинации вечнозеленых и листопадных кустарников (например, доминируют вечнозеленые кустарники, листопадные кустарники покрывают более** 25%).
332	**Листопадные полупустынные**	**Уровень** 3	**Большинство кустарников (более** 50% полога) **сбрасывают листья одновременно при наступлении неблагоприятного сезона (холод или засуха).**
3321	**Без суккулентов**	**Уровень** 4	**Суккуленты покрывают менее** 25% **почвы.**
3322	**С суккулентами**	**Уровень** 4	**Суккуленты покрывают более** 25% **почвы.**
34	**Тундра**	**Уровень** 2	**Медленно растущие, низкорослые, состоящие преимущественно из карликовых кустарников, злаков, мхов, печеночников и лишайников, находятся за приполярной границей леса. Распределение растений часто соответствует мозаичности почвы, вызванной промерзанием. За исключением бореального региона, формации карликовых кустарников за приполярной границей леса не должны называться тундрой, так как они, как правило, более богаты карликовыми кустарниками и злаками и вырастают выше благодаря большему количеству солнечной радиации в низких широтах.**
	Тундра, преимущественно из бриофитов		**Доминируют дернины или маленькие подушки мхов (более** 50% **растительного покрова). Группировки карликовых кустарников, как правило, рассеяны неравномерно и не очень плотные. Общий аспект более или менее темнозеленого, зеленовато-оливкового или коричневатого цвета.**
3411	**Тундра, представленная карликовыми кустарниками и мхами**	**Уровень** 4	**Карликовые кустарники представлены группами или кластерами.**
3412	**Тундра, представленная стелющимися ветвистыми карликовыми кустарниками и мхами**	**Уровень** 4	**Присутствуют стелющиеся или ветвистые карликовые кустарники.**
342	**Преимущественно лишайниковая тундра**	**Уровень** 3	**Доминируют подушки лишайников (более** 50% **растительного покрова), создавая более или менее ярковыраженный серый аспект. Присутствуют преимущественно вечнозеленые, стелющиеся или подушковидные карликовые кустарники.**

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4	Травянистая растительность	Уровень 1	Доминируют травянистые злаки и злакоподобные растения, такие как осоки *(Сагех),* ситники *(Juncus),* лисохвосты *(Турка)* и растения с широкими листьями, такие как клевер, подсолнечники *(Helianthus),* наперстники и ваточники (Asclepias). Общее покрытие поверхности травянистой растительностью 60%.
41	Растительность представленная высокими злаками (высокотравные злаковники)	Уровень 2	Растительное сообщество состоит из доминантных злаков достигающих 2 метра в высоту при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Могут присутствовать травы, но они составляют менее 50% травянистой растительности.
411	С деревьями, покрывающими 10-40%	Уровень 3	Кустарники могут присутствовать или отсутствовать. Выглядит, как очень открытое редколесье с более или менее сплошным покрытием (более 60%) высоких злаков.
4111	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4112	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород - широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4113	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Аналогичен упомянутому выше классу 4112, но подвержен сезонному подтоплению, например, в северо-восточной Боливии.
412	Высокотравные луга с деревьями, имеющими сомкнутость крон менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями имеющими покрытие менее 10%, с кустарниками или без них.
4120	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4121	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4122	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4123	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4124	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
413	Высокотравные луга с кустарниками	Уровень 3	Покрытие полога кустарников должно превышать 25%.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4131	Кустарники: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4132	Кустарники: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4133	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Участок подвержен сезонному подтоплению.
4134	Тропические и субтропические, деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
414	Высокотравные луга с группами деревьв	Уровень 3	Полог групп деревьв (обычно, пальм) должен покрывать более 25% поверхности.
4141	Тропические луга с пальмами	Уровень 4	Например, пальмовые саванны из *Arocomia total* и *Attalea princeps* севернее Санта-Крус-де-ла-Сьерра в Боливии.
415	Высокотравные луга без древесной синузии	Уровень 3	Луга без деревьев или кустарников.
4151	Тропические луга	Уровень 4	Очень часто имеет место сезонное подтопление, например, в Кампос-де-Варзеа нижнего течения долины Амазонки, в нижнепиротных регионах Африки, папирусовых болотах верхнего течения Нила.
42	Злаковники средней высоты	Уровень 2	Доминантные злаки достигают высоты от 50 см до 2 метров при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Может присутетствовать разнотравье, но оно составляет менее 50% травянистой растительности.
4210	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4211	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4212	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4213	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
422	Высокотравные луга средней высоты с деревьями имеющими покрытие менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями имеющими покрытие менее 10%, с кустарниками или без них.
4220	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4221	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4222	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4223	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4224	Тропические и субтропические, деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
423	Высокотравные луга средней высоты с кустарниками	Уровень 3	Кустарниковый полог должен покрывать поверхность по крайней мере на 25%.
4230	Кустарники: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4231	Кустарники: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4232	Кустарники: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4233	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4234	Тропические и субтропические, деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
4235	Синузия древоподобных листопадных колючекустарников	Уровень 4	Например, тропическая кустарниковая саванна региона Сахель в Африке с *Acacia tortilis, A. Senegal* и другими видами.
424	Открытая синузия, состоящая из групп деревьв	Уровень 3	Полог групп деревьв (обычно, пальм) должен покрывать более 25% поверхности.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4241	Субтроническая открытая пальмовая роща	Уровень 4	Например, *СогпеШев* в Аргентине. Некоторые районы подвержены сезонному подтоплению, например, рощи из пальмы *МаиШа* на колумбийских и венесуэльских льяносах.
425	Высокотравные луга средней высоты без древесной синузии	Уровень 3	Луга со средней высотой травостоя без деревьев или кустарников.
4251	Преимущественно дерновинные злаки	Уровень 4	Многолетние, сильно разветвленные ползучие травы которые скрепляют песок или почву своей корневой системой. Например, трава Святого Августина *^епогаркгит зесипёаЫт)* в высокотравной прерии восточного Канзаса, или песчаные почвы дюн - например, сообщества *Andropogon каИИ* в Санд Хилз в Небраске. В некоторых местах эти луга мокрые или затопленные большую часть года, например, болота с *Турка.* В последнем случае классифицируйте их как мокрые земли. См. класс 6.
4252	Преимущественно плотнодерновинные злаки	Уровень 4	Злаки, которые произрастают преимущественно пучками, формируя, неправильную бугристую поверхность. Например, луга с типчаком *(реяШса по\ае-ге1апйгаё)* в Новой Зеландии.
43	Злаковое низкотравье	Уровень 1	Доминантные злаки достигают высоты менее 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Если травы присутствуют, они составляют менее 50% травянистой растительности.
431	С деревьями, покрывающими 10-40%	Уровень 3	Могут присутствовать или не присутствовать кустарники. Имеет вид очень открытого редколесья с более или менее сплошным покрытием (более 60%) низкорослых злаков.
4310	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4311	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4312	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4313	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
432	Низкотравные злаковники с деревьями имеющими покрытие менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями, имеющими сомкнутость менее 10%, с кустарниками или без них.
4320	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4321	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4322	Деревья: широколиственные, полу-вечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4323	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4324	Тропические и субтропические, деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
433	Невысокие луга с кустарниками	Уровень 3	Покрытие кустарников должно быть более 25%.
4330	Кустарники: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4331	Кустарники:широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4332	Кустарники: широколиственные, полу-вечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4333	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Участок подвержен сезонному подтоплению.
4334	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
4335	Синузия древоподобных листопадных колючекустарников	Уровень 4	Доминантные злаки не выше 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Полог древоподобных листопадных колючекустарников должен покрывать поверхность более, чем на 25%.
434	Низкотравные злаковники с деревьями, растущими группами	Уровень 3	Полог групп деревьев (обычно пальм) должен покрывать поверхность более чем на 25%.
4341	Открытая синузия растений, растущих группами, субтропическая с рощами пальм	Уровень 4	Доминантные злаки не выше 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Полог древовидных листопадных колючекустарников должен покрывать поверхность более чем на 25%.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
435	Преимущественно дерновинные злаки с присутствием древесной синузии	Уровень 3	Злаки, растущие куртинами, с вкраплениями древесной растительности
4351	Тропические альпийские луга, с растениями, растущими группами	Уровень 4	В составе этих лугов часто встречаются *Espeletia, Lobelia, Senetio,* микрофильные карликовые кустарники и подушковидные растения, часто с шерстистыми листьями. Встречается выше границы леса, в нижних широтах. Этот тип растительности носит название парамо. Он и сходные с ним типы растительности встречаются в районах без снега, в альпийских регионах Кении, Колумбии, Венесуэлы, и т. д.
4352	Тропические альпийские луга, очень открытые, без растений растущих группами	Уровень 4	В этих луговых сообществах по ночам часто выпадает снег (он тает к 9 утра), например, супер-парамо (т.е. выше парамо) (Х. Куатрескасас).
4353	Тропические и субтропические альпийские дерновинные луга с открытыми массивами вечнозеленых древесных растений	Уровень 4	Эти луга могут иметь в своем составе листопадные и карликовые кустарники; примером их служит тип растительности пуна, встречающийся южнее Оруро, в Боливии.
4354	Низкотравные луга с карликовыми кустарниками	Уровень 4	На таких лугах могут расти подушковидные растения; примером их служит тип растительности пуна, встречающийся южнее Оруро, в Боливии.
436	Низкотравные луга без древесной синузии	Уровень 3	Низкотравные луга без деревьев и кустарников.
4361	Низкотравные злаковые сообщества	Уровень 4	В таких сообществах можно наблюдать колебания в структуре и флористическом составе которые происходят вследствие больших колебий в выпадении осадков, свойственных семиаридному климату, например, на низкотравных лугах прерий на востоке штата Колорадо *(Boutetoua gracilis* и *Buchloe dactybides).*
4362	Сообщества дерновинных злаков	Уровень 4	Например, сообщества голубого типчака *{Poa cloensoi)* Новой Зеландии и сухая альпийская пуна с *Festuca orthophylla* северного Чили и южной Боливии.
437	Мезофитные сообщества от низкотравных до средневысоких	Уровень 3	Лужайки.
4371	Сообщества дерновинных злаков	Уровень 4	В таких лугах богато представлены травы; эти луга встречаются в нижних широтах в Северной Америке и в Евразии, в местах с холодным, влажным климатом. Многие растения могут оставаться, по крайней мере частично, зелеными в зимний период, даже на высотах и под снегом.
4372	Альпийские и субальпийские лужайки	Уровень 4	Благодаря снеготаянию эти луга большую часть лета обычно влажные, например, на полуострове Олимпия (штат Вашингтон) и в Скалистых горах (штат Колорадо).
44	Разнотравная растительность	Уровень 2	В растительных сообществах доминируют широколистные травянистые растения (все, за исключением злаков), такие как клевер, подсолнечники *(Heliamthus),* папоротники, мыльнянки *(Asclepias).* Травянистые растения составляют более 50% покрытия травяного яруса. Могут присутствовать злаки, но их покрытие составляет менее 50%.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
441	Высокотравные сообщества	Уровень 3	Доминантные травянистые растения при полном развитии достигают высоты более 1 метра.
4411	Папоротниковые заросли	Уровень 4	Иногда встречаются почти чистые заросли папоротников, особенно во влажном климате, например, *Pteri\<&nn aquiSpnn.*
4412	Преимущественно однолетние травы	Уровень 4	Доминантная жизненная форма - однолетние травы (более 50% покрытия), которые произрастают в начале и отмирают в конце каждого вегетативного сезона.
442	Низкотравные сообщества	Уровень 3	Доминантные травянистые растения при полном развитии достигают высоты менее 1 метра
4421	Преимущественно многолетние травянистые сообщества и папоротники	Уровень 4	Какая-то часть растения не отмирает круглый год. Например, луга из *Cortaderia* в Новой Зеландии и алеутские травянистые луга на Аляске.
4422	Преимущественно однолетние травянистые сообщества	Уровень 4	Доминируют однолетние травы, которые прорастают в начале и вымирают к концу каждого вегетативного сезона (более 50% покрытия). Среди них встречается несколько типов однолетних травянистых растений. *Эфемерные травянистые сообщества в тропических и субтропических регионах:* травы растут в условиях очень малого количества осадков, где с осени до весны облака являются основным источником влаги для растительности и почвы, например, в прибрежных горах Перу и северного Чили. Аспект во время сухого сезона - пустынный. *Эфемерные или эпизодические травянистые сообщества аридных регионов:* так называемая "пустыня в цвету". Они состоят в основном из быстрорастущих трав, иногда, сконцентрированных в понижениях, где в аридных регионах может застаиваться вода (например, в формациях кустарниковых или карликовых кустарников в пустыне Сонора).

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
5	Пустые земли	Уровень 1	Земли с растительным покровом менее 40%. Способность пустых земель поддерживать жизнь ограничена, они обычно имеют тонкий слой почвы, песка или породы.
51	Сухие солончаки	Уровень 2	Встречаются на плоских затопляемых низинах, во внутренних речных бассейнах в пустыне. В результате интенсивного испарения воды, в них накапливаются большие концентрации солей.
52	Участки песка	Уровень 2	Накопление песка и гравия, например, пляжи и дюны.
53	Обнажения породы	Уровень 2	Обнажения материнской породы, покров в пустыне, осыпи, склоновые конусы, вулканический материал, щебнистые осыпи и другие скопления породы без растительного покрова.
54	Многолетние снежные поля	Уровень 2	Скопления снега и льда, который не полностью растаял в течение предшествующего лета; встречаются в местах, где средняя дневная температура составляет 32° F (0° C) во время самых теплых летних месяцев.
55	Ледники	Уровень 2	Снег, спрессованный до фирна и, в конечном итоге, под воздействием последовательного наслоения в течение года, до льда. Перемороженная талая вода вносит свой вклад в увеличение толщины массы льда ледников.
56	Другие участки без покрова	Уровень 2	Земля, гравий, россыпь породы, и т.д.
6	Мокрые земли	Уровень 1	Марши, болота, топкие болота, или другие виды мокрых земель, которые периодически или постоянно пропитаны водой в течение всего вегетационного сезона. Это периодическое или постоянное подмокание способствует развитию почв с определенными химическими характеристиками и растительности, адаптированной к влажным условиям. Для отнесения участка по классификации к мокрым землям, он должен быть покрыт растительностью более чем на 40%.
61	Прибрежные	Уровень 2	Мокрые земли по берегам пресноводных рек (пойменные леса).
62	Болотные	Уровень 2	Мокрые земли с доминированием деревьев, кустарников, присутствующих на поверхности (растений), мхов, лишайников и т.д. Такие заболоченные земли встречаются вокруг водоемов размером 1 гектар, в них нет сильного водотока или приливов воды, глубина их менее 2 м и уровень засоления низкий. Поверхность воды в них должна быть включена в площадь мокрых земель.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
63	Эстуарии	Уровень 2	Мокрые земли, встречающиеся близко к устью приливного русла, или в прилегающей по соседству внутриприливной зоне. Эстуарии - это зоны в устьях рек, где приливные воды перекрываются с речными. Глубоководные местообитания приливной зоны и прилежащих приливных мокрых земель обычно частично ограничены сушей, но имеют открытый, частично прерывающийся или периодический доступ к океанской воде (по крайней мере изредка разбавляются пресными водами поверхностного стока).
64	Озерно-болотные угодья	Уровень 2	Мокрые земли, окружающие открытые поверхности воды (например, пруды и озера), размер которых более 1 гектара и глубина более 2 метров.
7	Открытые водоемы	Уровень 1	Озера, пруды, реки и океаны. Поверхность почвы, как минимум размером в один гектар и постоянно находится под водой на глубине более чем 2 метра, или же постоянно погружена под водотоком или же находится в приливной зоне. Вода должна покрывать более 60% поверхности. Если деревья и надземные растения покрывают более 40% поверхности, см. категорию относящуюся к классу мокрых земель (класс 6).
71	Пресноводные	Уровень 2	Озера, пруды и реки с низкой солепостью.
72	Морские	Уровень 2	Открытый океан поверх континентального шельфа или подверженное приливу русло.
8	Окультуренные земли	Уровень 1	Поверхность более чем на 60% покрыта искусственно культивируемыми видами (например, сельскохозяйственными посевами, культивируемыми невысокими злаками, лужайками) и ее обычно легко идентифицировать на снимке по геометрически правильным очертаниям лугов и полей.
81	Сельскохозяйственные	Уровень 2	Земля используется для выращивания посевов, садов, культур, кормовых посевов и в других целях сельскохозяйственного пользования.
811	Пастбища и кормовые угодья	Уровень 3	Например, посевы кукурузы, ржи, пастбища для коров, залежи, окультуренные болота с клюквой, рисовые поля.
812	Сады и культивируемые земли	Уровень 3	Например, яблоневые сады, виноградники, питомники деревьев.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
813	Огороженные кормовые угодья	Уровень 3	Этот тип угодий можно встретить на больших фермах, они используются для выпаса (с разгороженными полями) коров мясных и молочных пород, свиней, птиц.
814	Другие сельскохозяйственные угодья	Уровень 3	Например, коррали и угодья для разведения и тренировки лошадей.
82	Земли несельскохозяйственного пользования	Уровень 2	Земли используемые под парки, игровые площадки, кладбища и площадки для игры в гольф.
821	Парки и площадки для игр	Уровень 3	Например, бейсбольные и футбольные поля, игровые площадки и парки.
822	Площадки для игры в гольф	Уровень 3	
823	Кладбища	Уровень 3	
824	Другие земли несельскохозяйственного пользования	Уровень 3	Любые другие окультуренные несельскохозяйственные площади, которые не попадают под класс 821, 822 или 823 (парки, игровые площадки, кладбища и площадки для игры в гольф).
9	Городские земли	Уровень 1	Земли разработанные для жилищных, коммерческих, индустриальных или транспортных нужд. Городские постройки должны занимать более 40% площади.
91	Жилищные массивы	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют жилищные постройки (например, многоэтажные и односемейные жилые дома, и т.д.).
92	Коммерческая и индустриальная застройка	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют комерческие и индустриальные сооружения (например, предприятия, заводы, склады, и т.д.).
93	Транспортные земли	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют транспортные сооружения (например, дороги, скоростные дороги, железные дороги, взлетно-посадочные полосы аэропортов, и т.д.).
94	Другие земли	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют окультуренные земли, которые не могут быть включены в категории жилищных, коммерческих, индустриальных или транспортных.
Прочее	Бореальная зона		Называется также холодной умеренной зоной, климат с прохладным влажным летом и холодной зимой, продолжающейся более 6 месяцев.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Бриофиты		Нецветковые растения (мхи и печеночники) с характерными для них ризоидами вместо корней.
	Дерновинные растения		Растения, составленные или сгруппированные в густую куртину или скопление побегов, низкий стебель формирует плотный торф или дерновину, произрастают кластерами.
	Полог		Верхний ярус растительности, различимый приборами спутников.
	Процент покрытия (%), в противоположность термину видовой состав		Первый уровень классификации определяется по общему пологу или покрытию поверхности классифицируемой площади. Второй уровень классификации определяется по процентному соотношению видов на уровне доминантов одного типа покрова. Уровни 3 и 4 относятся в большей мере к специфическим комбинациям различных видов и растительных сообществ. Возьмем в качестве примера растительность определенной местности, представленную на 80% травянистой растительностью (в ней 45% представляют травы и 55% злаки, которые выше 2 м высотой), и 20% широколиственными вечнозелеными деревьями. Классификационные коды в этом случае следующие. Уровень 1, код М и С: 4. Травянистая растительность. Очевидно, что она является доминантным типом покрова, так как покрывает более 60% поверхности. Уровень 2, код М и С: 41. Доминантные виды - злаки, которые выше 2 м в высоту (они составляют более 50% доминантного покрова травянистой растительности). Уровень 3, код М и С: 411. Деревья покрывают 20% местности. Уровень 4, код М и С: 4111. Деревья представлены широколиственными вечнозелеными видами.
	Искусственно созданная растительность		Окультуренная растительность дворов, игровых площадок, кладбищ, площадок для игры в гольф и другие места с культивируемой растительностью (класс 8), если искусственно культивируемые виды покрывают более 60%. Если здания, дороги и искусственные сооружения (мосты, и т.д.) покрывают более 40% поверхности, то такая местность классифицируется как городская. Если это облесенная местность с жилыми постройками, и деревья на ней покрывают более 40% поверхности, то такая местность будет рассматриваться как лес или редколесье (см. класс 0 и 1). Если трудно решить, к какому классу покрова отнести данную местность, постарайтесь представить себе, как она будет выглядеть со спутника. Сравните сходные местности со спутниковым изображением окрестностей вашей школы, которое вы получите.
	Холодолистопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья во время холодного сезона.

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Листопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья в конце вегетативного сезона или при неблагоприятных условиях.
	Капельное острие		Вытянутые, суженные кончики листьв тропических деревьев, которые способствуют тому, что вода скатывается с поверхности листа.
	Засухолистопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья во время сухого сезона.
	Факультативные организмы		Организмы, способные жить и выживать в более чем одном типе внешних условий.
	Фирн		Снег, спрессованный до зернистого льда, ледниковый субстрат.
	Разнотравные растения		Широколистные травянистые растения, такое как клевер, подсолнечники, папоротники и молочан.
	Злаковые растения		Злаки и злакоподобные растения.
	Травянистый		Сосудистые растения, укорененные в почве, с ежегодно отмирающими листьями.
	Равнинный лес Предгорный лес Горный лес Субальпийский лес		Может понадобиться консультация местных специалистов для определения конкретного уровня 4 классификации лесного покрова. Растительность будет различаться в зависимости как от широты, так и от долготы.
	Мезофитное растение		Растущий в умеренно влажных условиях, или адаптированный к ним.
	Мезофильное растение		С небольшими листьями (например, пустынные растения), листьями с одной неразветвленной жилкой.
	Облигатный организм		Организм, живущий только в определенных жизненных условиях (наличие этих условий для него жизненно важно).
	Верхний ярус		Самый верхний слой растительного покрова, различимый приборами спутников.

o

Код МИС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Полярный климат		Малое количество осадков, распределенных в течение всего года. Лето короткое, ночная темнота отсутствуют, очень длинная, холодная и темная зима.
	Склерофильные растения		Растительноеть с утолщенной отвердевшей листвой, препятствующей потере воды (склерофилия).
	Субполярная зона		Переходный между холодной умеренной зоной и полярной зоной.
	Субтропическая зона		Расположена от границы тропиков в направлении полюсов, в районах, где воздушные массы опускаются, нагреваясь по мере опускания и теряя влагу. Количество осадков очень низкое, дневные температуры очень высоки ввиду интенсивной солнечной радиации. В зимние месяцы, однако, температура может опускаться по ночам до нуля в результате большей общей потери тепловой энергии за счет испускаемого излучения. Это - зона горячих пустынь.
	Синузия		Слой или ярус сообщества. Структурная единица основного экологического сообщества, характеризующаяся однородным характером жизненных форм или высотой растений, и обычно представляющая собой определенный ярус сообщества.
	Умеренная зона		В умеренной зоне сезонные колебания температуры хорошо выражены и могут быть описаны следующим образом. Теплая умеренная зона где зима не выражена или слабо выражена и выпадает чрезвычайно большое количество влаги, особенно летом. Типичная умеренная зона (например, в центральной Европе или на северо-восточном побережье США), короткими зимами или безморозными зимами и очень прохладным летом (у океана). Аридная умеренная зона с большим контрастом температур между летом и зимой и малым количеством осадков. Бореальная или холодная умеренная зона характеризуется прохладным, влажным летом и холодной зимой, продолжающейся более 6 месяцев.
	Тропическая зона		Занимает пространство в 40 градусов широты, находясь к северу и югу от экватора. Наблюдается заметная вариация средней дневной температуры. Максимальное количество осадков выпадает летом, а сухой сезон наступает в холодные месяцы. Продолжительность прохладного сезона увеличивается по мере удаления от экватора, в то время как уменьшается количество годовых осадков.
	Подлесок		Ярус растительности, находящийся под древесным пологом и состоящий из более мелких деревьев и кустарников.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Влаголюбивые растения		**Растительность местообитаний, способная выдерживать или выживать в условиях большого количества осадков.**
	Ксероморфный		**Климатические условия, благоприятные для развития растительности, которая выживает или переносит местообитания с небольшим количеством доступной влаги и приспособлена к ним.**
	Ксерофит		**Растение, которое приспособлено к сухим условиях или выживает в них.**

Справочная литература:

J. R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Winner. [Дж. Р. Андерсон, И. И. Харди, Дж. Т. Роач и Р. И. Уилмер] *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* [Землепользование и система классификации наземного покрова для использования с данными дистанционных наблюдений]. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976.

L. M. Cowardin, V. Carter, F. G. Golet, and E. T. LaRoe. [Л. М. Коуардин, В. Картер, Ф. К. Голет и И. Т. ЛаРоу?. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States* [Классификация мокрых земель и водных угодий Соединенный Штатов]. U.S. Fish aid Wildl. Serv. FWS/OBS-79/31, 1979.

International Classification and Mapping of Vegetation [Международная классификация и картирование растительности] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: Unesco, 1976.

J. E. Dobson et al. [Дж. Э. Добсон и др.]. *NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation.* [C-CAP: программа по анализу изменений берегов НАОА - региональное руководство]. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

Глоссарий

Атмосфера

Газовый компонент системы Земли. Масса воздуха, окружающего Землю.

Биогеохимический

Относящийся к химическим взаимодействиям между живыми ("био") и неживыми ("гео") компонентами системы Земли (например, в биогеохимических круговоротах углерода, азота и др.).

Биологические измерения

Процесс проведения измерений биологических характеристик (растительности).

Биом

Наиболее общий тип экологического сообщества (например, луга или пустыни).

Биомасса

Сухой вес растительности на определенной площади поверхности, часто дается в граммах (сухого веса) на квадратный метр.

Биометрия

Статистическое исследование биологических данных.

Биосфера

Живой компонент системы Земли, наряду с газообразным (атмосфера), жидким (гидросфера) и твердым (геосфера) неживыми компонентами.

Вид

Группа фундаментально сходных растений или животных.

Геосфера

Твердый компонент системы Земли, (например, камни, почва, и т.д.).

Гидросфера

Жидкий компонент системы Земли (например, океаны, озера, реки и т.д.).

Градиент

Скорость изменений измеряемого количества с течением времени.

Данные для подтверждения (эталонные)

Данные, необходимые для оценки правильности карты наземного покрова, составленной вручную или при помощи компьютера.

Денситометр

Устройство для определения процента сомкнутости крон в лесных местообитаниях.

Дихотомический

Разветвляющаяся схема принятия решений (ключ), каждый шаг которой представляет собой выбор между двумя вариантами примерно эквивалентного уровня, но противо¬положными по смыслу; в итоге приводит к единственному верному результату.

Зимующие органы

Части растений, выживающие в течение более чем одного сезона (клубни, корневища).

Классификация

Сортировка набора объектов в четко определенные подгруппы согласно специфическим критериям.

Клинометр

Инструмент для измерения угла превышения с целью определения высоты.

Критерии

Правила принятия решений, используемые для определения того,

в какую группу поместить объект при классификации.

Матрица различий и ошибок

Графический метод сравнения двух наборов данных для их подтверждения.

Многовременной

Рассматриваемый из более чем одной точки на шкале времени.

НАОА (ШАА)

Национальная администрация по океани и атмосфере.

Первичная продуктивность

Скорость образования органического материала в данной местности в процессе фотосинтеза. Часто выражается в граммах (сухого веса) углерода на $м^2$ в год.

Пертурбации

Нарушения нормального функциониро¬вания системы.

Род (множ.. ч: роды)

Категория, включающая в себя виды живых организмов, имеющие больше общих характеристик между собой, чем с видами других родов. Таким образом, роды представляют собой наборы близкородственных видов.

Сомкнутость крон

Количество листвы деревьев над единицей площади поверхности. От степени сомкнутости крон зависит, какое количество солнечной радиации доходит до поверхности почвы.

Старение

Фаза роста растений от полной зрелости до гибели, характеризующа¬яся сокращением сухого веса.

ТК

Прибор тематического картирования (Thematic Mapper). Находится на борту спутников Landsat 4 и Landsat 5 и предназначен для изучения поверхности Земли в 7 полосах пропускания от видимого до теплового инфракрасного излучения, с разрешением пикселов 30 м для 6 полос, и 120 м для тепловой инфракрасной полосы.

Травянистый покров

Количество приземной травянистой растительности, покрывающей почву на данной площади. В рамках программы GLOBE сюда включается весь покров, не достигающий по высоте колен наблюдателя. Выражается в процентах, например: 30% травянистого покрова означает, что при рассмотрении поверхности сверху 30% ее занято приземной растительностью.

Фенология

Исследование изменений в природной среде с течением времени.

Физиологический

Характерный (или необходимый) для нормального функционирования организма.

Фотоинтерпретация

Создание карты наземного покрова или определение его специфических черт путем визуального изучения аэрофото¬снимка или спутникового изображения.

Фотосинтетический потенциал

Максимальное количество биомассы, которое может образоваться на данной площади.

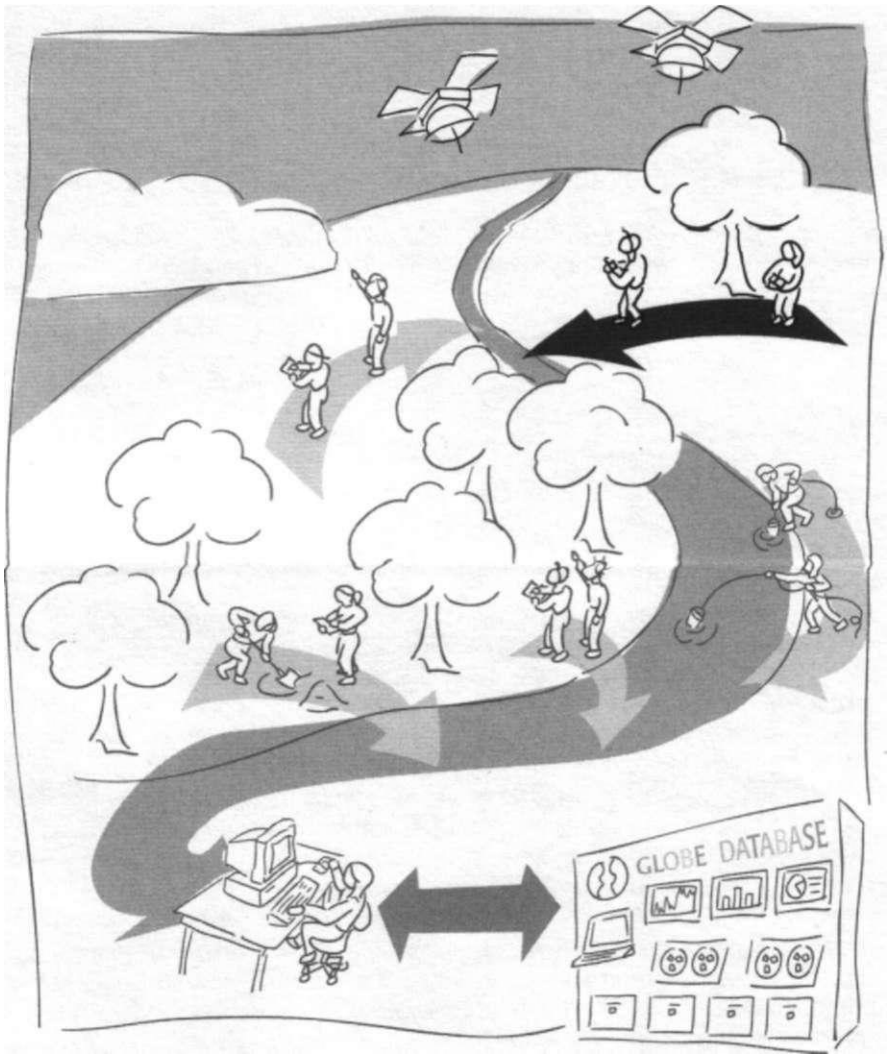
Эвапотранспирация

Возврат воды в атмосферу путем испарения (за счет солнечной энергии) и транспирации (за счет жизнедеятель¬ности растений).

AVHRR

Усовершенствованный радиометр сверхвысокого разрешения (Advan-ced Very High Resolution Radiometer). Прибор, находящийся на спутниках НАОА, имеющих полярную орбиту; позволяет производить наблюдения поверхности Земли диапазоне от видимого до теплового инфро-красного спектра, с размером пиксела 1,1 км.

Исследования с помощью GPS



Программа СЬОВЕ[1Л1]

Учебное исследование

ОР8 - 1997 г.

Исследования с помощью GPS: краткий обзор

Практические работы

Одноразовые измерения:

Время регистрации первоначальной записи и средние значения широты, долготы и высоты над уровнем моря участков атмосферных исследований, гидрологических исследований, изучения земного покрова, биологических исследований, определения характеристик почвы и измерения влажности почвы, а также школы, находящейся в центре вашего участка исследований по программе GLOBE.

Предлагаемая последовательность проведения работ и занятий

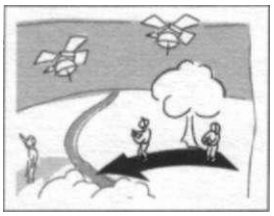
Зарезервируйте один из приемников системы глобального позиционирования (GPS), предоставляемых в рамках программы GLOBE, как можно раньше. Более подробную информацию см. в разделе ***«Практические работы»,*** под заголовком ***«Как выполняются исследования с помощью GPS».***

Прочтите раздел ***«Исследования с помощью GPS: приветствие».***

Скопируйте письмо ученого и интервью с ученым и раздайте копии письма и интервью учащимся.

Прочтите описания ***практических работ:*** точное определение того, что и как следует измерять.

Перед получением приемника GPS определите расположение каждого из участков исследований, используемых в рамках программы GLOBE, пользуясь изображениями, полученными с помощью спутника Landsat, других материалов (карт, атласов и т. п.) и полевых наблюдений.



После получения приемника GPS поручите учащимся провести рядом со школой несколько испытательных измерений с помощью GPS, описания которых приведены в разделе «Практические работы». Когда вы и школьники научитесь пользоваться приемником, выполните измерения на каждом из участков исследований, следуя инструкциям, приведенным в разделе «Практические работы». Загрузите результаты в базу данных программы GLOBE сразу же после выполнения измерений и расчетов.

Если на одном или нескольких участках приему спутникового сигнала препятствуют кроны деревьев, определите координаты таких участков, следуя инструкциям, приведенным в разделе ***«Измерения с помощью GPS со смещением координат».*** За исключением практических работ, это единственное занятие, в ходе которого требуется использовать приемник GPS.

Если учащиеся столкнутся с трудностями при выполнении измерений, или если они заинтересуются дальнейшими возможностями использования глобальных систем позиционирования, проведите одно или несколько дополнительных учебных занятий ***(«Абсолютное и относительное направления», «Работа с углами»*** и ***«В чем заключается правильный ответ?»).***

Возвратите приемник GPS в организацию программы GLOBE в кратчайшие возможные сроки. Инструкции см. в разделе ***«Практические работы»*** под заголовком ***«Как выполняются исследования с помощью GPS».*** Желаем вам удачи в проведении интересных и полезных занятий!

Особое примечание

Приемники GPS предоставляются на время и возвращаются в организацию программы GLOBE; приемник GPS можно также приобрести у местного поставщика.

Содержание

Исследования с помощью GPS: приветствие

Письмо ученого учащимся Приветствие-4

Познакомьтесь: д-р Уит Смит Приветствие-5

Введение

Крупным планом Введение-1

Подготовка к полевым работам Введение-2

Обзор учебных занятий Введение-3

Оценка успехов учащихся Введение-3

Практические работы

Как проводятся исследования с помощью GPS ..... практические работы-2

Основные измерения с помощью GPS ..... Практические работы-4

Использования GPS СО смещением координат ..... Практические работы-8

Учебные занятия

В чем состоит правильный ответ? ..... Учебные занятия-2

Относительное и абсолютное направления ..... Учебные занятия-11

Работа С углами ..... Учебные занятия-21

Астронавигация ..... Учебные занятия-27

Приложение

Исследования с помощью GPS: рабочий лист ввода данных приложение-2

Измерения с помощью GPS со смещением координат:

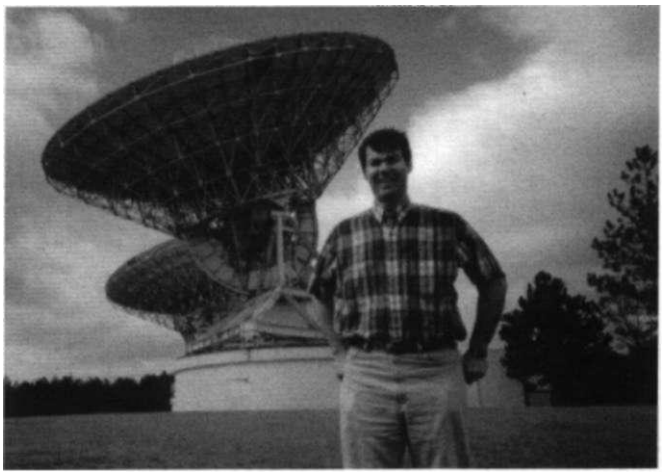
рабочий лист ввода данных Приложение-3

Глоссарий Приложение-4

Лист ввода данных программы GLOBE в сети Web Приложение-7

Письмо ученого учащимся

Скопируйте и раздайте учащимся



Дорогие учащиеся!

В наше время доступные ресурсы планеты уже почти исчерпаны, и нам следует внимательно и заботливо относиться к окружающей среде, доставшейся нам от Бога. Программа GLOBE предоставляет вам возможность участвовать в увеличении объема знаний об окружающем нас мире.

Проявлять интерес к изучению окружающей среды приятно, но мы можем сочетать приятное с полезным. Производя научные измерения, мы можем присваивать различным факторам количественные значения, что позволяет нам объективно сравнивать эти факторы. В результате мы можем принимать обоснованные решения, то есть основанные на фактической информации решения относительно того, что и как следует делать дальше.

Я — один из ученых, выполняющих программу GLOBE и помогающих учащимся применять методы спутниковой навигации с помощью глобальной системы позиционирования (GPS). Вы будете пользоваться портативным устройством, принимающим синхронизирующие сигналы космических спутников, находящихся на расстоянии 20 200 километров, определяя широту и долготу с точностью, достаточной для обнаружения вашей школы или вашего дома на спутниковой фотографии. Загружая координатные данные в базу данных, вы поможете ученым и другим учащимся, участвующим в программе GLOBE, определять географическое расположение пунктов, в которых производятся все измерения в рамках программы GLOBE.

Производя измерения и загружая данные в рамках программы GLOBE, пожалуйста, старайтесь обеспечивать последовательность и точность данных. Если кто-нибудь скажет вам, что он не заинтересован в науке или в качестве данных, спросите его об этом снова, когда кто-нибудь из близких им людей заболеет и выздоровеет благодаря приему антибиотика, или даже после того, как они следующий раз спустят воду в туалете. У вас появилась возможность применить свои навыки в областях естественных наук, математики и географии с тем, чтобы внести свой вклад в улучшение понимания механизмов и систем нашего мира.

В рамках нашей программы работает много людей, но все они полагаются на вас, потому что вы — специалисты в том, что относится к среде, окружающей ваш дом. Я надеюсь сотрудничать с вами и увидеть плоды вашего труда.

Д-р Уит Смит
Старший инженер-исследователь
Электротехнический факультет
Технологический институт штата Джорджия
Атланта, штат Джорджия 30332
США

Познакомьтесь: д-р Уит Смит

Скопируйте и раздайте учащимся

Д-р Смит — инженер-исследователь Технологического института штата Джорджия в г. Атланта, штат Джорджия, США.

GLOBE. ***Какие данные вам необходимы и для чего они вам нужны?***

Д-р Смит. Данные о широте, долготе и высоте над уровнем моря необходимы мне для того, чтобы определять расположение пунктов на изображениях, полученных с помощью спутников. Другим ученым требуется знать, где именно на этих изображениях находятся пункты, в которых производились измерения; это позволит им сравнивать результаты одних измерений с другими, полученным в других пунктах.

GLOBE. ***Почему бы просто не пользоваться картами?***

Д-р Смит. Мы хотим определить располо¬жение пункта на изображениях, сделанных спутниковой аппара¬турой. Каждый элемент изобра¬жения, полученного спутником ЬапсЬai, соответствует квадрат-ному участку поверхности Земли со стороной 30 метров. Пользуясь топографической картой, трудно определить местоположение с точностью до 30 метров.

GLOBE. ***Заменит ли когда-нибудь система глобального позиционирования переносной компас?***

Д-р Смит. Нет, система ОРБ не указывает направление. Она сообщает, где вы находитесь. Компас позволяет определять направление, но не позволяет узнать, где вы находи¬тесь. Поэтому требуются и система ОРБ, и компас.

GLOBE. ***Пользовались ли учащиеся технологией GPSраньше?***

Д-р Смит. Да, многие учащиеся, например, бойскауты и участники походов, пользовались средствами GPS в других условиях. Этими приборами мог пользоваться каждый, кто прокладывал курс судна или самолета.

GLOBE. ***Расскажите нам о себе. Где вы выросли?***

Д-р Смит. Я родился в небольшом городке Голдсборо в восточной части Северной Каролины; там же я закончил начальную и среднюю школу.

GLOBE. ***Есть ли у вас семья, дети?***

Д-р Смит. Нет, у меня нет даже домашних животных. Но у меня много студентов.

GLOBE. ***Когда вы заинтересовались наукой?***

Д-р Смит. Я всегда интересовался наукой и техникой, скорее всего потому, что наука — это поиск истины. Я всегда интересовался электрическими устройствами и механизмами разного рода. Когда я поступил на электротехнический факультет, меня больше всего интересовали радио и другие средства связи.

GLOBE. ***В каких областях вы хотели бы пополнить свои научные знания?***

Д-р Смит. Я хотел бы лучше разобраться в электромагнетизме — в том, как взаимодействуют электрические и магнитные поля — а также в теории вероятности. Эти дисциплины всегда были самыми трудными для меня. Даже те студенты, которые получают высокие отметки по этим предметам, иногда не понимают их по-настоящему.

GLOBE. ***Что именно вы хотели бы узнать об электричестве?***

Д-р Смит. Я хотел бы глубоко понимать принципы функционирования электричества. Мы знаем, что электричество работает, но мы не знаем на самом деле, как оно работает.

GLOBE. ***Можно ли это узнать до конца?***

Д-р Смит. Я сомневаюсь в этом. Существует бесчисленное, бесконечное количество вещей, которые мы не понимаем, и если нам удается понять хотя бы небольшую их часть, это уже достижение.

GLOBE. ***Вы — инженер-исследователь. Как ваша работа связана с наукой?***

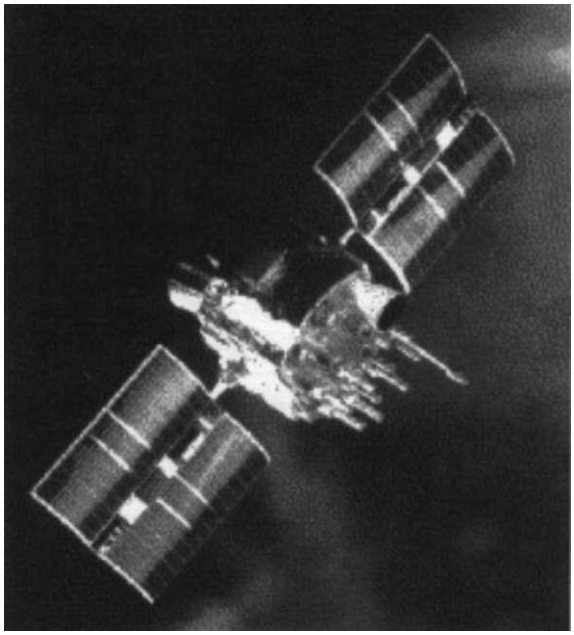
Д-р Смит. Сила равна произведению массы и ускорения. Этот закон работает, но прошло очень много времени до тех пор, когда об этом догадался человек. Инженеры применяют такие законы и получают практические результаты. Научный процесс — а инженеры тоже в нем участвуют — заключается в выдвижении гипотезы относительно того или иного явления и в проверке соответствия этой гипотезы действительности. Подтвердив истинность гипотезы, можно пользоваться выявленной законо¬мерностью. Инженеры пользуются такими закономерностями, проектируя полезные вещи.

GLOBE. ***Таким образом, вы применяете полученные знания, создавая новые технические средства?***

Д-р Смит. Я веду поиск новых знаний и применяю их. Когда я ищу новые знания, я выступаю в роли ученого. Когда я применяю их, я выступаю в роли инженера.

GLOBE. ***Существует ли какая-нибудь особенно трудная задача, постоянно занимающая ваши мысли?***

Д-р Смит. Три года назад мне поручили две гигантских спутниковых антенны высотой в десять этажей и



диаметром около тридцати метров. Они крупнее большинства зданий; эти антенны принадлежали компании «Эй-Ти-энд-Ти».

GLOBE. ***Вам поручили эти антенны?***

Д-р Смит. Да, они стоят на кукурузном поле примерно в 100 километрах к югу от Атланты. Их купил Технологический институт штата Джорджия. Мне сказали: «Сделайте с ними что-нибудь». Я спросил: «Что?» Мне говорят: «Что-нибудь». Я спрашиваю: «Что именно?» Мне повторяют: «Что-нибудь!» И я сказал: «Ладно». Набрал группу студентов-добровольцев, и мы попробовали подсоединить к этим антеннам кое-какое радиооборудование, чтобы прослушивать звездный шум или переговариваться со спутниками. Через пару лет, летом 1994 года, мы смогли повернуть эти антенны в направлении Юпитера, когда в него врезалась комета Шумейкера-Леви. Мы измеряли интенсивность шумовых радиосигналов Юпитера, пытаясь связать ее со столкновением кометы с Юпитером. Таким образом, с помощью студентов мне удалось сделать из списанных

антенн радиоастрономическую станцию и станцию спутниковой связи. Это была трудная задача.

GLOBE. ***Каково ваше обычное дневное расписание?***

Д-р Смит. Мои дни проходят по-разному. По субботам я отправляюсь со студентами на участок, где установлены антенны. Один из студентов, например, устанавливает двигатель, поворачивающий антенну, а другой работает над сопряжением этого двигателя с компьютером.

GLOBE. ***Когда вы говорите о двигателе...***

Д-р Смит. Я имею в виду электродвигатель размером с мусорную корзину, который, после включения низкой передачи, может повернуть десятиэтажное здание. Мы работаем с гигантскими спутниковыми антеннами. Я могу поворачивать их вверх и вниз, направо и налево. Это по субботам. В течение недели я преподаю и встречаюсь со студен¬тами, обсуждая интересующие их вопросы. Я провожу много совещаний в рамках программы GLOBE и других программ. Время уходит также на разработку компьютерных программ, подготовку отчетов и выполнение анализов.

GLOBE. ***У вас есть своя лаборатория?***

Д-р Смит. Моя лаборатория — участок с антеннами. На территории института расположены лаборатории, в которых мы проектируем, собираем и испытываем оборудование, которое затем устанавливается на участке спутниковых антенн, но наша настоящая лаборатория — этот участок с антеннами.

GLOBE. ***Кого вы считали своими героями в детстве?***

Д-р Смит. Астронавтов.

GLOBE. ***Есть ли у вас свои герои сегодня?***

Д-р Смит. Наверное, библейские персонажи, продемонстрировавшие силу веры.

GLOBE. ***Вера имеет большое значение в вашей работе?***

Д-р Смит. Да. Вера важна во всем, что делают люди. Для того, чтобы ступить на пол, надеясь, что он вас поддержит, требуется, в какой-то степени, вера.

GLOBE. ***Какое удовлетворение дают научные исследования?***

Д-р Смит. Приятно было бы сделать какое-нибудь новое открытие, но я занимаюсь проектированием и сборкой аппаратуры, которая поможет другим открывать новые явления. Дает ли какое-нибудь удовлетворение сбор данных в рамках программы GLOBE? С моей точки зрения, самое приятное — видеть умные, улыбающиеся лица школьников.

GLOBE. ***Какую пользу участие в программе GLOBE приносит учащимся?***

Д-р Смит. Они осознают, что вносят какой-то вклад в изучение механизмов природы, устанавливают непосредственную связь с наукой и техникой и как-то влияют на них. Я думаю, что в представлении большинства учащихся наука и техника — таинственный черный ящик, который они не понимают. Да, тайны существуют, но нам дарована способность думать о том, что происходит вокруг нас, наблюдать и определять характе¬ристики явлений.

GLOBE. ***По вашему мнению, потребуется ли учащимся понимание основных научно-технических принципов в XXI веке?***

Д-р Смит. Да. Есть люди, которых пугают наука и техника, и есть люди, готовые принять их. Тот, кто не желает разбираться в науке и технике, может стать гражданином второго сорта. У

людей, которые выражают свою позицию словами «Я не знаю, как запрограммировать видеомагнитофон, и горжусь этим», будет гораздо меньше возможностей, чем у других. Это уже происходит на наших глазах. Сравните положение людей, согласных учиться применению компьютерной техники, и тех, кто не желают этому учиться.

GLOBE. ***Что бы вы могли сказать учащемуся, который хочет работать вашей области?***

Д-р Смит. Наука и инженерное проектиро¬вание — области, которые требуют значительных затрат времени и сил. Но тот, кто освоит научную или инженерную профессию и испытает радость открытия, будет удовлетворен своей работой.

GLOBE. ***Можете ли вы дать какой-нибудь совет учащимся, интересующимся научными исследованиями?***

Д-р Смит. Им следует найти взрослых людей, желающих направлять их и помогать им — говорить с ними, обсуждать с ними разные вещи, пытаться построить что-нибудь.

GLOBE. ***Были ли у вас такие руководи-тели, когда вы учились?***

Д-р Смит. Один старый инженер чрезвычайно мне помог. Я жалею, что не стал радиолюби¬телем еще раньше, потому что тогда Мне удалось бы встретиться со многими людьми, хорошо разбиравшимися в науке и технике.

GLOBE. ***Значит, когда вы учились, у вас уже было влечение к тому, чем вы занимаетесь теперь?***

Д-р Смит. Каждое поколение интересуется различными вопросами. Во время Второй мировой войны активно обсуждалась угроза со стороны тоталитарного общества. Потом стали бояться атомной войны. В 60-е годы в США молодые люди оспаривали авторитет властей и восставали против них. В следующем десятилетии людей начали беспокоить вопросы охраны окружающей среды. Человек, которого беспокоят вопросы охраны окружающей среды, сможет повлиять на их решение, если изучит, с научной точки зрения, последствия проблем, связанных с окружа¬ющей средой. Научное и инженер¬ное образование дает возможность научиться количественному измерению различных факторов и явлений, позволяющему получать объек¬тивное представление о происходящем. Например, вы можете быть сторонником использования солнечной энергии, но при этом не разбираться в том, что вы говори¬те. Но если вы инженер или ученый и вам известно, что каждый квадратный метр поверхности Земли поглощает один киловатт солнечной энергии, и знаете, сколько стоит один квадратный метр солнечной батареи, знаете, что коэффициент полезного действия солнечной батареи составит 10 процентов и что вам удастся получить 100 Ватт электроэнергии с каждого квадратного метра, вы сможете сказать, какое количество электроэнергии можно выработать с помощью солнечного света. Вы сможете присвоить факторам цифровые, количественные значения, рассчитать, сколько будет стоить необходимое оборудование, и сделать обоснованное заявление относительно механизма, оказывающего влияние на весь мир и его биосферу.

GLOBE. ***Каковы сегодня самые передовые направления в вашей области?***

Д-р Смит. Два важнейших направления — проектирование электрооборудо¬вания и создание средств персо¬нальной связи, таких, как карманные вызывающие устройства, сотовые телефоны и

оптические устройства, основанные на волоконно-оптической связи — например, компьютеры, в которых вычислительные операции производятся с помощью световых сигналов. По оптическому стеклянному волокну тоньше волоса можно передавать невероятное количество данных.

GLOBE. ***Существуют ли пределы научных исследований?***

Д-р Смит. Множество людей рассматривают научные исследования как попытку раскрыть тайны, известные одному Богу. Ученые никогда не будут знать все, и в том, что нас всегда будут окружать тайны, нет ничего плохого. Существует бесконечное количество возможностей сделать новое на основе того малого, что нам известно. Я считаю, что мы — хранители этого мира, и для нас вполне разумно и целесообразно пытаться понять окружающий мир и заботиться о нем. И в этом нам могут помочь ученики школ. Их данные помогут нам понять, как работает наш мир, и мы сможем принимать разумные решения.

Введение

Крупным планом

Краткий обзор

Приемник системы глобального позициони¬рования (GPS) — портативное устройство, непосредственно принимающее данные, переданные находящимися на орбите спутниками. Приемник GPS позволит учащимся определять их местоположение в любой точке на поверхности Земли, выраженное в значениях широты и долготы, с точностью до 100 метров. Усреднив результаты нескольких измерений, как правило, можно определить местоположение с точностью до 30 метров, которая соответствует разрешающей способности (т. е. одному элементу изображения) аппаратуры спутника Landsat. Таким образом, учащиеся могут опреде¬лять координаты используемых ими в рамках программы GLOBE участков исследований площадью 30 x 30 метров с точностью, достаточной для идентификации соответству¬ющих элементов изображений, полученных с помощью спутника Landsat.

Да, учащиеся могут пользоваться спутниковыми данными. Несмотря на то, что система GPS первоначально была разработана в военных целях, теперь она находит в основном гражданское применение. Мы хотим, чтобы учащиеся-участники программы GLOBE научились определять широту и долготу своей школы и своих участков исследований. Эти данные, которые будут использоваться учеными и школьниками всего мира, позволят локализовать пункты, в которых учащиеся измеряют характеристики биосферы. Если у вас нет доступа к приемник/у GPS, организация программы GLOBE поможет вам арендовать такой приемник. Если ваша школа, участвующая в программе GLOBE, находится в США, вы можете арендовать приемник GPS, непосредственно обратившись к представителям организации GLOBE. Если ваша школа, участвующая в программе GLOBE, находится за пределами США, арендовать приемник GPS можно с помощью координатора, ответственного за выполнение программы в вашей стране. См. более подробную информацию в разделе II главы «Исследования с помощью GPS».

Спутники

Существуют самые различные космические аппараты. Беспилотные научные космические аппараты, такие, как «Магеллан», «Викинг» и «Галилео», были направлены к Венере, Марсу и Юпитеру и производили измерения физических характеристик, передавая полученные данные на Землю. В 80-х гг. аппараты «Вояджер 1» и «Вояджер 2», закончив наблюдения внешних планет Солнечной системы, вылетели за пределы нашей системы. В 1996 г. космический аппарат «Галилео» направил исследовательский зонд в атмосферу Юпитера. Спускаясь через атмосферу Юпитера, выдерживая огромное давление и температурные перепады, этот зонд передавал по радио данные, зарегистрированные его датчиками; эти данные принимались аппаратом «Галилео» и транслировались на Землю.

На борту пилотируемых космических аппаратов, таких, как космические корабли «Аполло», космические челноки и космическая станция «Мир», находятся люди. В отличие от беспилотных аппаратов, внутри пилотируемых космических аппаратов создается необходимая для дыхания атмосфера, используются средства температурного контроля (терморегулиро-вания), имеются запасы еды и другие вещества и оборудование, необходимые для поддержания человеческой жизни. В связи с этим, а также в связи с необходимостью обеспечения безопасности, пилотируемые космические аппараты обходятся гораздо дороже и устроены гораздо сложнее, чем беспилотные аппараты. Тем не менее, пребывание людей в космосе позволяет им не только накапливать ценный опыт и делиться интересными наблюдениями, но и решать непредусмотренные проблемы со свойственной человеку изобретательностью.

Космический аппарат, движущийся по орбите вокруг более крупного небесного тела, называют спутником. Когда космический аппарат «Галилео» достиг Юпитера и замедлился, чтобы выйти на орбиту вокруг этой планеты, он стал спутником Юпитера. Когда мы выводим аппарат на орбиту вокруг Земли, он становится искусственным спутником Земли, тогда как, например, Луна является естественным спутником Земли. Искусственные спутники Земли выполняют различные функции, в том числе обеспечивают дальнюю телефонную связь, передают телевизионные сигналы и данные, ведут метеорологические наблюдения и выявляют природные ресурсы, ведут наблюдения военного назначения, а также выполняют основные научные измерения.

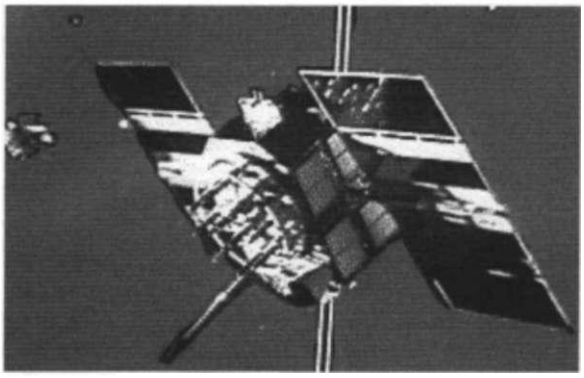


Рис. GPS-I-1.
Спутник системы глобального позиционирования (GPS)

Луна находится на расстоянии 384 500 км от Земли, и совершает один полный оборот вокруг Земли в течение примерно одного месяца. В связи с ограниченным количеством топлива, а также для того, чтобы вести наблюдения на небольшом расстоянии, космические челноки «Шаттл» и некоторые из ведущих наблюдения спутников находятся на высоте только нескольких сот километров над Землей. Такие спутники, выведенные на «околоземную» орбиту, совершают один оборот вокруг Земли как минимум за 90 минут. Спутники связи выводятся на высоту 35 792 км над Землей. Спутник, находящийся на такой высоте, совершает один полный оборот вокруг Земли ровно за одни сутки. Такая особая орбита называется «геосинхронной» или «геостационарной». С точки зрения земного наблюдателя, спутник, выведенный на геостационарную орбиту, постоянно находится в одном и том же месте не небе. Поэтому антенну, направленную на геостационарный спутник, не нужно перемещать. С другой стороны, космический челнок «Шаттл» может пересекать все видимое небо, от горизонта до горизонта, за считанные минуты, а Луна перемещается по небесному своду в течение месяца.

Спутники системы GPS

Глобальная система позиционирования состоит из нескольких спутников, соответствующих наземных станций управления и пользователей с приемниками ОРБ (см. рис. ОРБ-1-1). Эти спутники — беспилотные космические аппараты. Их выводят на орбиту с помощью ракет-носителей одноразового использования. В настоящее время на орбиту выведено 24 спутника ОРБ, находящихся на высоте 20 200 км над поверхностью Земли. Спутник, находящийся на такой высоте, совершает полный оборот вокруг Земли примерно за 12 часов. Спутники рассредоточены на орбите таким образом, что в каждый данный момент наблюдатель, находящийся на поверхности Земли, может связаться напрямую не менее чем с четырьмя спутниками.

На каждом из спутников GPS, электропитание которых обеспечивается солнечными батареями, установлен управляющий компьютер; спутники связываются с наземными приемниками по радио. На всех спутниках установлены также атомные часы, настолько точные, что они могут разойтись на однгу секунду только через 150 тысяч лет. Эти часы генерируют синхронизирующие сигналы (сигналы времени), которые передаются всеми спутниками GPS. Программное обеспечение микропроцессора, установленного в приемнике GPS, регистрирует синхронизирующие сигналы как минимум четырех спутников, определяя на их основе широту, долготу и высоту над уровнем моря. Приемник GPS может находиться на суше, на море, в воздухе или в космосе.

О все возрастающей популярности и полезности системы глобального позиционирования свидетельствует статья, заголовок которой вынесен на обложку журнала «Сайентифик американ» (т. 274, вып. 2, стр. 44-50).

Подготовка к полевым работам

Приемники GPS являются, пожалуй, самым сложным оборудованием, используемым учащимися-участниками программы GLOBE. Некоторые из занятий, описания которых приведены в этой главе, проводятся с применением приемника GPS, который учителя и их школы могут арендовать на неделю в организации программы GLOBE. Перед тем, как пользоваться этим прибором, рекомендуется хорошо усвоить научные (в том числе математические) принципы, и приобрести навыки выполнения научных процедур.

Исследования с помощью GPS способствуют сопряжению научных исследований, которые ведутся в рамках программы GLOBE, с другими дисциплинами, такими, как социальные исследования (в различных областях, от истории географических и космических исследований до изучения динамических различий и сходства культур и народов), математика и художественное творчество, в котором особое значение имеют навыки наблюдения и регистрации явлений.

Обзор учебных занятий

Научные концепции

Принципиальные вопросы, определяющие характер исследований с помощью ОРБ, относятся к фундаментальным вопросам, интересующим человека:

1. «Где я?» и
2. «Каким образом мне это известно?»

Систематический подход к выяснению ответов на эти вопросы предполагает обсуждение следующих тем.

1. ***Переход от относительных географических описаний местоположения к абсолютным*** — т. е. переход от относительного описания («Я нахожусь около школы») посредством использования менее относительных направлений (на север, на юг, на восток и на запад), к абсолютной системе координат (широтно-долготной).
2. ***Земля и ее спутники*** — искусственные и естественные; роль, которую система ОРБ играет в навигации.
3. ***Качество данных и приборы*** — как и почему мы пользуемся приборами и на каких основаниях мы можем «доверять» полученным данным.
4. ***Математика*** — переход от измерений к геометрии и тригонометрии.

Навыки применения научного метода

В ходе исследований с помощью ОРБ учащиеся будут:

вести критические ***наблюдения*** явлений;
идентифицировать закономерности, определяя сходство и различия между результатами наблюдений;
формулировать вопросы на основе проведенных наблюдений;
систематически ***выражать*** и ***регистрировать*** результаты наблюдений;
пользоваться результатами наблюдений и данными, ***анализировать*** их и ***объединять*** их;
делать выводы на основе результатов наблюдений и полученных данных;
обмениваться результатами наблюдений, вопросами и идеями.

Оценка успехов учащихся

Исследования в рамках программы GLOBE предоставляют учащимся интересные возможности заниматься естественно-научными дисциплинами и математикой. Задача учителя заключается скорее в наблюдении за развитием учащихся в ходе занятий, нежели в контролировании результатов выполнения той или иной практической работы. Несмотря на то, что правильное выполнение работ имеет важное значение и существует необходимость в точных данных, важнейшая образовательная задача заключается в формировании систематического и критического подхода к вопросам, перечисленным выше в подразделе «Навыки применения научного метода». В частности, учитель может оценивать успехи учащихся, сравнивая полученные ими результаты с критериями, основанными на перечисленных выше навыках применения научного метода.

Оценка успехов учащихся производится следующим образом.

1. ***Наблюдения.*** Умеют ли учащиеся различать и перечислять подробные характеристики наблюдаемых явлений? Умеют ли они описывать наблюдаемое?
2. ***Сравнение и сопоставление.*** Умеют ли учащиеся выявлять различия и сходство между явлениями, наблюдаемыми ими в настоящее время, и явлениями, которые они наблюдали раньше? Каким образом данные, полученные в настоящее время, связаны с опытом, накопленным ими в прошлом? Другими словами, где име приходилось наблюдать сходные явления? Могут ли они объяснить наблюдаемые различия, например, значений широты и долготы, направлений или математических методов решения задач?
3. ***Постановка вопросов.*** Умеют ли учащиеся задавать вопросы друг другу, учителю или другим людям, в том числе ученым? Поручите учащимся записать имеющиеся у них вопросы. Во время проверки усвоенных знаний предлагайте учащимся записывать импровизированные вопросы.
4. ***Регистрация данных.*** Пожалуй, простейший способ оценить приобретенные учащимися навыки и усвоенные ими концепции состоит в наблюдении за тем, как они регистрируют данные в полевых условиях (во время практических занятий), а также после проведения практических работ. Оценивайте приобретенные ими навыки

формулирования ими мыслей, догадок, даже вопросов, как во время занятий, так и после проведения занятий, в научных дневниках участников программы GLOBE, в виде сочинений и отчетов (письменных и устных). Учащиеся младшего возраста могут формулировать результаты своих наблюдений в форме зарисовок. Обсуждения зарисовок позволят вам проникнуть в ход мыслей учащегося. Кроме того, полезна оценка навыков ввода электронных записей — начиная со звуковой записи и видозаписи, которую могут вести учащиеся с любым уровнем подготовки,и кончая копированием сообщений в сети электронной почты GLOBEMail и построением компьютерных графиков.

5. ***Концептуальное и критическое мышление.*** Проявляют ли учащиеся желание выходить за рамка предлагаемых им вопросов и заданий, связанных с регистрацией результатов наблюдений, т. е. есть ли у них желание разрабатывать собственные модели, самостоятельно формулировать задачи и решать эти задачи? В то время как для вас, возможно, проще всего ставить перед учащимися математические задачи, вы можете всегда задавать вопросы типа «Что, если...?» и «Почему?» Например, занятия, посвященные моделированию спутников или проведению измерений с помощью GPS со смещением координат, способствуют развитию навыков критического мышления у учащихся. Полезны также наблюдение за учащимися в процессе занятий и оценка их умения сосредоточивать внимание, эффективности применяемых ими методов, их настойчивости в достижении поставленных целей. Кроме того, умеют ли сами учащиеся оценить по просьбе учителя сложившуюся ситуацию в любое время?

6. ***Навыки общения и обмена информацией.*** Эти навыки, вероятно, в большей степени, чем какие-либо другие, имеют жизненно важное значение для будущего успеха учащегося. При этом уровень развития учащегося в этой области труднее всего оценить. Важность оценки языковых навыков невозможно переоценить. Навыки обмена математической информацией и установления личных связей в ходе занятий сохраняют критическое значение в любом возрасте. В этом отношении особенно полезны методы оценки одних учащихся другими, имеющими примерно тот же уровень подготовки, несмотря на сложность применения таких методов. Умеют ли учащиеся оценивать успехи, достигнутые другими учащимися?

Применение высококачественных методов оценки успехов учащихся в процессе образования будет способствовать дальнейшему развитию учащихся и позволит им достигнуть существенного прогресса.

щ

Обучение основным принципам использования системы GPS

Получение приемника GPS из организации программы GLOBE или из другого источника

Приобретение практических навыков выполнения измерений с помощью GPS около школы

Выполнение измерений с помощью GPS на указанных участках

Загрузка полученных с помощью GPS данных в базу данных программы GLOBE

Возвращение арендованного приемника GPS

Как проводятся исследования с помощью GPS

Подготовка

Участки исследований

Учащиеся должны определить широту, долготу и высоту над уровнем моря их школы, находящейся в центре их опытного участка программы GLOBE, участков атмосферных, биологических, гидрологических исследований, участка изучения влажности почвы и каждого из участков отбора образцов земного покрова и определения характеристик почвы. Программа GLOBE предоставляет в ваше распоряжение портативный приемник сигналов спутников глобальной системы позиционирования (GPS) (см. рис. GPS-P-1). Перед арендой приемника следует определить расположение тех участков исследований и отбора образцов в рамках программы GLOBE, на которых будут производиться измерения в течение наступающего учебного года. Как правило, приемник GPS можно получить в организации программы GLOBE только один раз в течение учебного года.

Точки выполнения измерении с помощью GPS

Участок	Точка выполнения измерений с пом. GPS
Школа	Главный вход
Участок атмосферных исследований	Укрытие для приборов и дождемер
Участок гидрологических исследований	Место отбора образцов поверхностных вод
Участок биологических исследований	Центр участка площадью 30 х 30 метров для регулярных биометрических измерений
Участок отбора образцов земного покрова	Центр каждого из участков площадью 90 х 90 метров для отбора проб земного покрова
Участок для определения характеристик почвы	Месторасположение профиля почвы
Участок для изучения влажности почвы	Центр звездообразной структуры ям или середина разреза почвы

На участках атмосферных исследований и изучения влажности почвы, находящихся на открытой местности, будет обеспечиваться хороший прием спутниковых сигналов, но на участках гидрологических и биологических исследований прием сигналов системы GPS может оказаться плохим в связи с наличием лесного покрова с плотной кроной. Координаты школы следует определять у главного входа; при этом здание школы, как правило, в какой-то мере блокирует спутниковые сигналы. Чтобы решить эту проблему, см. описание практической работы «Использование GPS со смещением координат».

Частота выполнения измерений

Измерение широты, долготы и высоты над уровнем моря каждого участка исследований или отбора образцов с использованием системы GPS, с последующей загрузкой координат в базу данных, требуется производить только один раз.

Приборы для измерения координат с помощью системы GPS

В рамках программы GLOBE используются приемники GPS, принадлежащие Астронавигационному консорциуму университетов (UNAVCO). Для того, чтобы арендовать приемник GPS, представители школ США направляют запросы непосредственно в UNAVCO. Координаторы, ответственные за выполнение программы в той или иной стране, могут направлять в UNAVCO запросы о предоставлении иностранным школам-участницам программы GLOBE приемников GPS. Запросы следует отправлять по следующему адресу:

Web: http://www.unavco.ucar.edu/
эл. почта: globe@unavco.ucar.edu
Телефон: (303) 497-8000
Факс: (303) 449-7857
Адрес: UNAVCO/UCAR
PO Box 3000
Boulder, CO 80307-3000

Пожалуйста, возвращайте арендованные приемники по следующему адресу:

UNAVCO/UCAR
3340 Mitchell Lane, Suite 393
Boulder, CO 80301

Вы можете получить доступ к другим приемникам GPS, имеющихся у местных добровольцев или геодезистов, но проверяйте, соответствуют ли эти приемники требованиям, приведенным в разделе «Комплект приборов и

Рис. GPS-P-1. Образец портативного приемника GPS. Руководство программы GLOBE не рекомендует те или иные определенные модели приборов.

материалов». Некоторые школы даже приобрели собственные приемники GPS; цены на эти устройства постоянно снижаются. В связи с тем, что количество приемников, арендуемых в рамках программы, ограничено, а также с тем, что желательно использование школами других доступных им приемников, допускается загрузка в базу данных информации, полученной с помощью приемников GPS других моделей. В любом случае, загружая в базу данных координаты, полученные с помощью системы GPS, указывайте на рабочих листах данных в сети Web модель используемого приемника.

В соответствии с характеристиками обслуживания пользователей системы GPS правительством США, координаты определяются с помощью GPS в рамках программы GLOBE с точностью до 100 метров. См. перечень адресов страниц сети Internet с инструкциями по использованию системы ОРБ. По сведениям ІШАУСО, усреднение результатов 15 измерений, произведенных с помощью приемника ОРБ один раз в минуту, точность определения координат можно повысить до 30 метров.

Инженеры, спроектировавшие и запрограммировавшие приемник ОРБ, применили принцип определения координат посредством расчета расстояний, отделяющих пользователя от четы¬рех или более спутников, на основе имеющихся данных о расположении спутников и измерения разницы между временем передачи и временем приема синхронизирующих сигналов спутников, выраженной в миллиардных долях секунды. Большое количество информации о том, каким образом система ОРБ позволяет определять координаты, приведено в различных описаниях чебных занятий.

Основные измерения с помощью GPS

Цель практической работы

Определение широты, долготы и высоты над уровнем моря главного входа школы и участков исследований и отбора образцов, используемых в рамках программы GLOBE, если здания или деревья не блокируют прием спутниковых сигналов.

Обзор

Приемник GPS используется с целью измерения широты, долготы и высоты над уровнем моря.

Продолжительность

Определение координат каждого участка занимает от 15 до 60 минут.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Частота измерений

Измерения выполняются один раз.

Важнейшие концепции

Определение координат (широты и долготы) и их использование при картографировании.

Навыки

Чтение карт.
Применение приемника GPS.
Применение понятий широты и долготы при картографировании.

Материалы и инструменты

Один приемник GPS
Экземпляр рабочего листа данных для регистрации результатов измерений с помощью GPS
Ручка или карандаш

Подготовка

Выбор участков и перенос приемника GPS и листов регистрации данных на полевые участки.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Последовательность операций

Каждое измерение, после прибытия на соответствующий участок, занимает (в среднем) 25 минут.

До начала измерений

Выберите точку, в которой вы будете производить измерения. Не забывайте о том, что такие препятствия, как кроны деревьев, могут ухудшать качество приема спутниковых сигналов.

Во время измерений

1. Приемник ОРБ и лист регистрации данных переносятся на участок измерений как минимум двумя учащимися. Один учащийся пользуется прибором, а другой регистрирует полученные данные.
2. Для того, чтобы включить приемник, нажмите один раз на кнопку «ВКЛ./ВЫКЛ.». Поверните антенну в вертикальное положение. После вступительного сообщения на дисплее приемника появятся значения широты, долготы и высоты над уровнем моря, изменяющиеся по мере регистрации приемником синхронизирующих спутниковых сигналов. Вы можете держать приемник в руках или положить его на землю, но не забывайте о том, что антенна должна находиться под открытым небом. См. схему приемника ОРБ на рис. ОРБ-Р-2.
3. Подождите до тех пор, когда приемник укажет, что им были зарегистрированы сигналы как минимум четырех спутников, и что полученные значения приемлемы (т. е. до тех пор, когда надпись «2-0» и пиктограмма состояния приемника исчезнут с дисплея). См. схему пиктограмм состояния приемника ОРБ на рис. ОРБ-Р-3. Следует отметить, что на рис. ОРБ-Р-3 приведены характеристики экрана приемника одной из возможных моделей; характеристики экранов приемников других изготовителей могут быть иными.
4. Раз в минуту, не перемещая приемник более чем на 1 метр, регистрируйте на листе данных для регистрации координат 15 значений каждого из следующих параметров, записывая все цифры и символы, появляющиеся на дисплее:

a) широту b) долготу
c) время суток d) высоту
e) пиктограммы состояния.

5. Выключите приемник.

После измерений

6. Усредните полученные 15 значений широты, долготы и высоты над уровнем моря.

В описании учебного занятия «Работа с углами» в этой главе приводятся инструкции по усреднению измеренных значений углов. Кроме того, на странице для ввода данных GPS в сети Web указан адрес страницы, с помощью которой вы можете производить арифметические операции усреднения.

7. Проверьте, удалось ли вам получить осмысленные результаты.

Вы можете определить очень приблизительные значения широты и долготы вашего пришкольного участка с помощью глобуса или карты местности. Хотя неисправность приемника GPS маловероятна, если вы убедитесь в том, что он дает неправильные показания, обратитесь к представителю UNAVCO и попросите заменить приемник. Наша цель заключается в том, чтобы вы могли без труда производить точные измерения; мы не хотим, чтобы вам при этом мешала неисправная аппаратура.

Рис. GPS-P-2. Схема одного из приемников GPS.

8. Скопируйте все значения координат вашего участка, полученные с помощью GPS, и загрузите их в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Выполняйте эти операции на каждом из участков. Приведенные здесь инструкции относятся к приемникам, которые в настоящее время арендуются участниками программы GLOBE. В связи с различиями в показаниях времени в различных временных поясах приемники UNAVCO указывают время в единицах всемирного (гринвичского) времени, соответствующего долготе 0°. Независимо от того, какой приемник вы используете, мы рекомендуем вам познакомиться с содержанием руководства по его эксплуатации и получить дополнительную информацию о характерис¬тиках прибора и методах его использования.

Если вы пользуетесь приемником с другими характеристиками, старайтесь приспособиться, по мере возможности, к приведенным здесь инструкциям, но будьте последовательны. Если вы пользуетесь приемником, характеристики которого отличаются от характеристик приемников UNAVCO, арендуемых в рамках программы GLOBE, его параметры необходимо запрограммировать следующим образом:

- значения широты и долготы должны выра¬жаться целочисленно в градусах, минутах и десятичных минутах с точностью до 0,01 минуты;
- значения времени должны выражаться в единицах всемирного времени, в часах, минутах и секундах;
- пользуйтесь картографической сеткой координат WGS-84;
- высота над уровнем моря должна выражаться в метрах.

Что делать в случае возникновения проблем?

Время, необходимое для регистрации сигналов достаточного количества спутников

Для регистрации количества спутниковых сигна¬лов, необходимых для выполнения измерений приемником GPS после его включения, может потребоваться от трех (как правило) до двадцати (в худшем случае) минут. Предоставляемые консорциумом UNAVCO приемники поставля¬ются с новыми и запасными батареями, но если приемник не включается после нажатия кнопки

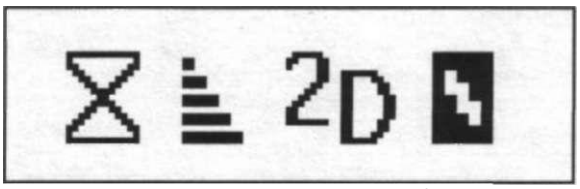


Рис. GPS-P-3. Пиктограммы состояния на дисплее приемника GPS, предоставляемого UNAVCO.

ON/OFF, может потребоваться установка новых батарей.

На дисплее приемника не указываются широта или долгота

На дисплее приемника может появляться множество различных функциональных экранов, помимо экрана «Location 1», появляющегося после первоначального включения приемника. Прочитав поставляемое вместе с приемником руководство по его использованию, вы можете пользоваться этими функциональными экранами после выполнения измерений на участке. Информация, необходимая для регистрации координат вашего участка, появляется на экране «Location 1». Закончив экспериментирование с другими экранами дисплея, нажмите кнопку LOC, чтобы вернуться к экрану «Location 1».

Появление пиктограмм состояния-или низкого качества приема сигнала

Не регистрируйте данные, если на экране появится любая из пиктограмм, приведенных на рис. GPS-P-3. Если приемник находится под открытым небом, достаточно немного подождать или слегка переместить приемник, чтобы эти пиктограммы исчезли. Если вы стоите близко к приемнику или если его плотно окружает группа людей, связь приемника со спутниками блокируется, что вызывает перемежающуюся потерю сигнала, сопровождающуюся появлением на экране этих пиктограмм. Отойдите от приемника или поднимите его повыше. Если вы находитесь под плотной листвой или лесной кроной, регистрация приемником необходимых сигналов четырех спутников может оказаться невозможной. Если прием сигналов не удается улучшить ввиду наличия препятствий, выполните инструкции, приведенные в описании практической работы ***«Использование GPS со смещением координат».***

Если вы не имеете доступа к листу ввода координат участков школы или к листам ввода данных в базу данных учащихся-участников программы GLOBE в сети Web, пожалуйста, отправьте копию заполненного листа данных, содержащего зарегистрированные координаты каждого из участков, в Астронавигационный консорциум университетов (UNAVCO) по указанному выше адресу. Если вы пользовались приемником GPS, предоставленным UNAVCO в рамках программы GLOBE, вы можете возвратить этот приемник вместе с заполненными рабочими листами ввода данных. Храните зарегистрированные данные вместе с результатами других наблюдений, произведенных вашей школой в рамках программы GLOBE.

Многие школы в разных странах мира пользуются одними и теми же приемниками, количество которых ограничено. Экспериментируйте с приемником и пользуйтесь любыми его функциями, пока он находится у вас, но, пожалуйста, возвратите его своевременно, чтобы тем же приемником могла воспользоваться другая школа.

Представление результатов измерений с помощью GPS

Выполнив полевые измерения с помощью GPS и усреднив полученные координаты, занесите результаты в листы ввода данных. Копии этих листов приведены в приложениях в соответствующим главам настоящего руководства. В приложении к этой главе приведен лист ввода координат участков школы. Значения широты и долготы, полученные с помощью приемника, следует округлять до 0,01 минуты. В отношении каждого из используемых вами участков требуется предоставление следующих данных.

Зарегистр. значение	Единицы
Усредненная широта	[градусов, минут, напр., 35 градусов 20,27 минут северной широты]
Усредненная долгота	[градусов, минут]
Усредненная высота	[метров]
Время регистрации данных	[год, месяц, день, часов и минут по всемирному времени]
Тип приемника	Номер приемника UNAVCO или изготовитель, номер модели и серийный номер
Прочее	Другая требуемая информация

Исследования с помощью GPS

Рабочий лист ввода данных

Регистратор данных *Джордан Малик*

Наименование участка *Playground Weather Station*

Наименование ШКОЛЫ *Edqewood Elementary School*

Адрес ШКОЛЫ *1601 Peachtree Street*

Goldsboro, NC 27530 USA

Время регистрации Год *1994* Месяц *4* День *19*

Обведите кружком название участка:

Биология Земной покров Гидрология (*мосфера*) Влажность почвы

Характеристики почвы Школа Другой участок_____

Промежутки между измерениями должны составлять не менее 1 минуты.

Регистрируйте следующие значения, указанные на экране "Location 1» приемника Magellan Trailblazer XL.

№ ИЗМ.	ШИРОТА Градусов, минут, сев. (N), южн. (S)			ДОЛГОТА Градусов, минут, зап. (W), вост. (E)			ВЫСОТА Метров	ВРЕМЯ Часов, минут, секунд всемирного времени	КОЛ-ВО СПУТНИКОВ	ПИКТОГРАММЫ Обведите кружком появляющиеся на дисплее пиктограммы
1	*33*	*46.55*	*N*	*84*	*23.84*	*W*	*318*	*14:33:00*	*4*	
1	35	20.25	N	77	58.01	W	100	14:33:00	4	2D
2	35	20.26	N	77	58.02	W	105	14:34:00	4	2D
3	35	20.25	N	77	58.01	W	111	14:35:00	5	2D
4	35	20.25	N	77	58.00	W	108	14:36:00	5	2D
5	35	20.26	N	77	57.99	W	107	14:37:00	5	2D
6	35	20.27	N	77	58.01	W	103	14:38:00	5	2D
7	35	20.28	N	77	58.03	W	105	14:39:00	5	2D
8	35	20.29	N	77	58.04	W	110	14:40:00	4	2D
9	35	20.30	N	77	58.02	W	107	14:41:00	5	2D
10	35	20.31	N	77	58.01	W	112	14:42:00	5	2D
11	35	20.29	N	77	58.01	W	102	14:43:00	6	2D
12	35	20.25	N	77	58.01	W	103	14:44:00	6	2D
13	35	20.25	N	77	58.02	W	100	14:45:00	6	2D
14	35	20.25	N	77	58.01	W	99	14:46:00	6	2D
15	35	20.26	N	77	58.01	W	100	14:47:00	7	2D
	35	20.27	N	77	58.01	W	105	← Усредненные значения		
	Широта			Долгота			Высота			

UNAVCO

(303) 497-8003

gretchen@unavco.ucar.edu

http://www.unavco.ucar.edu

Владелец приемника GPS

[UNAVCO/Gloty/xyk И Л И . ШКОЛА

Magellan *Magellan* Изготовитель

Trailblazer XL *XL* Номер модели

№ на ярлыке UNAVCO *G0036* серийный номер

Использование GPS со смещением координат

Цель практической работы

Определение широты и долготы участка в тех случаях, когда приемник GPS не позволяет производить точные измерения.

Обзор

Если непосредственные измерения широты и долготы невозможны на каком-либо из выбранных участков, учащиеся перемеща-ются на север или на юг до тех пор, пока они не смогут выполнить успешные измерения с помощью GPS со смещением координат. Учащиеся определяют широту и долготу смещенного пункта и расстояние между этим пунктом и первоначальным пунктом (центром участка), после чего рассчитываются координаты выбранного участка.

Продолжительность

Одно классное занятие.

Частота измерений

По одному измерению на каждом участке.

Уровень подготовки учащихся

Средний (промежуточный) или высокий.

Важнейшие концепции

Широта и долгота того или иного пункта могут быть рассчитаны на основе известных координат другого близлежащего пункта.

Магнитное склонение.

Навыки

Определение местного магнитного склонения.
Определение северного и южного направлений с помощью компаса.
Измерение длины рулеткой.
Определение координат пункта, смещенного по отношению к другому пункту.
Сложение и *вычитание* углов, измеряемых в градусах и минутах.

Материалы и инструменты

Приемник GPS.
Магнитный компас.
Рулетка.
Карандаш или ручка.
Лист ввода координат смещенного пункта для регистрации и расчета результатов измерений.

Подготовка

Определите, на каких участках непосредственные измерения с помощью GPS невозможны в связи с блокированием сигнала.

Определите локальное магнитное склонение (см. инструкции ниже).

Предварительные условия

Усвоение навыков выполнение измерений с помощью GPS.

Геометрия.

Предпосылки

Что делать, если измерение широты и долготы с помощью ОРБ на участке исследований или отбора образцов невозможно в связи с блокированием сигналов спутников ОРБ листвой деревьев или зданием? См. рис. ОРБ-Р-5.

Вы можете перейти на расположенный рядом участок, где приемник ОРБ будет принимать сигналы спутников. Затем вы можете определить координаты первоначального участка, измерив направление по компасу и расстояние между смещенным и первоначальным участками. В целом, для определения координат первоначаль¬ного участка требуется применение тригоно¬метрических навыков. Тем не менее, если вы будете перемещаться строго на север или на юг по отношению к первоначальному участку, вы можете определить его координаты, применяя только арифметические операции и некоторые данные о размерах нашей планеты.

Земля имеет почти сферическую форму. Все окружности одинаковой длины, пересекающие полюса и экватор, называются меридианами. Разделив окружность Земли (40074 км) на 360 градусов, мы получим длину градуса окружности планеты, равную 111,32 км. Разделив это число на 60, мы получаем длину одной минуты окружности Земли (1,855 км или 1856 метров). Как правило, приемники ОРБ измеряют широту с точностью до 0,01 минуты, т. е. до 18,55 метра. (Почему приемники ОРБ указывают координаты с точностью до 0,01 минуты? См. описание учебного занятия ***«Работа с углами».)***

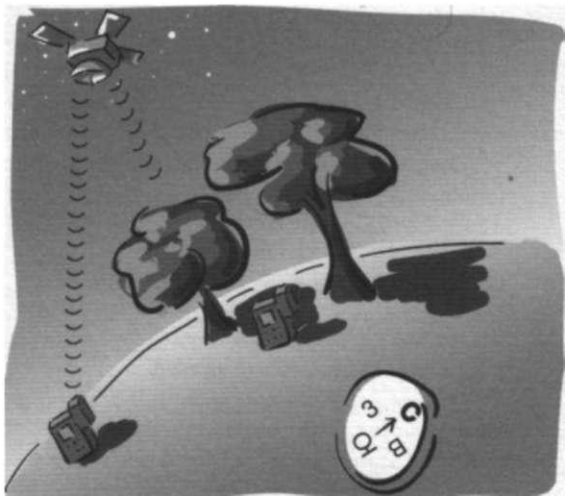


Рис. GPS-P-,5. Хороший прием спутниковых сигналов и блокирование приема спутниковых сигналов.

Если известно расстояние от смещенного до первоначального пункта в северном или южном направлении, мы можем определить смещение широты в минутах. (Если это расстояние можно пройти пешком, оно обычно выражается в долях минуты.)

Магнитное склонение

На Земле магнитные северный и южный полюса не совсем совпадают с истинными географичес¬кими полюсами, лежащими на оси вращения планеты. В настоящее время медленно перемещающийся северный магнитный полюс Земли находится в пределах Северо-западных территорий Канады и отклоняется от географического Северного полюса на 11 градусов. Кроме того, в зависимости от места, в котором производятся измерения, возможны небольшие магнитные отклонения, связанные с локальными искажениями магнитного поля Земли.

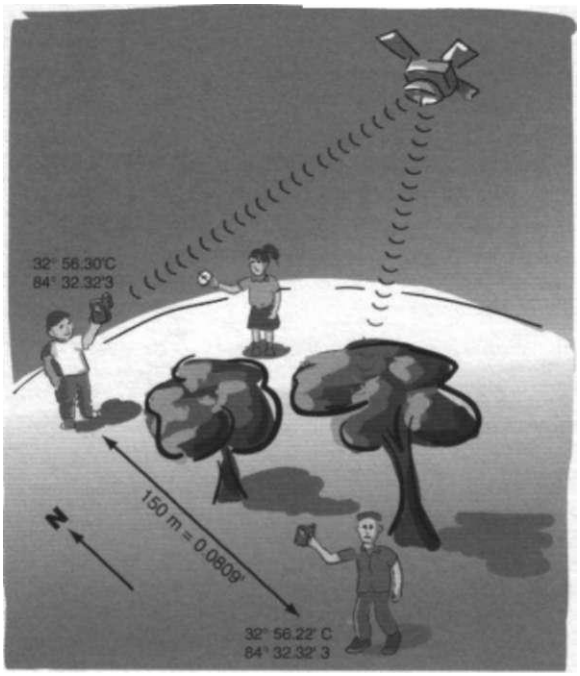
Следовательно, для определения истинного направления на север в большинстве случаев требуется небольшая коррекция (прибавление или вычитание нескольких градусов) показаний компаса. Такая коррекция называется магнитным склонением и зависит от местоположения участка, на котором измеряются координаты. Например, на атлантическом побережье США в штате Северная Каролина стрелка компаса указывает направление, смещенное на 8,5 градуса по отношению к истинному северу. Недавно, на протяжении одного года, величина этого склонения изменилась на одну десятую градуса в штате Висконсин, США, что говорит о возможности существенных изменений магнитного склонения на протяжении жизни одного поколения, приводящих к быстрому устареванию карт, подготовленных с учетом магнитного склонения.

Насколько важна коррекция с учетом магнитного склонения? Если вы пользуетесь компасом, определяя направление перемещения на север на расстояние 100 метров на атлантическом побережье Северной Каролины, не учитывая местное магнитное склонение, составляющее 8,5 градуса, ваш маршрут отклонится примерно на 15 метров от направления на истинный север. Если вы пытаетесь определить точные координаты квадратного участка со стороной 30 метров, соответствующего величине элемента изображения, полученного аппаратурой спутника Ьапёва!, такая ошибка может привести к смещению рассчитанных координат по отношению к истинным координатам на величину, равную половине стороны элемента изображения.

Значение и направление локального магнитного склонения можно узнать у местного геодезиста, у кого-нибудь, кто пользуется топографичес-

кие. *ЄРБ-Р-б. Меридианы, размеры Земли, широтные пояса.*

Рис. GPS-P-7. Учащиеся, выполняющие измерения с помощью GPS со смещением координат (см. рис. GPS-P-t



кими или морскими либо авиационными навигационными картами, или самостоятельно сверившись с такой картой.

Определение координат с помощью показаний приемника GPS, полученных на близлежащем участке

1. Определите локальное магнитное склонение.
2. Перейдите на участок, координаты которого вы хотите определить. Отметьте соответствующий пункт. Попытайтесь выполнить измерения с помощью GPS, чтобы подтвердить невозможность измерения достоверных координат этого пункта.
3. Пользуясь компасом, определите направление на магнитный север. Откорректируйте это направление, пользуясь значением локального магнитного склонения, чтобы определить направление на истинный север.
4. Перемещаясь точно на юг или на север по отношению к первоначальному пункту, найдите ближайший участок, на котором возможно успешное определение координат с помощью GPS. На этом участке вы можете зарегистрировать смещенные координаты.
5. Выполните измерение координат в соответствии с инструкциями, приведенными в разделе ***«Измерения с помощью GPS»,*** и зарегистрируйте значения широты и долготы. Отметьте пункт, в котором регистрировались смещенные координаты.
6. Зарегистрируйте направление, в котором вы передвигались по отношению к первоначальному пункту (на юг или на север).
7. Измерьте и зарегистрируйте расстояние между смещенным и первоначальным пунками. Достоверность измерений с помощью рулетки можно подтвердить,

Рис GPS-P-8. Образец листа для ввода смещенных координат.

измеряя расстояние шагами (см. раздел «Измерение расстояния шагами» в главе ***«Изучение земного покрова и биологические исследования».***

8. Разделите полученное расстояние (выра¬женное в метрах) на 1855, чтобы получить, в минутах окружности Земли, широтное смещение второго пункта по отношению к первоначальному.

Прибавление этого значение к полученному значению широты смещенного пункта, или его вычитание, позволяют определить широту первоначального пункта. См. описание учебного занятия ***«Работа с углами».*** Долгота смещенного пункта в данном случае равна долготе первоначального пункта.

В чем состоит правильный ответ?

В ходе нескольких занятий учащимся разъясняется, что на некоторые вопросы нет «правильных» ответов. Использование приемника GPS не обязательно.

Относительное и абсолютное направления

В ходе нескольких занятий учащиеся знакомятся с понятиями широты, долготы, координат и относительного и абсолютного направлений. В использовании приемника GPS нет необходимости.

Работа с углами

В ходе этих занятий учащиеся узнают о свойствах углов и учатся выполнять арифметические операции с углами. Им разъясняется, что такое градусы, минуты и секунды, и каким образом эти единицы переводятся в десятичные градусы. В использовании приемника GPS нет необходимости.

Астронавигация

В ходе этого занятия учащиеся из двух школ-участниц программы GLOBE сотрудничают, определяя относительные широты и долготы их школ посредством измерения местонахождения Солнца в небе.

В чем состоит правильный ответ?

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепцией возможности отсутствия одного «правильного» ответа на вопрос или одного «правильного» результата измерения.

Обзор

Школьники учатся быть осторожными и внимательными при поиске «правильного» ответа на вопросы типа «Который час?», сравнивая несколько различных результатов измерения времени суток. Учащимся прививается интуитивное понимание характеристик неточности (неопределенности) измерений. Пользуясь различными часами, учащиеся одновременно регистрируют указываемое часами время. Результаты измерений времени, полученные в минутах и секундах, выражаются только в секундах. Строятся графики этих результатов, демонстрирующие математические методы усреднения и нахождения отклонения от среднего значения.

Продолжительность

Примерно одно классное занятие.

Уровень подготовки учащихся

Начальный уровень: производится только сравнение показаний часов.

Средний (промежуточный) и высокий уровень: занятие проводится в полном объеме.

Важнейшие концепции

Результаты измерений отличаются различными степенями точности.

Существуют математические методы, позволяющие определять степень точности.

Навыки

Сравнение нескольких различных результатов измерения времени.

Построение графиков и *усреднение* данных.

Приборы и материалы

Каждый учащийся должен иметь как минимум одни часы любого типа, показывающие секунды.

Каждый учащийся должен иметь бумагу и письменные принадлежности для регистрации значений времени.

Каждый учащийся должен иметь экземпляр листа ввода результатов измерений времени и бланк для построения графиков.

Не обязательные, но желательные приборы и материалы:

калькулятор, выполняющий функции сложения, вычитания, умножения и деления;

приемник GPS (используется в качестве прибора, указывающего стандартное время; наличие приемника GPS не имеет существенного значения; если такой приемник имеется, он используется в качестве чрезвычайно точных часов).

Подготовка

В ходе занятия классу потребуются как минимум 10 часов. Учащиеся могут пользоваться школьными часами или приносить часы из дома.

Предварительные условия

Начальный уровень: способность считывать показания часов.

Средний (промежуточный) и высокий уровни: навыки построения графиков.

Предпосылки

Измерения с помощью ОРБ производятся с использованием самых различных приборов в географических пунктах, отстоящих один от другого на большие расстояния, и в течение длительных периодов времени. Были рекомендованы приборы, точность и разрешающая способность которых соответствует окончательным научным целям, в которых производятся эти измерения. Тем не менее, в связи с разнообразием условий, в которых будут находиться приборы и выполняющие исследования учащиеся, будут наблюдаться отклонения полученных значений.

В чем состоит правильный ответ?

Выполняя измерения, люди, как правило, желают убедиться в качестве полученных данных. Обычно задается вопрос типа «Насколько полученное мною значение отличается от правильного?» или «Удалось ли мне получить правильный ответ?» При этом допускается, что существует правильный ответ, с которым можно сравнить измеренное значение.

Иногда такой правильный ответ существует. Тем не менее, когда ученый измеряет количественный параметр, особенно если такое измерение производится впервые, может и не существовать стандарта,

с которым можно было бы сравнить полученные результаты. Если, выполняя определенное измерение, вы пользуетесь только одним прибором, и у вас нет никаких оснований сомневаться в регистрируемых вами данных, вполне целесообразно считать эти данные стандартными.

Проблема возникает, когда используется множество измерительных приборов или когда кто-нибудь заявляет, что ему удается получить «правильные» или лучшие результаты. Как говорится, «человек с двумя часами не может сказать, который час». В данном случае вы, в качестве ученого, должны решить, как поступить, если будут получены расходящиеся значения, и как выбрать результаты измерений, которые будут использоваться в качестве стандартных.

Разрешающая способность и точность часов

Количество знаков после запятой или наименьшая достоверная единица времени, которую может регистрировать человек, наблюдающий часы, определяет разрешающую способность прибора. Таким образом, разрешающая способность цифровых часов, показывающих время 12:30:21 (12 часов, 30 минут, 21 секунда), равна примерно одной секунде, потому что пользующийся часами человек может определять время с точностью до ближайшей секунды. Разрешающая способность механических часов (с часовой, минутной и секундной стрелками) составляет только около одной минуты, если наблюдатель не может постоянно и достоверно определять положение минутной стрелки между двумя индивидуальными метками, обозначающими минуты.

Тем не менее, показания часов с разрешающей способностью, равной 1 секунде, могут отклоняться от показаний определенного стандартного индикатора времени как на долю секунды, так и не несколько часов. Способность часов указывать «правильное» время называется точностью. Следовательно, если ваши часы спешат на 10 минут в сутки, их разрешающая способность все еще может быть равна 1 секунде, но они указывают время с точностью до 10 минут в сутки. Говорят также, что ошибка таких часов составляет 10 минут в сутки.

Часы — механизм, подсчитывающий количество тех или иных изменений, происходящих с течением времени. В древности использовались часы, подсчитывавшие количество упавших капель воды или песчинок. Такие часы не были очень точными, так как обеспечить единообразие размеров падающих капель воды или песчинок было трудно. Затем стали применять часы, подсчитывающие количество качаний маятника, количество вибраций камертона, количество механических колебаний в электрически активированном кристалле и количество атомных резонансов. Каждый последующий тип часов был точнее предшествующего; точность часов повышалась благодаря повышению стабильности и воспроизводимости (повторяемости) физического процесса, служащего основой для измерения времени цикличного (см. рис. СРБ-Ь-I).

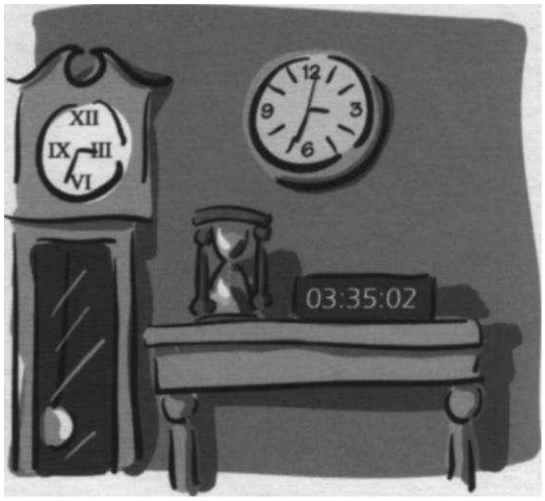


Рис. GPS-L-1. Часы различных типов с различной точностью и разрешающей способностью.

В идеальном случае, для того, чтобы все часы показывали одинаковое время, все часы потребовалось бы установить одновременно в одинаковых условиях окружающей среды и в одинаковых условиях механических нагрузок и взаимодействий. Такая возможность возникает редко. Как правило, часы устанавливают в разное время, сверяясь с различными источниками, часы отличаются различной точностью показаний, поразному сконструированы и подвергаются воздействию различных условий окружающей среды. Показания нескольких различных часов, как правиле темного расходятся. Такое расхождение измеряемы/ значений наблюдается при сравнении показаний большинства приборов, измеряющих температуру (термометров), расстояние (рулеток) и другие параметры, определяемые в рамках программы GLOBE.

Если требуется определить, когда нужно накормить собаку, ошибка часов, составляющая несколько минут в сутки, несущественна. Измерение координат глобальной системой позиционирования, однако, зависит от часов, установленных на спутнике, и точность этих часов должна быть очень высокой. Ошибка в одну микросекунду (одну миллионную долю секунды) может привести к отклонению измеренных координат более чем на

300 метров. Требуемые разрешающая способность и точность прибора зависят от пользователя и от понимания пользователем условий применения прибора.

Эталоны времени

До строительства железных дорог с Америке в конце девятнадцатого века почти не существовало общепризнанных эталонов времени. В каждом большом городе находились часы, показания которых обычно уточнялись посредством наблюдения локального солнечного полудня или какого-либо другого астрономического явления. Тем не менее, если человек перемещается на 15 градусов долготы (примерно на 1600 километров) парал¬лельно экватору, время наступления локального солнечного полудня изменяется на один час. Для того, чтобы можно было составлять расписания, имеющие смысл на территории целого континента или всей планеты, были изобретены и внедрены временные пояса. Для функционирования желез¬ных дорог требовалась общая, основанная на одном стандарте, система измерения времени.

В наше время время во всех временных поясях определяется по отношению к нулевому мериди¬ану, проходящему через город Гринвич в Англии. В Гринвиче находится одна из лучших астроно-мических обсерваторий мира. Эта обсерватория была основана с целью стандартизации времени, требовавшейся навигаторам британского морского флота. С тех пор время, регистрируемое в городе Гринвиче в Англии, используется в качестве стандартного времени и называется гринвичским или всемирным временем (в авиации это время называют «Зулу», так как слово «Зулу» в англий-ском языке начинается с буквы «Z», с которой начинается также английское слово «ноль» («zéro»), а нулем обозначается нулевой (гринвич¬ский) меридиан). В ходе выполнения практической работы «Измерения с помощью GPS» учащиеся регистрируют всемирное (гринвичское) время, обозначаемое по-английски сокращением «UT».

Военно-морской флот США, Национальный институт стандартов и технологии (NIST) США и американские телефонные компании используют в качестве стандартных источников сигналов времени чрезвычайно точные атомные часы, подсчитывающие количество колебаний различ¬ных атомов в строго определенных условиях. Находящаяся в городе Боулдер, штат Колорадо, американская радиостанция, обозначаемая сокра¬щением « WWW», постоянно передает время суток по-английски на коротковолновых радиочастотах 5, 10, 15, 20 и 25 МГц. Эти частоты синхронизиро¬ваны с частотами колебаний атомных стандартных часов. Коротковолновая радиостанция канадского правительства (CHU) передает точное время по-английски и по-французски на частотах 7,335 МГц и 14,670 МГц. Сигналы точного времени передают-ся и во многих других странах мира.

Глобальная система позиционирования

В глобальной системе позиционирования (GPS) используется несколько спутников, передающих синхронизирующие сигналы (сигналы времени), соответствующие сигналам чрезвычайно точных атомных часов, установленных на спутниках. В результате приемник GPS может корректировать даже микроскопическое время задержки между моментом передачи сигнала спутником и момен¬том регистрации этого сигнала приемником, так как приемнику «известны» местонахождение спутников и местонахождение самого приемника. Таким образом, приемник GPS — наилучший прибор для измерения времени, если у вас нет своих собственных атомных часов.

Обеспечение связи

Для обеспечения компьютерной связи необходимо передавать синхронизирующие сигналы с частотой, значительно превосходящей частоту (скорость) передачи данных. Если вы пользуетесь модемом, передающим данные через сеть Internet со ско¬ростью 14,4 килобита в секунду, каждый новый бит информации поступает через модем каждые 70 микросекунд (1/1440о секунды). Таким образом, разрешающая способность компьютерных часов должна быть достаточной для разделения индиви¬дуальных промежутков времени продолжи¬тельностью 70 микросекунд каждый, а точность часов передающего и принимающего компьютеров должна быть достаточной для того, чтобы они не расходились более чем на долю такого промежутка времени продолжительностью 70 микросекунд. Эти требования без труда удовлетворяются посредством использования кварцевых кристал¬лов, выбираемая частота механической вибрации которых может составлять от 10 тысяч до 100 миллионов колебаний в секунду. Эти колеба¬ния подсчитываются электронной цифровой схемой, определяющей количество прошедшего времени.

Подготовка и проведение занятия

Этап 1. - Подготовка часов

Найдите не менее десяти (по возможности, больше) функционирующих часов, показывающих время с разрешением в одну секунду. Выдайте часы каждому из учащихся и назначьте одного учащегося главным регистратором времени. В классе, где многие учащиеся носят собственные наручные часы, показывающие время с разре¬шением в одну секунду, можно воспользоваться такими наручными часами. Можно использовать

также несколько указывающих количество секунд настенных часов, расположенных в разных помещениях. Каждый учащийся должен приготовиться к регистрации времени и видеть или слышать указания главного регистратора времени.

Этап 2. Выполнение измерений

Поместите главного регистратора времени в центре класса. По прошествии 30 минут 00 секунд после начала часа этот учащийся должен подать другим учащимся знак, одновременно с которым они должны зарегистрировать показания своих часов с точностью до секунды. Примерно за десять секунд до наступления этого момента главный регистратор времени может начать отсчет секунд вслух, чтобы другие учащиеся успели подготовиться.

Хотя регистрировать показания часов можно в любое время, регистрация времени через 30 минут после начала часа повышает вероятность того, что во время регистрации ни одни часы не будут спешить или отставать настолько, что их показания будут относиться к предыдущему или следующему часу. Это позволяет упростить последующие арифметические операции.

Учащимся с высоким уровнем подготовки поручается выполнение расчетов и построение графиков.

Для учащихся с начальным и средним уровнем подготовки учитель выполняет расчеты и строит графики после занятия, представляя полученные результаты в ходе дальнейшего обсуждения. Несмотря на то, что учащиеся младших классов могут не понимать выполняемых арифметических операций, они понимают, каким образом величина столбцов на графике соответствует точности различных часов.

Этап 3. - Какое время было зарегистрировано ?

Подробную информацию см. на образце листа регистрации времени и в соответствующих инструкциях.

Указания, относящиеся к переводу значений в минутах и секундах в секунды, см. в описании учебного занятия «Работа с углами».

Найдите среднее значение всех полученных показаний времени:

Для того, чтобы определить среднее значение зарегистрированных показаний времени,

- определите количество секунд, прошедших после начала часа, на основе показаний времени, зарегистрированных каждым из учащихся;
- сложите все эти показания, выраженные в секундах;
- разделите сумму показаний в секундах на количество регистрировавших время учащихся, чтобы получить среднее значение времени;
- выразите полученное в секундах значение в минутах и секундах и зарегистрируйте результат.

Этап 4. Насколько точны наши часы?

Определите отклонение показаний от среднего значения.

Для каждого из зарегистрированных учащимися значений рассчитайте разницу между этим значением и полученным средним значением. Выразите все значения отклонений в качестве абсолютных величин (без знаков минуса или плюса).

Сложите полученные значения отклонений. Разделите сумму на количество учащихся, производивших измерения, чтобы получить среднее отклонение. Среднее отклонение позволяет оценить точность всех использовавшихся часов по сравнению со средним значением зарегистрированного времени.

Постройте график значений отклонения от среднего заренистрированного значения времени (см. лист для построения графика значений и отклонений).

Ширина каждого столбика гистограммы 10 секунд и соответствует 10 секундам отклонения от среднего значения, выраженного в секундах. Зарегистрируйте среднее значение времени, выраженное в секундах, в центральном столбце. Отметьте знаком «X» в соответствующем столбце количество секунд, прошедших после начала часа, зарегистрированное каждым из учащихся. График такого типа называется «гистограммой».

Как выглядел бы этот график, если бы у нас был комплект более точных часов?

Дальнейшие исследования

Если вы можете воспользоваться приемником GPS, установите часы, используемые главным регистратором времени в ходе измерений, в соответствии в показаниями этого приемника. Указываемое приемником GPS время, скорее всего, будет точнее показаний любых других часов.

Каким образом изменится рассчитанное среднее значение отклонения, если мы будем пользоваться более точными часами?

Если учащиеся могут пользоваться компьютерными программами электронных таблиц, они могут автоматизировать арифметические операции, изложенные на листе регистрации времени.

Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут

продолжить исследования, изучая статистические понятия стандартного (среднеквадратического) отклонения и дисперсии данных.

Оценка успехов учащихся

Количественная оценка

Спросите учащихся, как изменится гистограмма (столбцовый график), если бы они пользовались более точными или менее точными часами? В случае более точных часов знаки «X» были бы расположены более кучно. В случае менее точных часов эти знаки были бы рассредоточены дальше один от другого. Умеют ли учащиеся регистрировать показания часов? Понимают ли они выполняемые арифметические операции? Следует ли забраковать какие-либо зарегистрированные данные? Если выборка данных явно не соответствует поставленной цели (например, если регистрировались показания остановившихся часов), да, такие данные следует забраковать!

Качественная оценка

Учащиеся должны уметь описывать ситуации, в которых целесообразно и нецелесообразно требовать получения «правильного» ответа.

Учащиеся должны уметь перечислять примеры произведенных ими на протяжении их жизни, измерений и сравнивать возможную и желательную разрешающую способность использовавшихся ими приборов, а также возможную и желательную точность производившихся ими измерений.

Учащиеся должны брать на себя ответственность за определение точности и разрешающей способности часов, используемых при измерениях.

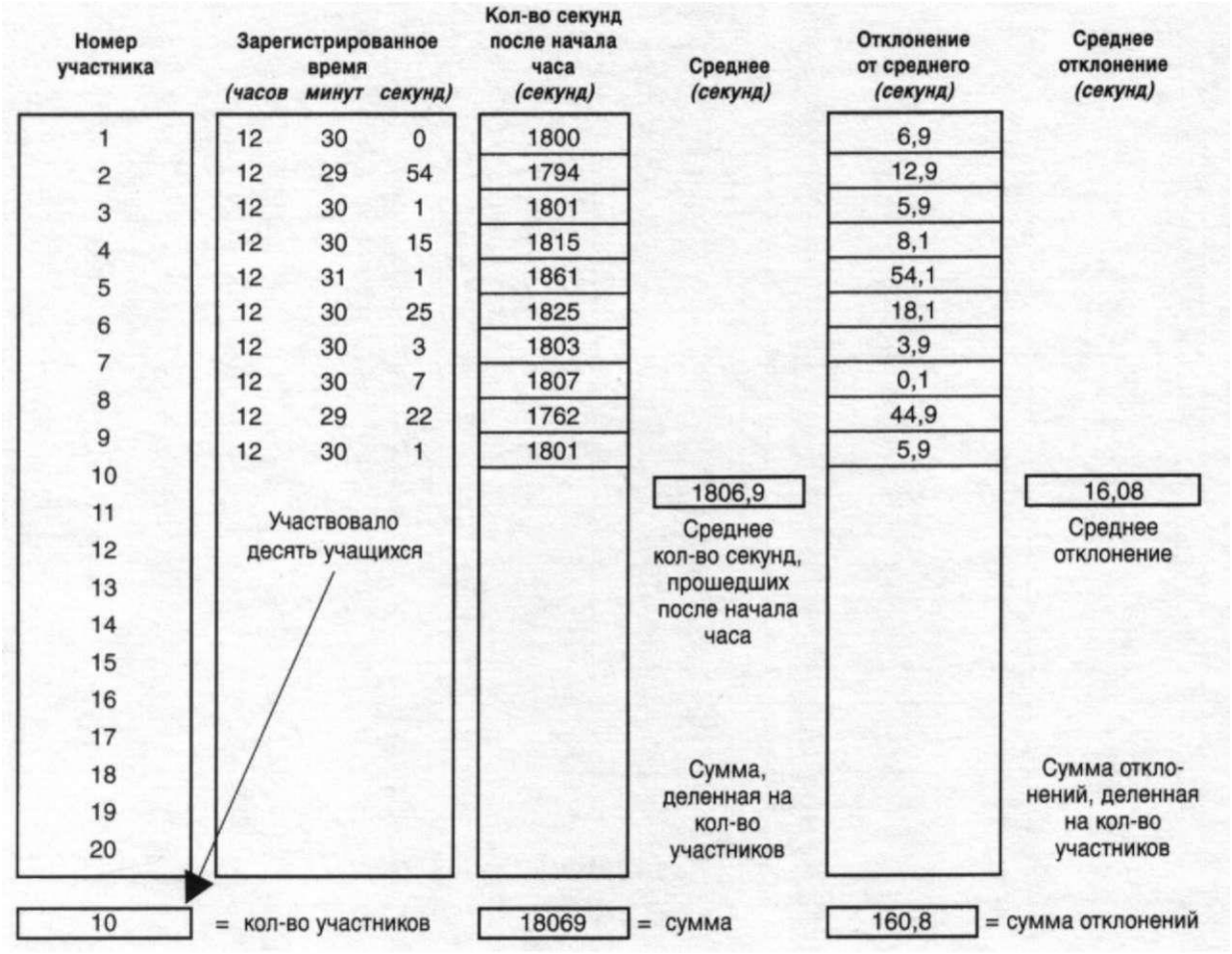
Рис. GPS-L-2. Образец листа регистрации значений времени.

Исследования с помощью GPS

Лист регистрации значений времени

Имя. Фамилия: ***№юрптМалик***

Дата* **" I** ***1994Г.***



Инструкции

Среднее значение времени

Зарегистрируйте значения времени	*IMMHVT)*	*/секунд)*
	30	6,9

Расчеты

Определите количество секунд, прошедших после начала часа до зарегистрированного каждым из участников времени.

(Общее кол-во секунд = кол-во минут x 60 + кол-во секунд)

Определите среднее значение времени.

(Среднее значение времени = суммарное кол-во секунд / кол-во участников)

Рассчитайте отклонение зарегистрированного каждым из участников времени от среднего значения.

(Отклонение = кол-во секунд в 1 часе — среднее значение в секундах)

(Отбросьте знаки минуса и плюса: используйте абсолютные значения)

Определите среднее значение отклонения.

Построение столбцового графика (гистограммы)

Зарегистрируйте среднее количество секунд в центральном столбце.

Ширина каждого столбца соответствует отклонению от среднего значения на 10 секунд.

Определите значение времени для каждого столбца, вычитая зарегистрированное значение отклонения из среднего значения времени или прибавляя его к среднему значению времени.

Проставьте знаки «X», соответствующие количеству секунд, прошедших после начала часа, в ближайших столбцах.

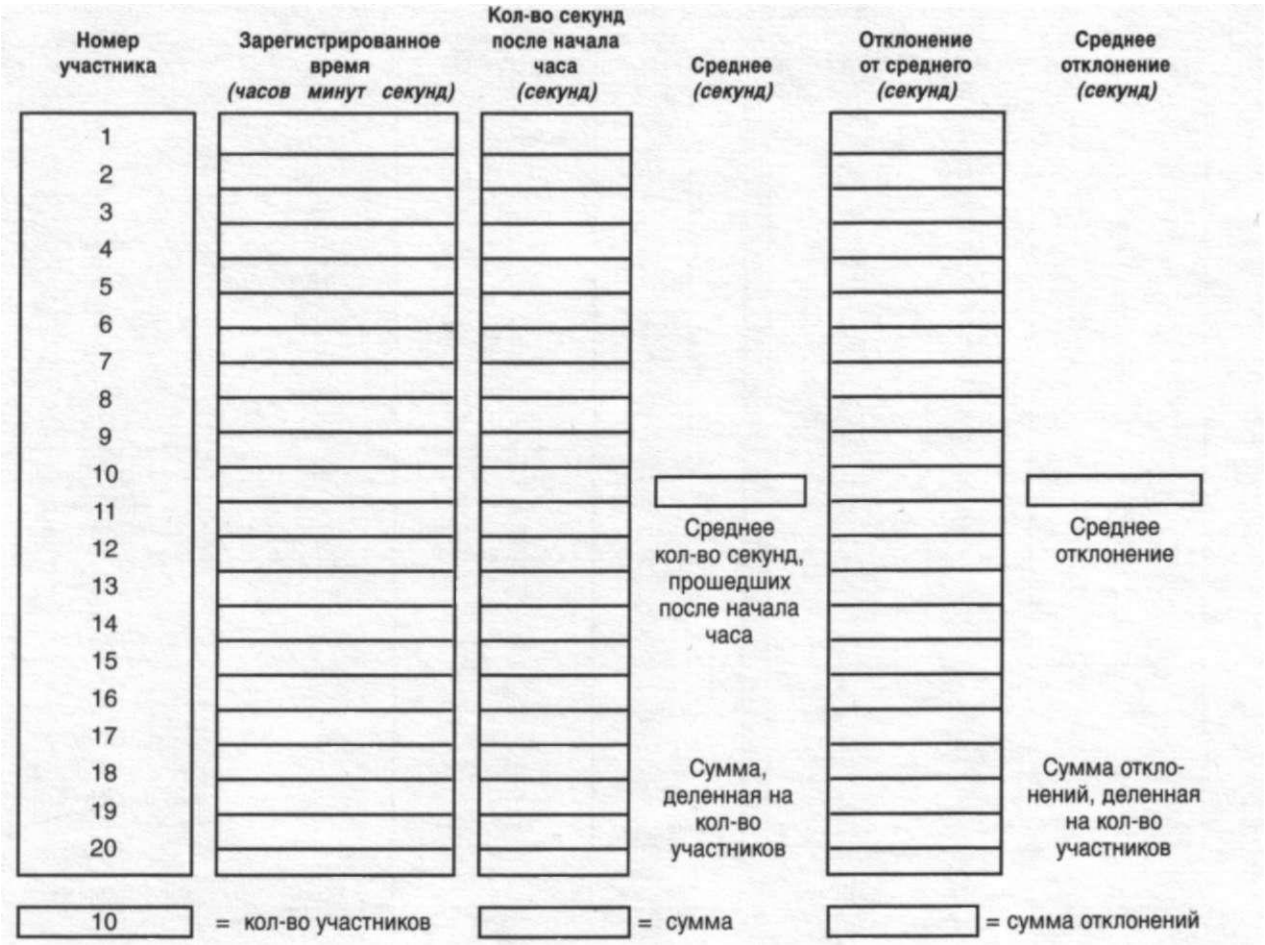
(Количество знаков «X» должно соответствовать количеству участников.)

Исследования с помощью йРБ

Лист регистрации значений времени

Имя, фамилия:

д ***14 апреля 1994г.***



Среднее значение времени

(МИНУТ) *' (секунд)*

Инструкции

Зарегистрируйте значения времени

Расчеты!

Определите количество секунд, прошедших после начала часа до зарегистрированного каждым из участников времени.

(Общее кол-во секунд = кол-во минут х 60 + кол-во секунд)

Определите среднее значение времени.

(Среднее значение времени = суммарное кол-во секунд / кол-во участников)

Рассчитайте отклонение зарегистрированного каждым из участников времени от среднего значения.

(Отклонение = кол-во секунд в 1 часе — среднее значение в секундах)

(Отбросьте знаки минуса и плюса: используйте абсолютные значения)

Определите среднее значение отклонения.

Построение столбцового графика (гистограммы)

Зарегистрируйте среднее количество секунд в центральном столбце.

Ширина каждого столбца соответствует отклонению от среднего значения на 10 секунд.

Определите значение времени для каждого столбца, вычитая зарегистрированное значение отклонения из среднего значения времени или прибавляя его к среднему значению времени.

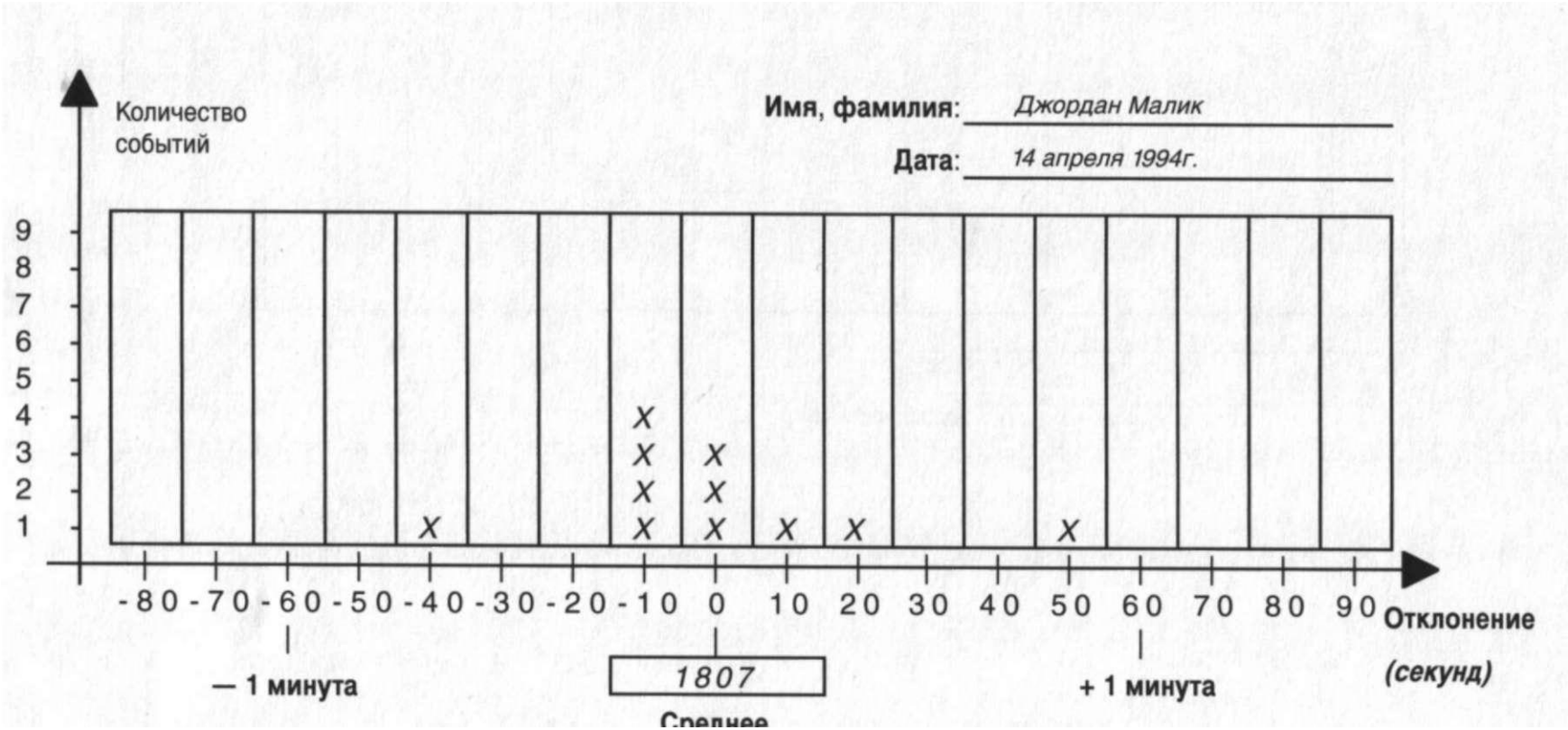
Проставьте знаки «Х», соответствующие количеству секунд, прошедших после начала часа, в ближайших столбцах.

(Количество знаков «Х» должно соответствовать количеству участников.)

Исследования с помощью GPS

Лист регистрации событий и отклонений

График 1:
Гистограмма зависимости количества событий от величины отклонений



Исследования с помощью GPS

Лист регистрации событий и отклонений

График 1:
Гистограмма зависимости количества событий от величины отклонений

Относительное И абсолютное направления

Предназначение занятия

Усвоение понятий широты и долготы.

Развитие математических навыков.

Обзор

Учащиеся начинают с простого вопроса: «Где я нахожусь?» Затем они узнают о магнитном поле Земли и о методах применения компасов и углов. Кроме того, им разъясняется разница между относительным и абсолютным направлениями. На всем протяжении занятия учащиеся приобретают различные матема- тические навыки.

Продолжительность

От одного до пяти классных занятий, в зависимости от выбранного учителем объема занятия.

Уровень подготовки учащихся

Любой, с некоторыми особо указанными исключениями.

Важнейшие концепции

Относительное и абсолютное направления.

Широта и долгота.

Углы.

Использование магнитного компаса.

Первые навыки картографирования.

Навыки

Описание относительного и абсолютного направлений и *понимание разницы* между ними.

Обмен информацией о местонахождении. *Описание* местонахождения с помощью координатной сетки.

Точное *определение* углового направления с помощью магнитного компаса.

Развитие основных навыков картографирования.

Материалы и инструменты

Бумага и карандаши.

Миллиметровая бумага.

Магнитные компасы.

Циркули.

Глобусы.

Метрические линейки и мерные планки. Магнит (прямоугольной формы).

Подготовка

Не требуется.

Предварительные условия

Начальный уровень подготовки: уровень подготовки учащихся должен быть достаточным для определения местонахождения с использованием понятий широты и долготы.

Средний (промежуточный) и высокий уровень подготовки: понимание основных концепций, связанных с градусами, углами и системами координат.

Особое примечание

Если учащиеся уже знакомы с понятиями широты и долготы, вы можете перейти к следующему занятию, ***«Работа с углами»,*** или использовать только часть материала, изложенного в описании этого занятия, с тем, чтобы углубить понимание учащимися математических принципов определения относительного и абсолютного направлений на Земле.

Предпосылки

В рамках программы GLOBE приемники GPS используются с целью определения широты и долготы участков исследований. Тем не менее, понятия широты и долготы, т. е. координат в абсолютной системе отсчета, или углов, откладываемых от северного направления, могут оказаться новыми для многих учащихся. Настоящее занятие позволит им познакомиться с этими концепциями.

На вопрос «Где вы находитесь?» учащиеся могут ответить «Дома» или «В школе». Эти ответы дают информацию о местонахождении в локальной системе отсчета.

Если вы определяете направление движения к дереву, находящемуся к северу от вас, с помощью магнитного компаса, вы, скорее всего, сделаете вывод, что это дерево находится на севере. Тем не менее, если вы переместитесь на восток или на запад на какое-либо существенное расстояние и определите направление движения к тому же дереву, вы обнаружите, что оно находится на северо-востоке или на северо-

западе от вас. При этом ни дерево, ни магнитные полюса Земли не переместятся, но ваш компас будет указывать другое направление движения к дереву. Таким образом, местоположение дерева и полюсов неизменно, т. е. абсолютно, в то время как применяемый вами метод измерения относителен, потому что переместилась исходная точка системы отсчета.

Если мы наложим координатную сетку на интересующий нас географический район или на всю планету и пронумеруем различные линии этой координатной сетки, мы получим систему отсчета, позволяющую определять место¬положение любого пункта независимо от положения наблюдателя или какого-либо иного лица. Широтой и долготой называют числовые значения в системе координат, которую мы будем использовать, определяя местоположение пунк¬тов с помощью глобальной системы позициони¬рования (GPS).

Подготовка и проведение занятия

Этап 1, - Относительное местоположение: «Где я нахожусь ?» (для учащихся с любым уровнем подготовки)

Попросите учащихся задать себе вопрос «Где я нахожусь?» и описать словами или с помощью зарисовки их местоположение. Обсудите, с учас¬тием всего класса, каким образом можно определить местоположение учащихся.

Отвечайте на вопросы учащихся и дайте им время на размышление о том, как один человек может объяснить себе и другим, где он находится и гден находятся другие. Рекомендуется начинать с вопросов типа: «Как вы можете описать ваше местоположение другому учащемуся, находя¬щемуся в той же классной комнате, в другой классной комнате, в другой школе в том же городе, в другом городе или в другой стране?» Какими системами отсчета пользуются учащи¬еся, описывая свое местоположение — относи¬тельными или абсолютными? Обратите внимание учащихся на используемые ими системы отсчета.

Этап 2. - Попытка наложения системы отсчета: магнитное поле Земли (для учащихся с любым уровнем подготовки)

Нашу планету окружает гигантское магнитное поле, такое же, какое окружает большой прямоугольный магнит (см. рис. GPS-L-4). Другой магнит (например, намагниченная игла) притягивается к магнитным полюсам планеты. Компас содержит свободно вращающуюся магнитную стрелку, положение которой можно регистрировать. Поэтому магнитный компас — полезный навигационный прибор, позволяющий наблюдателю определять направление линии, соединяющей полюса магнитного поля Земли, почти совпадающие с географическими северным и южным полюсами планеты.

Рис. СРИ-Ь-4. Земля гигантский магнит.

Подвесьте магнит прямоугольной формы на нитке поодаль от крупных металлических предметов и подождите до тех пор, когда он перестанет поворачиваться. Подсоедините нитку к концам магнита так, как показано на рис. ОР8-Ь-5.

Попросите учащихся объяснить происходящее. Магнит в конце концов остановится в таком положении, при котором его полюса будут расположены вдоль линии, указывающей в северном и южном направлениях. Учащиеся могут проверить направление, указываемое магнитом, сравнив его с направлением, указываемым стрелкой компаса.

Пользуясь компасом, держите его пальцами вытянутой руки. Основание компаса должно быть расположено горизонтально, т. ё.

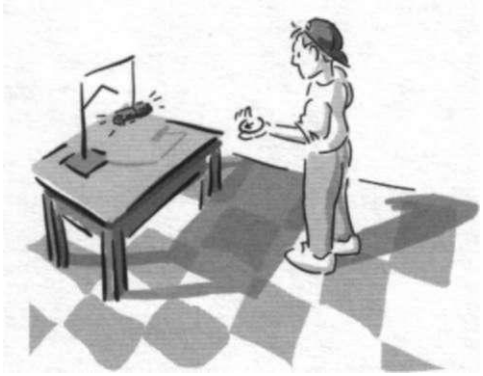


Рис. **ОРЭ-1_-5.** *Подвешенный магнит прямоугольной формы.*

параллельно поверхности земли, чтобы стрелка могла беспрепятственно перемещаться; компас не следует приближать к металлическим предметам. Ожидая того времени, когда стрелка компаса остановится, встаньте таким образом, чтобы вы могли смотреть вдоль верхней поверхности компаса в северном направлении. ***Не размещайте компас поблизости от магнита: взаимодействие локальных магнитных полей может сделать показания компаса неточными***

Этап 3. - Первое ознакомление с измерением углов по компасу (для учащихся с начальным уровнем подготовки)

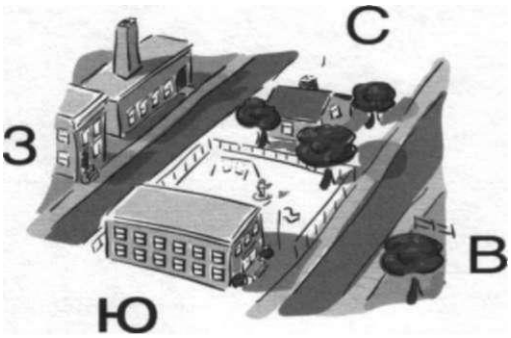
Пользуясь магнитным компасом для определения направления, зарегистрируйте результаты следующих наблюдений на чистом листе бумаги.

- Зарегистрируйте местоположение определенного объекта (например, большого камня, видного в окно классной комнаты) и дату.
- Перечислите все объекты, находящиеся точно в северном направлении от вас (пользуясь компасом для определения направления), точно на восток, на юг и на запад от вас, после чего опишите объекты, находящиеся во всех этих направлениях по отношению к вам.

Скорее всего, наблюдаемые вами объекты не будут соответствовать объектам, изображенным на иллюстрации, но внимательное наблюдение позволит вам зарегистрировать различные объекты, находящиеся в каждом из указанных направлений.

Совет: точно описывайте то, что вы видите, указывая соответствующее направление. Регистрируйте только объекты, постоянно находящиеся на переднем и на заднем плане. Если объекты, наблюдаемые в различных направлениях, похожи, постарайтесь выявить и описать различия между ними.

Рис. GPS 6.Обзорное наблюдение.



Помните о том, что настоящие ученые подготавливают очень точные описания и зарисовки. Они сравнивают результаты своих наблюдений, сделанных в различное время и в различных направлениях. В качестве примера приводятся описания объектов, полученные учащимися двух разных школ (см. рис. GPS - L-6 и GPS - L-7a и 7Ь).

1. На западе: красно-коричневое кирпичное здание с зелеными оконными рамами. На севере от этого здания расположен завод с высокой дымовой трубой.
2. На востоке: участок с одним дубом и оградой.

Задавайте вопросы, относящиеся к наблюдениям, чтобы побуждать учащихся к сравнению результатов наблюдений.

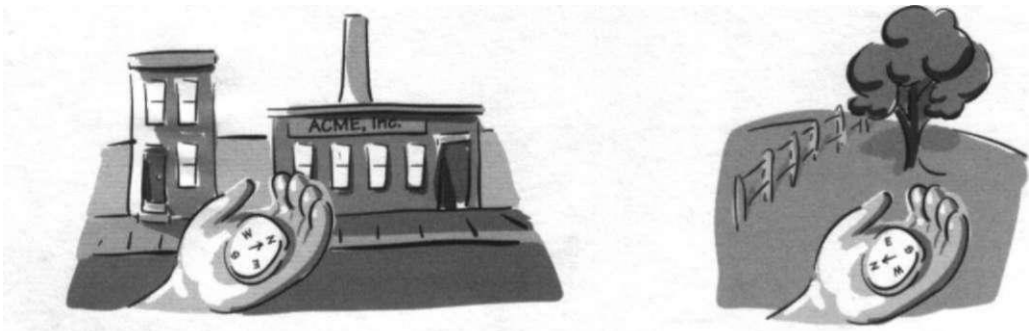


Рис. GPS-L-7a и GPS-L-7b. Вид из окна школы в западном и восточном направлениях.

Этап 4. - Определение углов по компасу (для учащихся среднего и высокого уровня подготовки)

Окружность можно разделить на 360 градусов (360°). См. описание учебного занятия ***«Работа с углами».*** Используемые при навигации направ¬ления, определяемые из одной и той же точки, описываются с указанием углов, откладываемых по такой окружности, причем северное направле¬ние считается нулевым (0°). Восточное направление соответствует 90°, южное — 180°, а западное — 270°.

Угловые направления относительно северного

Углы, определяющие направление, можно откла¬дывать с помощью руки. Как показано на рис. GPS-L-8, если вы вытяните руку и сожмете кулак, а затем отставите большой палец, ширина вашей руки (включая отставленный большой палец) будет составлять примерно 15° (если ваша рука недостаточно велика, можно отставить и мизинец). Таким образом, шестикратная ширина кулака будет соответствовать дуге между северным и восточным направлением (ширина кулака с отставленным большим пальцем соответствует 15 градусам дуги, а угол между северным и восточным направлениями составляет 90 градусов, т. е. шесть раз по 15°).

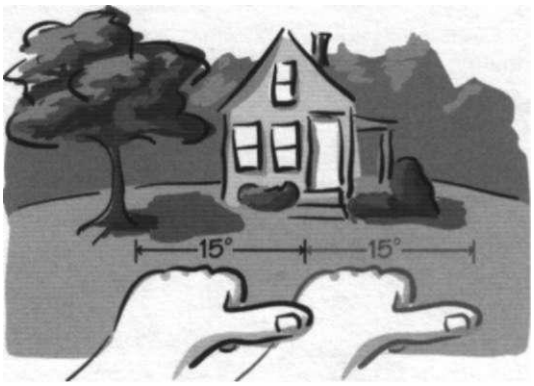


Рис. **GPS-L**^S'. *Откладывание угла величиной 15 градусов с помощью руки.*

Так как ширина кулака разных людей неодинакова, в некоторых случаях требуется отставлять палец на большее или меньшее расстояние, чтобы шестикратная ширина кулака точно укладывалась в дугу величиной 90 градусов. Для того, чтобы точно определить требуемое положение пальцев, можно несколько раз отложить шестикратную ширину кулака вытянутой руки вправо, сверяясь с северным и восточным направлениями по компасу. Замечайте объекты, находящиеся на одной линии с концом вашего большого пальца, после чего перемещайте руку так, чтобы противоположная сторона вашего кулака находилась там же, где раньше находился конец большого пальца. Запомните, насколько вы вытягиваете руку, и на какое расстояние отставлен ваш большой палец; запомнив требуемое положение руки, вы всегда сможете измерять углы таким способом.

Повторяйте измерение углового расстояния между северным и восточным направлениями с помощью кулака до тех пор, пока величина дуги не будет в точности соответствовать шестикратной ширине кулака. Запишите, какие объекты вы видите, откладывая каждый следующий угол в 15 градусов с помощью руки. После того, как вы научитесь уверенно откладывать углы с помощью руки, перейдите к обзорным наблюдениям (см. ниже).

Этап 5. - Обзорные наблюдения (для учащихся с любым уровнем подготовки)

Возьмите лист бумаги и сложите его продольно пополам. Разрежьте лист по сгибу, чтобы получить две длинных одинаковых половины полосы бумаги. Скрепите эти половины липкой лентой и обозначьте на них направления так, как показано на рис. GPS-L-9; север (N) обозначается в двух противоположных углах, а юг (S) — посередине. Регистрируйте результаты наблюдений на этой скрепленной узкой полосе бумаги.

Научившись пользоваться магнитным компасом и определять направления по компасу, встаньте на том же месте, которое вы занимали, когда определяли направления по компасу. Зарисуйте объекты, находящиеся вокруг вас, сделав четыре зарисовки объектов, которые вы видите в север¬ном, южном, восточном и западном направлениях. Учащиеся могут отмечать любые другие направления, находящиеся между четырьмя основными направлениями (например, юго-юго-восточное (SSE), северо-северо-западное (NNW), и т. п.), измеряя соответствующие углы с помощью руки.

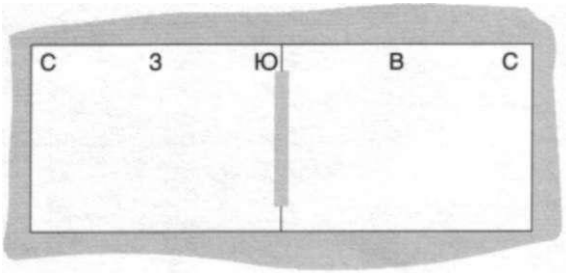


Рис. GP.S-Z.-9. *Подготовка бумажной полосы для регистрации результатов обзорных наблюдений.*

С помощью руки можно измерять также и время. Так как Солнце перемещается по небу на 15 градусов за 1 час, до захода Солнца можно примерно определять время в часах, измеряя, сколько раз укладывается ширина руки от запад¬ ного горизонта до точки, в которой находится Солнце. Если вам известно, в какое время заходит Солнце, вы можете примерно рассчитать время суток без часов!

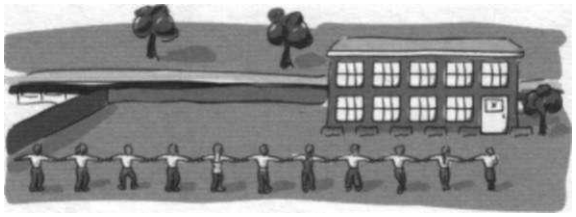


Рис. GP5'-L-ª0. *Учащиеся выстраиваются в цепочку, обратившись лицом к северу.*

Этап 6. - Являются ли северное, южное, восточное и западное направления абсолютными или относительными? (для учащихся с любым уровнем подготовки)

Выйдя на улицу, отметьте точку, расположенную примерно в двух метрах над поверхностью земли (например, закрепите крестообразный знак из липкой ленты на школьном окне), чтобы учащиеся могли встать лицом к северу, вытянувшись цепочкой с запада на восток, так, чтобы крайний учащийся с восточной стороны находился строго к югу от отмеченной точки. Учащиеся должны стоять на расстоянии вытянутой руки друг от друга (см. рис. GPS-L-10).

Прямоугольники, изображенные на рис. GPS-L-11 обозначают индивидуальных учащихся, выстроившихся в цепочку. Взяв в руки компас, первый учащийся определяет направление от себя до отмеченной точки (точка находится строго к северу от первого учащегося, т. е. угол по компасу равен 0°). Учащиеся регистрируют значение «0°» в прямоугольнике, обозначенном номером «1». Затем каждый из учащихся, последовательно, измеряет угол между направлением на север и направлением, , совпадающим с отмеченной точкой. В данном случае направление будет смещаться к востоку, и все полученные значения должны составлять от 0° восток до 90° север.

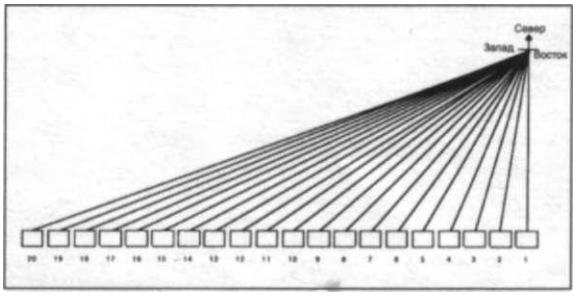


Рис. СРЭ-Р-П. Схема цепочки учащихся, обратившихся лицом к отмеченной точке.

Почему значения, полученные разными учащи¬ мися, слегка отличаются одно от другого? Разве они не смотрят на одну и ту же точку? Углы, показываемые их компасами, относительны, т. е. зависят от их различных индивидуальных положений.

Этап 7 - Направление, указываемое компасом, относительно, т. е. зависит от положения наблюдателя (для учащихся с любым уровнем подготовки)

В практическом отношении, северный и южный магнитные полюса Земли неподвижны и расположены рядом с географическими северным и южным полюсами, совпадающими с осью вращения планеты. В отсутствии других воздействующих на нее магнитов стрелка компаса устанавливается в положении, соответствующем направлению от южного к северному магнитному полюсу Земли, т. е. указывает на северный магнитный полюс. (Магнитные полюса Земли не смещаются на заметное расстояние в течение жизни одного поколения людей.)

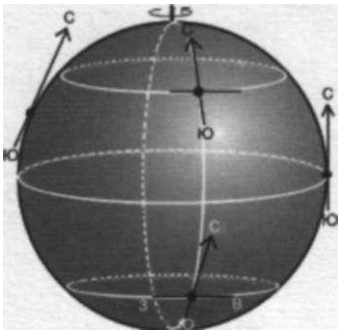


Рис. ***ОРЪ-\--12.*** *Направление на север, определяемое в различных точках поверхности Земли.*

Магнитные полюса Земли кажутся неподвиж¬ ными. Тем не менее, наблюдатель, находящийся на экваторе, заявит, что направление на север совпадает с прямой, касательной сфере Земли, тогда как другой наблюдатель, находящийся посередине между экватором и северным полюсом, заявит, что в его случае направление на север также совпадает с прямой, касательной к сфере Земли. При этом эти две прямые не

параллельны (см. рис. GPS-L-12). Следовательно, они не указывают в одном и том же направлении. Возьмите глобус и отметьте несколько пунктов в различных частях света. Вы увидите, что направление, называемое северным, зависит от расположения пункта, в котором определяется это направление. Следовательно, северное, южное, восточное и западное направления — относительные направления. Они определяются посредством откладывания угла от направления на северный магнитный полюс относительно пункта, в котором производится измерение.

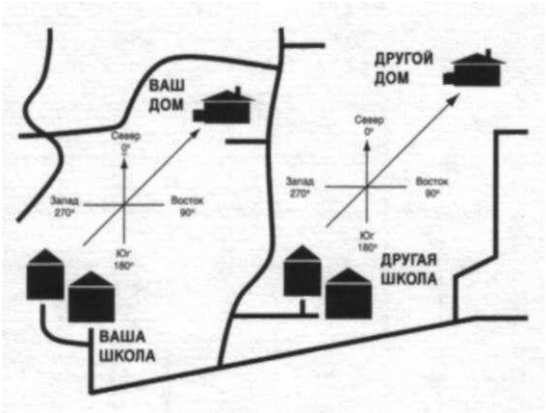


Рис. ОР8-Ь-13. Направления от дома к школе различны для различных учащихся.

Дальнейшие предпосылки. Направления не обязательно уникальны, т. е. могут совпадать. К каким проблемам это приводит? Для навигации между двумя случайно выбранными пунктами требуется известная неподвижная точка отсчета. Если направления сообщаются наблюдателя, находящимся в различных пунктах, они должны предварительно согласовать расположение какой-то определенной точки, по отношению к которой они смогут определять свое положение. Индивидуальные исходные и концевые точки маршрутов (например, пункты отправления и назначения торгового пути) позволяют применять абсолютную (неподвижную) систему отчета, например, систему координат, нанесенную на карту. Широтно-долготная система координат представляет собой такую неподвижную систему отчета для сферической поверхности нашей планеты.

Пользуясь зарисовкой и картой на рис. СРБ-Ь-13, разъясните учащимся понятия относительного и абсолютного направления и относительного и абсолютного местоположения (см. глоссарий). Увеличенное изображение той же карты включено в приложение к этому разделу руководства. Вы можете изготовить ее копии и раздать их учащимся.

Опишите, в каком направлении вы возвращаетесь из школы домой. Затем опишите, в каком направлении вы возвращались бы домой из другой школы. Потом задайте вопрос: «В чем заключается разница между этими направлениями?»

Загадка, относящаяся к направлениям. Некто строит дом. Все наружные стены дома обращены на юг. К дому подходит медведь. Какого цвета этот медведь? (Ответ: белого. Если все стены дома обращены на юг, этот дом должен находиться на северном полюсе. А за полярным кругом обитают только белые медведи.)

Этап 8. - Описание местоположения (для учащихся с любым уровнем подготовки)

Требуется ввести абсолютные системы отсчета для описания местоположений различных пунктов. Учащиеся разовьют пройденный ранее материал, отвечая на вопросы «Где я нахожусь» и «Где находится тот или иной объект?», а также поймут, что вопрос «Где?» требует достаточно определенного разъяснения, позволяющего однозначно сообщать другим о местоположении человека или пункта. Учащихся просят указывать направления с использованием какой-то согласованной системы отсчета или системы координат, а не относительно их собственного местоположения. Такими системами отсчета являются картезианская (прямоугольная) система координат (система координат с осями ***x*** и ***y***, используемая в геометрии и алгебре) и широтно-долготная система координат.

Пусть два учащихся, каждый из которых держит в руках шахматную доску, встанут спиной друг к другу так, чтоб ни один из них не видел доски другого. Дайте одному из учащихся две шашки и попросите его разместить их в любых клетках его шахматной доски. Не предъявляя никаких других требований, попросите этого учащегося описать другому учащемуся расположение шашек на доске так, чтобы другой учащийся мог расположить две другие шашки в тех же клетках на своей доске, Повторите этот эксперимент, начиная со второго учащегося.

Рис. OP5-Ь-14
Описание местоположения шашек.

Обсудите, каким образом эти два учащихся сообщают друг другу информацию. Каким обра¬зом они могут объяснить друг другу расположение пешек на доске? Что позволяет точно описать их положение, и какой вопрос связан с наибольшими затруднениями?

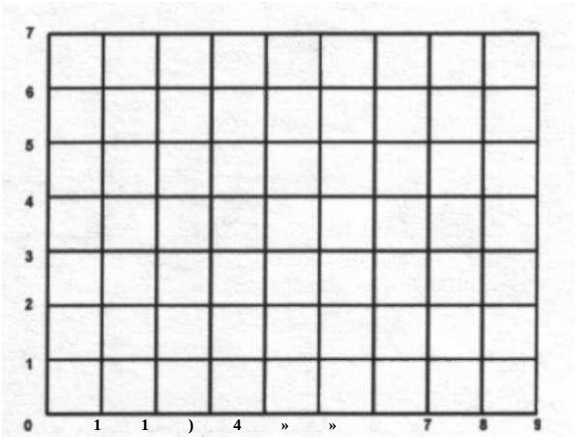


Рис. OP8-Б-15. Разметка координатной бумаги.

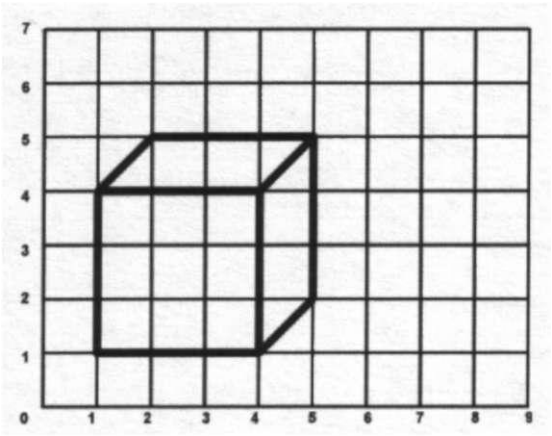
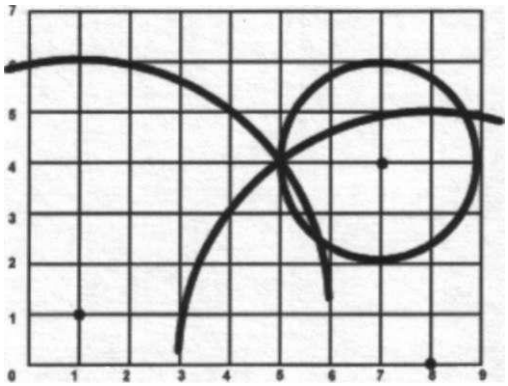


Рис. СР8-Ь-16 Результат построения простого

Затем поручите учащимся начертить простой график, проводя прямые линии от одной описываемой координатами точки до другой (см. рис. СРБ-Ь-Iб).

От (4,1) до (4,4)От (4,1) до (5,2)От (5,2) до (5,5)
От (1,4) до (1,1)От (1,1) до (4,1)От (1,4) до (4,4) От (1,4) до (2,5)От (2,5) до (5,5)От (4,4) до (5,5)



Обсудите с учащимися, какая информация необходима для нахождения точек в системе координат и построения графиков. Например, для построения одного прямого отрезка необходимо знать координаты начальной и конечной точек этого отрезка.

Возьмите еще один лист миллиметровой бумаги или бумаги, на которой начерчена система координат, определите положение точки (7,4) и начертите с помощью циркуля дугу, радиус которой равен двум координатным единицам. Установив острие циркуля в точке (1,1), начертите дугу с радиусом в пять координатных единиц, пересекающую первую дугу. Наконец, начертите третью дугу, с радиусом в пять координатных единиц, установив острие циркуля в точке (8,0). В каких точках пересекаются эти дуги? Сколько дуг требуется для того, чтобы определить местоположение одной точки?

Предположим, что с помощью картезианских координат, приведенных на рис. СР8-Ь-1, подго¬тавливается карта части океана, и что сторона каждой квадратной клетки системы координат соответствует расстоянию, которое радиосигнал проходит за одну миллисекунду.

Таблица СРБ-Ь-!

Корабль	Местоположение	Время перемещения сигнала Кол-во миллисекунд
«Александрия»	(0,0)	4,0
«Корсика»	(1,5)	2,0
«Цюджу»	(6,3)	3,5

Местоположение кораблей и время, необходимое для того, чтобы сигнал «Бейнбриджа» достиг каждого из кораблей.

Широта Долгота

Наименование		
36°С	139°В	_____
60°С	30°З	_____
27°Ю	109°З	_____
90°Ю	0°В	_____
90°Ю	180°З	_____
—	—	Ваше местоположение
—	—	Местоположение противоположного пункта

Таблица СР8-Ь-2. Пункты, расположенные на глобусе

В море находятся три корабля: «Александрия» в пункте (0,0), «Корсика» в пункте (1,5) и «Цюджу» в пункте (6,3). Радист каждого из этих кораблей принимает сигнал бедствия, переданный четвертым кораблем, «Бейнбридж». Регистрация времени, уходящего на передачу сигнала бедствия от корабля «Бейнбридж» до трех других кораблей, которые могут придти ему на помощь, поможет навигаторам этих кораблей определить положение корабля «Бейнбридж». Можете ли вы наитие корабль, который терпит бедствие? (Измерение времени передачи сигнала является основой радиолокации и глобального спутникового позиционирования.)

Этап 10. - Описание географического местоположения (для учащихся со средним и высоким уровнем подготовки)

На глобусе линии, направленные с востока на запад, соответствуют постоянным широтам, а линии, направленные с севера на юг, соответствуют постоянным долготам. Попросите учащихся обсудить, в чем состоит сходство этих линий с линиями, используемыми в картезианской (прямоугольной) системе координат, и чем они отличаются. Найдите пункты, перечисленные в таблице ОР8-Ь-2.

Возьмите глобус и найдите пункт, в котором вы находитесь. Оцените значения широты и долготы этого пункта, глядя на глобус. Затем найдите на глобусе пункт, противоположный вашему место¬положению, и оцените его широту и долготу. Как соотносятся широтно-долготные координаты этих двух противоположных пунктов?

Примечание: На этапах 8, 9 и 10 разъясняются концепции, сходные с концепциями, изложенными в описании учебного занятия ***«.Трехмерное моделирование»*** в разделе ***«Изучение земного покрова и биологические исследования».***

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

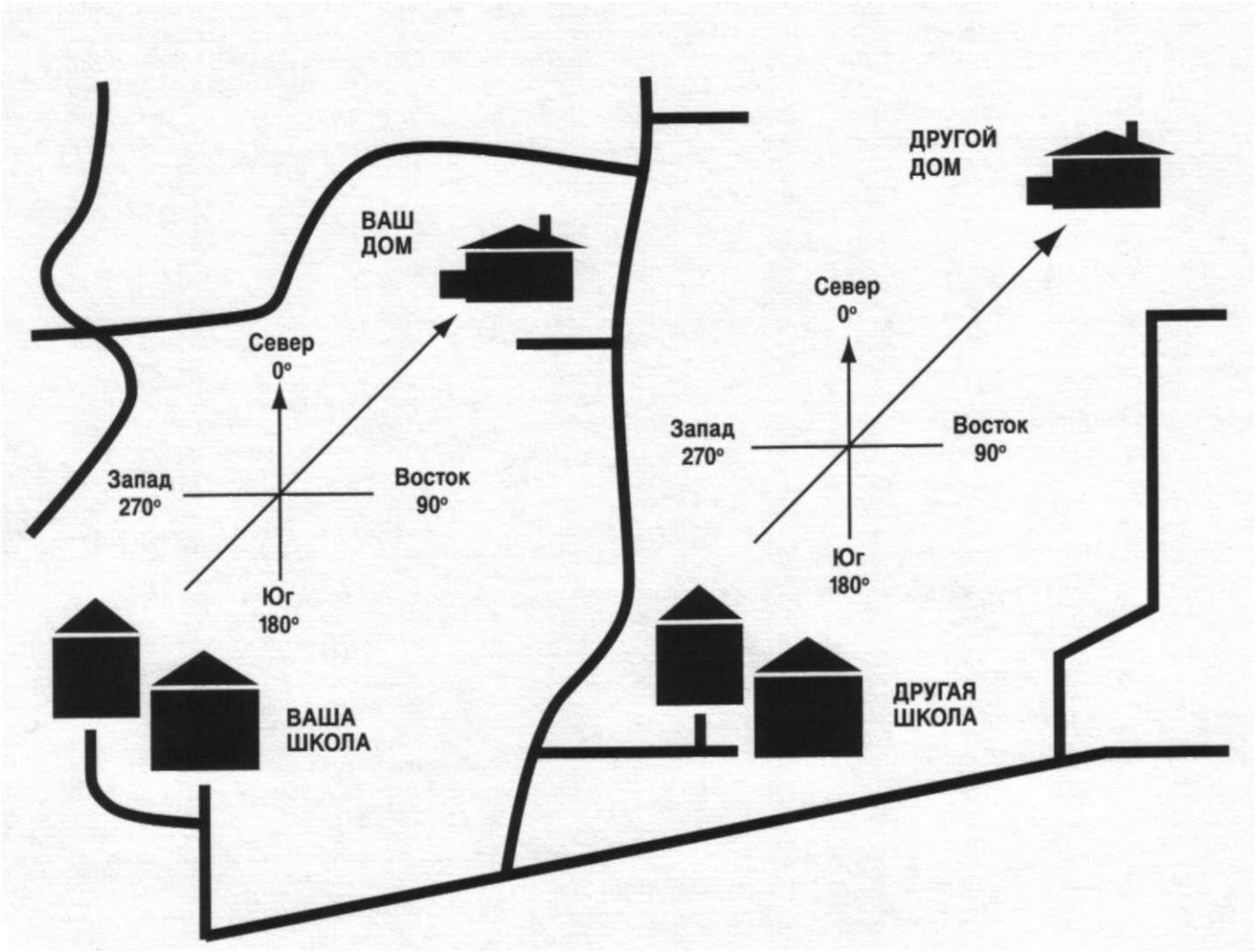
В отношении учащихся младших классов могут оказаться более целесообразными качественные описания результатов измерений. Например, указываемое компасом направление может быть более понятным, если его называть направлением на северо-восток, а не направлением под углом 45 градусов к северу. В отношении учащихся старших классов может оказаться целесообразным применение многих количественных методов оценки и аналитических методов. Например, учащиеся старших классов могут пользоваться теоремой Пифагора, определяя расстояния между пунктами в системе координат на плоскости.

Оценка успехов учащихся

Поручите учащимся определить широту и долготу различных городов и других географических пунктов. Дайте им список городов и поручите им записать широту и долготу каждого из этих городов. Кроме того, поручите им определить расстояния между географическими пунктами.

Исследования с помощью GPS

Карта расположения школ



Исследования с помощью GPS

Лист регистрации координат участков

Потребуется как минимум один экземляр листа регистрации координат участков в расчете на каждый из участков исследований и отбора образцов, используемых в рамках программы GLOBE. Произведя полевые измерения с помощью GPS и усреднив координатные данные, занесите результаты на один из листов регистрации данных GPS и загрузите их в базу данных программы GLOBE. С этой целью можно вызвать страницу ввода данных GPS с основной адресной страницы программы GLOBE в сети World Wide Web (http://www.globe.gov). Загрузите полученные данные, относящиеся к каждому из используемых вами участков (атмосферных исследований, изучения земного покрова и биологических исследований, гидрологических исследований, определения характеристик почвы и изучения влажности почвы, а также вашей школы). Загружаемые данные следует округлять до 0/)1 минуты, в зависимости от показаний вашего приемника GPS.

Тип участка

(атмосферных исследований, гидрологических исследований и т. п.)

Описание участка

(не более 25 символов)

Усредненное значение широты

(целочисленное количество градусов, количество минут после запятой, северной или южной (N/8) широты)

Усредненное значение долготы

(целочисленное количество градусов, количество минут после запятой, восточной или западной (E/W) долготы)

Время выполнения первого наблюдения

Часов, минут и секунд всемирного времени (UT)

Тип приемника

Magellan Trailblazer XL и номер на ярлыке UNAVCO

или

номер модели изготовителя и серийный номер

Работа суглами

Предназначение занятия

Ознакомление учащихся с концепцией угла.

Демонстрация того, каким образом широтно-долготная система координат возникла на основе угловых измерений Земли.

Демонстрация угловых величин меньше одного градуса, необходимых для измерений в рамках программы GLOBE.

Демонстрация методов регистрации и арифметического расчета различных угловых величин.

Обзор

Учащиеся знакомятся с методами выполнения арифметических операций с угловыми величинами и их усреднения. Одновременно они знакомятся с единицами измерения углов (градусами, минутами и секундами), методами преобразования угловых величин в градусах, минутах и секундах в десятичные градусы, и причины, по которым требуется такое преобразование.

Продолжительность

От одного до трех классных занятий, в зависимости от выбранного учителем объема материала.

Уровень подготовки учащихся

Средний (промежуточный) и высокий.

Важнейшие концепции

Углы измеряются в градусах, минутах и секундах или в десятичных градусах.

Приемники GPS указывают угловые величины в градусах и минутах.

Навыки

Преобразование угловых величин, выраженных в градусах, минутах и секундах, в угловые величины, выраженные в десятичных градусах.

Сложение и *вычитание* угловых величин, выраженных в градусах и минутах.

Усреднение угловых величин, выраженных в градусах и минутах.

Материалы и инструменты

Не требуются. (Калькулятор, выполняющий операции сложения и вычитания, позволит ускорить арифметические операции.)

Подготовка

Не требуется.

Предварительные условия

Навыки сложения, деления, выполнения операций с десятичными дробями.

Единицы измерения угловых величин: градусы, минуты и секунды

Предпосылки

Угол — величина, измеряющая расстояние по окружности. Угол образуется двумя линиями, начинающимися в одной точке.

Углы поддаются измерению. Единицы измерения углов называются градусами. Окружность разделяется на 360 градусов (360°).

На рис. OP8-Ь-18 и CP8-Ь-19 показаны различные виды углов.

Подготовка и проведение занятия

Поручите учащимся нарисовать круглый пирог и «разрезать» его на восемь одинаковых частей. Спросите их, какой угол образуется сторонами каждого из восьми кусков пирога: 36078 = 45°.

Некоторые из учащихся могут разрезать «пирог» несимметрично, не через центр. Другие могут разрезать его на прямоугольные части. Разные учащиеся могут делать различные допущения. Обсудите полученные ими результаты. Попросите их разрезать ту же фигуру на 4, 10 и 12 одинаковых частей. В результате должны получиться радиально симметричные «куски» с вершиной в центре «пирога», стороны которых образуют углы в 90, 36 и 30 градусов.

Дополнительные сведения об углах

Предпосылки

Долгота и широта — углы, измеряемые по окружности, описывающей ось вращения нашей планеты, и между экватором и полюсами, соответственно. Континенты по своему размеру могут соответствовать десяткам градусов широты и долготы. Тем не менее, в случае небольших расстояний, таких, как длина участка

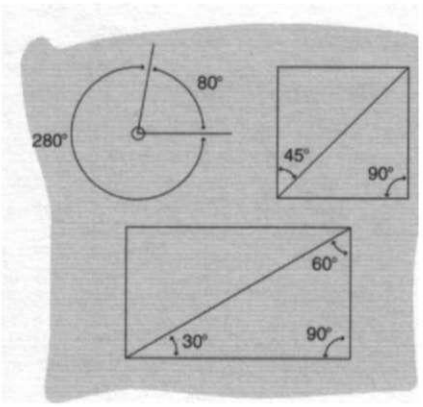


Рис. GPS-L-18. Различные углы.

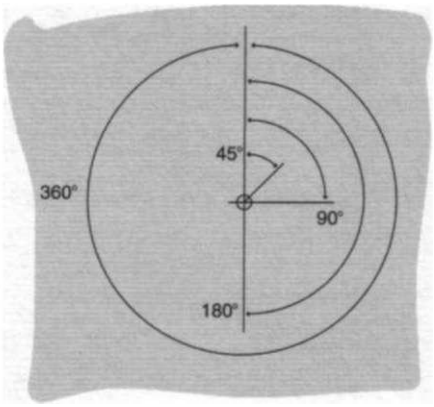


Рис. GPS-L-19. Некоторые особые углы.

исследовании, используемого в программе GLOBE (30 x 30 метров), угловые величины широты и долготы составляют доли градуса или только несколько секунд дуги.

Малые углы. Иногда возникает необходимость в измерении углов, величина которых меньше одного градуса. Каждый градус разделяется на 60 минут. Можно сказать, что одна третья часть градуса равна 20 минутам. Иногда говорят, что угол равен 20 «минутам дуги», чтобы не путать единицы измерения углов с единицами измерения времени.

Несмотря на то, что Луна находится на расстоянии 384 500 километров от Земли и что ее диаметр равен 3200 километрам, ее угловая величина, для наблюдателя, стоящего на поверхности Земли, составляет половину градуса, или 30 минут дуги (см. рис. OP8-E-20). Интересное совпадение заключается в том, что Солнце, звезда диаметром 1,3 миллиона километров, отстоящая от Земли на 148 миллионов километров, имеет такую же угловую величину для земного наблюдателя. (Именно поэтому Луна почти точно закрывает Солнце во время затмения.)

С целью измерения еще меньших углов каждая минута дуги делится на 60 частей, которые называют секундами или секундами дуги.

Астрономы, описывающие небесные явления в угловых величинах, используют градусы, минуты и секунды. В момент наибольшего приближения к Земле, планета Юпитер имеет угловую величину, составляющую около 47 секунд дуги. Этот угол настолько мал, что Юпитер выглядит в глазах большинства людей точкой на небе, но при наблюдении в небольшой телескоп или даже в бинокль принимает форму диска. Такую же угловую величину имеет монета для наблюдателя, рассматривающего ее с другого конца футбольного поля.

Пример числового выражения расстояния в виде угловой величины: расстояние между двумя звездами по окружности неба соответствует трехкратной ширине Луны, то есть равно 1 градусу, 30 минутам и 0 секунд. Такая угловая величина записывается следующим образом: 1° 30' 0".

Почему существуют градусы, минуты и секунды; задача

Земля совершает полный оборот вокруг Солнца за 365,25 дня. Древние астрономы этого не знали, и составляли свои календари на основе наблюдений за положением небесных тел. Они

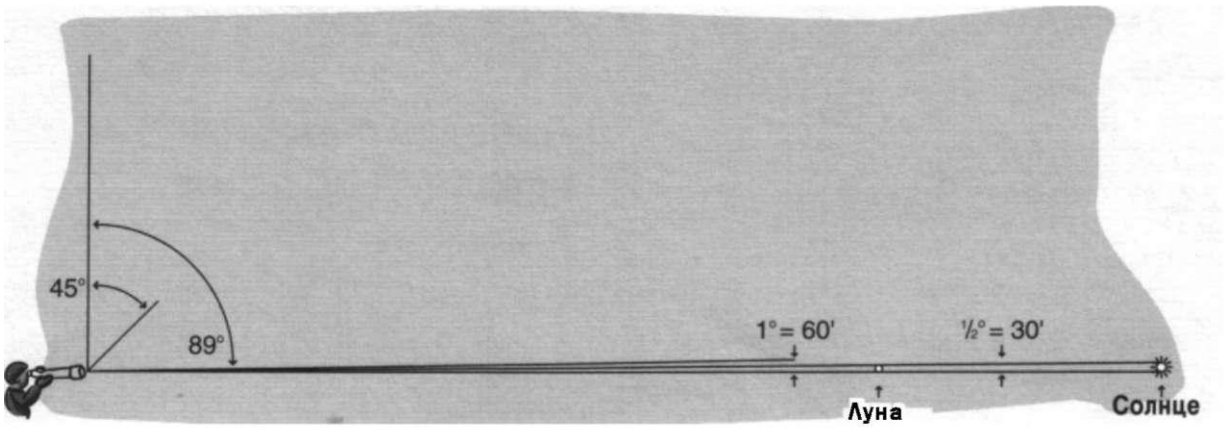


Рис. GPS-L-20. 1/2 градуса =30 минутам; Солнце и Луна.

заметили, что звезды и образуемые ими созвездия перемещаются по небу по мере смены времен года, и что до возвращение созвездия в то же место на небе, которое оно занимало раньше в то же время ночи, проходит примерно 360 дней.

Подготовка и проведение занятия

Триста шестьдесят (360) — удобное число, с которым легко выполнять арифметические операции. Оно делится без остатка на множество других чисел.

Поручите учащимся составить список целых чисел, на которые 360 делится без остатка, и попытаться пояснить культурное, историческое и физическое значение этих чисел. Например:

2	12
3	15
4 (времени года)	18
5 (половина 10)	20 (пальцев рук и ног)
6	24
8	30 (прибл. количество
9	суток в лунном месяце)
10 (пальцев)	90 (прибл. количество дней
	в одном квартале)

Так как движение по окружности циклично, подобно смене времен года, окружность разделили на 360 градусов. В течение длительного времени считалось, что год состоит из 360 дней.

Измерение Земли углами

Предпосылки

В связи с тем, что наша планета имеет сферическую форму, мы можем измерять расстояния на ее поверхности с помощью угловых величин, отсчитываемых по отношению к центру Земли. Один градус соответствует расстоянию в 111 км на закругленной поверхности Земли. Это расстояние больше, чем расстояния, на которые люди обычно перемещались. Поэтому используется меньшая угловая величина: градус был разделен на 60 минут. Одна минута дуги земной поверхности равна одной морской (навигационной) миле (около 1,8 км), и моряки пользовались морскими милями для измерения расстояний в течение веков. Скорость, равная одной морской миле в час, называется узлом. Несмотря на то, что метрические единицы получили всемирное распространение и признание, как морские мили, так и узлы все еще используются в морском деле и иногда в авиации.

Мы продолжаем пользоваться градусами, минутами и секундами, измеряя углы. Тем не менее, следующие углы эквивалентны:

Четверть окружности = 90°
Диаметр Луны = 0,5° = 30'
Диаметр Юпитера = 0,013° = 0,79' = 47"

Несмотря на то, что угловую величину диаметра Юпитера, наблюдаемого с Земли, можно выразить как «тринадцать тысячных градуса», большинство ученых предпочитает выражение «сорок семь секунд дуги». Люди, по всей видимости, предпочитают пользоваться целыми числами, а не дробями, и возможность использования минут и секунд позволяет выражать малые углы в целых числах. С другой стороны, люди редко используют выражение «1800 секунд дуги» вместо «30 минут дуги» или «5400 минут дуги» либо «324000 секунд дуги» вместо «90 градусов».

Проблема состоит в том, что нам приходится пользоваться несколькими различными единицами (градусами, минутами и секундами), каждая из которых позволяет выразить одну и ту же угловую величину. Применение некоторых из этих единиц способствует интуитивному сравнению углов, сильно отличающихся по величине, но использование различных единиц может усложнять арифметические операции с углами.

Преобразование обычных градусов, минут и секунд в десятичные градусы

Использование градусов, минут и секунд может приводить к возникновению проблем, если требуется соотнести несколько углов, измеренных с применением этих единиц в различных сочетаниях.

5° 45' 0" = 5,75°
0° 30' 0" = 0,5°

Что, если потребуется увеличить первый угол на половину градуса (т. е. на 30 минут)? Величина нового угла будет равна сумме величин первых двух углов. Хотя эту задачу можно решить, прибавляя градусы к градусам и минуты к минутам, взгляните на пример того, что получается при таком сложении. Сложение 45 минут и 30 минут дает 75 минут, т. е. величину больше 1 градуса. Таким образом, величина нового угла может быть названа равной 5 градусам, 75 минутам и 0 секунд.

	Расчет	Результат в десятичных градусах
Секунды	9"/60/60	0,0025°
Минуты	15'/60	0,2500°
Целые градусы	25°	25,0000°
Десятичные градусы		25,2525°

Таблица иРБ-ь-3. Преобразование 25 градусов, 15 минут и 9 секунд в десятичные градусы.

Тем не менее, значение, полученное в минутах, больше 1 градуса. В этом случае предпочтительно учеличить количество градусов на единицу и уменьшить количество минут на 60, т. е. получить значение 6° 15' 0". Теперь количество минут соответствует только части одного градуса.

Некоторым людям (геодезистам, плотникам, чертежникам, астрономам) приходится выполнять много арифметических операций с угловыми величинами. Такие операции могут быть весьма запутанными, особенно если количество секунд не равно нулю. Поэтому желательно преобразовывать углы, выраженные в градусах, минутах и секундах, в углы, измеряемые десятичными градусами (см. таблицу GPS-L-3).

Преобразование градусов, минут и секунд в десятичные градусы

Секунды преобразуются в десятичные градусы посредство их деления дважды на 60. Минуты преобразуются в десятичные градусы посредством их деления на 60 один раз. Целочисленные значения градусов остаются теми же. Три полученных числа складываются, и их сумма представляет собой величину угла, выраженную в десятичных градусах (см. таблицу GPS-L-3).

Преобразование десятичных градусов в градусы, минуты и секунды

Операции производятся только со знаками после запятой. Целочисленное количество градусов не меняется. Десятичная дробь умножается на 60 с получением количества десятичных минут, с десятичными знаками после запятой. Независимо от целочисленного количества минут, полученная десятичная дробь после запятой снова умножается на 60, что дает количество десятичных секунд.

Сочетание целочисленного количества градусов с полученным целочисленным количеством минут и полученным количеством секунд позволяет выразить угловую величину в градусах, минутах и секундах.

Почему приемники GPS указывают значения в градусах и минутах?

Приемники глобальной системы позиционирования (GPS) предоставляются в аренду участникам программы GLOBE. Приемник GPS выражает измеренные значения широты и долготы в градусах (целое число) и десятичных минутах (следующее целое число с дробью после десятичной точки). Десятичные минуты указываются с разрешением до двух знаков после десятичной точки. Типичный результат измерения широты, например, может быть выражен следующим образом: 35° 15,01'. Почему вместо десятичных минут не использу¬ются секунды? Потому что число, округленное до 0,01 минуты дуги, точнее, чем число, округленное до одной секунды дуги.

0,0Г равна 1/100 минуты. Это число меньше, чем 1/60 минуты. Если бы две последние цифры угловой величины обозначали секунды, последняя цифра соответствовала бы углу, большему, чем угол, описываемый последней цифрой в формате «15,01». Таким образом, инженеры, проектировавшие приемник GPS, представили угловые величины в формате, позволяющем измерять меньшие углы, используя то же количество знаков. Такой формат позволяет добиться более высокого разрешения при измерении угловых величин и, следовательно, точнее рассчитывать значения широты и долготы. Для того, чтобы измерять широту или долготу с той же точностью, пользуясь секундами дуги, потребовалось бы добавить еще один знак, выражающий десятые доли секунды (например, 35° 15' 00,6") на дисплее прибора, что привело бы к повышению его себестоимости.

Многие приемники GPS могут быть запрограммированы так, чтобы они указывали величины углов в различных единицах и форматах. От вас, как от исследователя, зависит, какой способ выражения угловых величин лучше соответствует вашим требованиям. Если требуется повышение разрешения прибора без вывода на дисплей и регистрации большего количества знаков, лучше использовать десятичные градусы вместо градусов, минут и секунд.

Арифметические операции с градусами и минутами

Сложение угловых величин, выраженных в градусах и минутах, затруднительно. Несмотря на то, что арифметические операции с величиными, выраженными в градусах, минутах

и секундах, возможны, легче преобразовывать все эти величины в десятичные градусы, выполнять арифметические операции, а затем преобразовывать результат обратно в предпочитаемые единицы.

Подготовка и проведение занятия

Сложение угловых величин, выраженных в различных единицах

Предложите несколько угловых величин, выра¬женных в градусах, в градусах и минутах и в градусах, минутах и секундах. Поручите учащимся сложить эти величины. Некоторые из учащихся могут понять, что после того, как количество минут или секунд превысит 60, следует увеличивать на единицу количество, соответственно, градусов или минут, так же, как увеличивается количество десятков после того, как количество единиц превышает 10.

Усреднение угловых величин, выраженных в градусах и минутах

Предпосылки

В ходе проведения практической работы с прием¬ником GPS требуется усреднение 15 значений широты и 15 значений долготы. Такое усреднение сглаживает небольшие отклонения, возникающие со временем в ходе регистрации значений. Для того, чтобы усреднить последовательность чисел, необходимо сложить все эти числа, а затем разделить полученную сумму на количество сложенных чисел. Таким образом, для усреднения требуется выполнение операций сложения и деления. Последовательность 15 угловых величин, выраженных в градусах и десятичных минутах, легче поддается усреднению, если эти значения будут предварительно выражены в десятичных градусах. Преобразуйте все 15 значений в десятичные градусы, выполните операции сложения и деления, после чего преобразуйте полученный результат обратно в градусы и десятичные минуты.

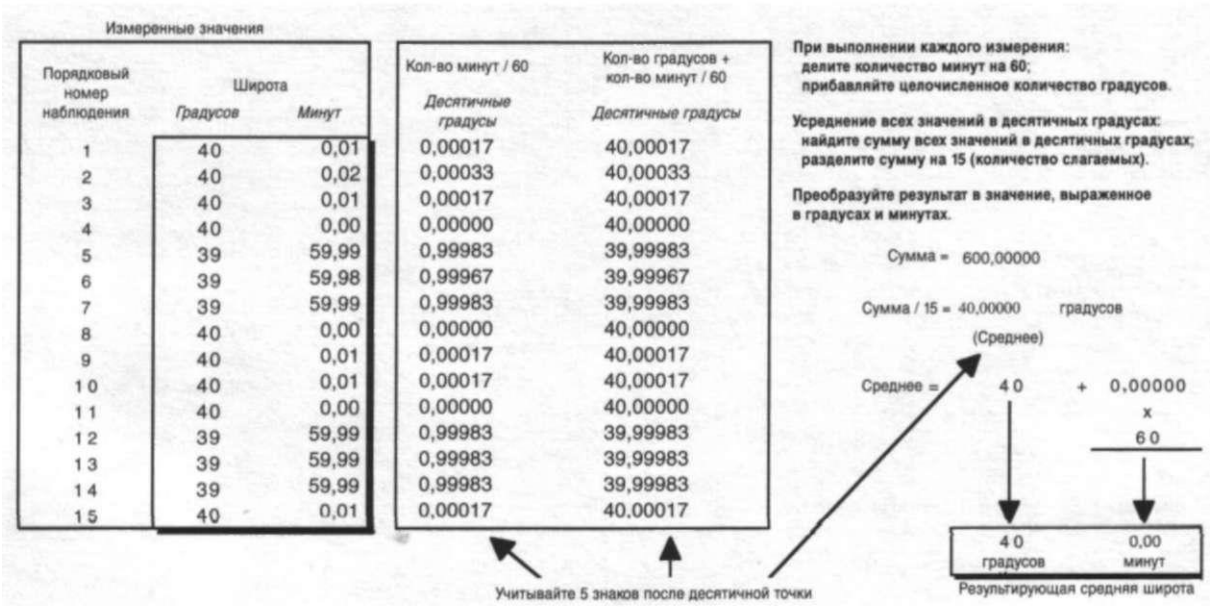
Выполняя операции со значениями широты и долготы, учитывайте пять знаков после десятич¬ной точки или запятой в получаемых промежуточных значениях, чтобы точность расчетов соответствовала обеспечиваемому приемником разрешению, составляющему 0,01 минуты дуги.

Пример усреднения

В городе Боулдер, штат Колорадо, США, есть пролегающая с востока на запад улица, называемая Бейслайн роуд. Эта улица расположена на 40 градусе северной широты. Если вы стоите на тротуаре этой улицы и регистрируете 15 значений, полученных с помощью приемника GPS, зарегистрированные результаты могут оказаться теми, которые перечислены ниже.

Для того, чтобы получить среднее значение, каждый из результатов измерения преобразуется в десятичные градусы. Затем значения, выражен¬ные в десятичных градусах, складываются, а сумма делится на 15 с получением среднего

Рис. OP8-Ь-21.



значения широты в десятичных градусах. Наконец, это значение, выраженное в десятичных градусах, преобразуется в величину, выраженную в градусах и минутах.

Подготовка и проведение занятия

Снова предложите учащимся последовательность из 15 угловых величин, выраженных в градусах и десятичных минутах. Десятичные минуты должны быть указаны с точностью до 0,01 минуты дуги, в соответствии с разрешением используемого приемника GPS. Поручите учащимся усреднить эти значения, предварительно преобразовав их в десятичные градусы, получив сумму десятичных значений, разделив ее на количество слагаемых и преобразовав полученный результат обратно в градусы и десятичные минуты. Перед тем, как поручать эту задачу классу, рекомендуется предварительно проверить промежуточные и окончательный результаты.

Определение времени по положению Солнца

Предпосылки

Так как Земля совершает полный оборот (в 360 градусов) за сутки (за 24 часа), небесные тела (Солнце, Луна, звезды) перемещаются по кажущемуся небесному своду на 15 градусов в час (360°/24 часа). Ширина кулака вытянутой руки с отставленным большим пальцем у большинства людей соответствует примерно 15 градусам окружности кажущейся небесной сферы (см. обсуждение угловой величины, измеряемой рукой, с соответствующими иллюстрациями, в описании учебного занятия «Относительное и абсолютное направления» в этом разделе). Таким образом, кулак вытянутой руки представляет собой переносной инструмент, ширина которого соответствует по времени одному часу перемещения Солнца (или Луны) по небесному своду. Измерив, сколько раз ширина кулака укладывается в расстояние от западного горизонта до Солнца, вы можете определить, сколько часов осталось до захода Солнца. Если вам известно, в какое время заходит Солнце, вы можете приблизительно определить время суток без часов!

Подготовка и проведение занятия

Определите местное время восхода и захода Солнца (это время обычно сообщается в местной газете). Определите местоположение восточной и западной точек восхода и захода Солнца, наблюдаемых из вашей школы.

Поручите учащимся выйти на улицу и измерить и зарегистрировать расстояние от Солнца до точки восхода или захода Солнца на горизонте (в зависимости от того, какая из них ближе), выраженное в единицах ширины кулака. Наилучшие результаты можно получить рано утром или ближе к вечеру, когда Солнце находится недалеко от горизонта. Предупредите учащихся, что не следует смотреть прямо на Солнце, и зарегистрируйте время, в которое учащиеся будут производить свои измерения.

Расстояние, выраженное в единицах ширины руки, должно примерно соответствовать количеству часов с тех пор, как Солнце взошло или до тех пор, как оно зайдет. Каждый из учащихся должен прибавить полученное количество часов к значению времени восхода Солнца или вычесть его из значения времени захода Солнца, приблизительно определяя время суток. Для того, чтобы уточнить результаты, усредните значения времени, полученные всеми учащимися. Пользуясь усредненным значением, прибавьте его к значению времени восхода Солнца или вычтите его из значения времени захода Солнца. После того, как индивидуальные и коллективные расчеты будут закончены, объявите время, зарегистрированное с помощью часов, и обсудите полученные результаты (см. описание учебного занятия «В ***чем состоит правильный ответ?»*** в этом разделе руководства).

Адаптация материала для учащихся младших и старших классов

Учащиеся младших классов могут округлять время суток и расстояние, выраженное в единицах ширину кулака, с точностью до ближайшего часа; таким образом, им придется выполнять операции только с целыми числами. Учащиеся старших классов могут попытаться повысить точность измерений, тщательно определив точку на горизонте, где восходит или заходит Солнце, измерив угловую величину от Солнца до этой точки с точностью до долей ширины кулака и преобразовав полученное значение в значение времени, выраженное в часах и минутах. Этот метод может оказаться неожиданно точным!

Астронавигация

Предназначение занятия

Определение широты и долготы другого участка посредством измерения угла возвышения Солнца в солнечный полдень.

Обзор

Учащиеся знакомятся с учащимися другой школы, расположенной на расстоянии не менее 500 км от первой. Учащиеся обеих школ договариваются произвести измерения угла возвышения Солнца на участках рядом с обеими школами, широта и долгота которых известны, в солнечный полдень, в один и тот же день. Учащиеся обеих школ рассчитывают широту и долготу участка, расположенного рядом с другой школой, после чего они обмениваются результатами и сравнивают их.

Продолжительность

4 классных занятия.
Обзор занятий, оценка времени местного солнечного полудня, всемирное время, установка часов, планирование.
Построение клинометра, установка вертикального шеста, проверка горизонтальности опорной поверхности.
Выполнение измерений.
Выполнение расчетов, обсуждение и сравнение результатов, полученных двумя школами.

Уровень подготовки учащихся

Промежуточный (средний) и высокий.

Важнейшие концепции

Измерения времени и угла возвышения Солнца с целью определения разницы между широтой и долготой двух пунктов.

Навыки

Измерение углов:
использование клинометра *(средний уровень подготовки);*
использование тригонометрических методов *(высокий уровень подготовки).*

Точная установка часов.

Преобразование местного времени во всемирное время.

Использование компаса с целью определения северного и южного направлений.

Сложение и вычитание углов.

Умножение и деление (высокий уровень подготовки).

Применение тригонометрической функции тангенса.

Материалы и инструменты

Участок под открытым небом с плоской поверхностью, с которого видно Солнце в солнечный полдень.

Шест, который можно вертикально установить на плоской поверхности.

Рулетка или линейка, достаточно длинная для измерения высоты шеста и длины самой короткой тени с точностью до миллиметра.

Часы, показывающие местное время.

Магнитный компас или указатели приблизительного направления на север (юг).

Клинометр (*средний уровень подготовки*).

Таблица значений тангенсов углов или научный калькулятор (*высокий уровень подготовки*).

Глобус или карта мира.

Рабочие листы.

Компьютер и сервер базы данных учащихся-участников программы GLOBE.

Подготовка

Определение широты и долготы вашего участка.

Договоренность с другой школой о выполнении измерений в один и тот же день.

Построение и испытание клинометра, используемого при изучении земного покрова и биологических исследованиях.

Установка местного времени на часах.

Приблизительная оценка времени местного солнечного полудня.

Предварительные условия

Проведение занятия «*Работа с углами*».

Предпосылки

В древности Эратосфен рассчитал длину окружности Земли. Для этого ему не пришлось обходить ее пешком — он воспользовался геометрическими методами и набором угловых величин возвышения Солнца, измеренных в двух египетских городах — Сиене и Александрии — отстоящих один от другого примерно на 900 км. На основе произведенных измерений Эратосфен определил, что длина окружности Земли составляет 44055 км. Несмотря на то, что он преувеличил длину окружности планеты на 15 процентов (на самом деле она равна 40074 км), полученный им результат является поразительным примером того, что геометрия и логика позволяют сделать человеку, владеющему навыками измерения.

В наше время размеры Земли хорошо известны. Пользуясь приемником GPS или картой? мы можем узнать широту и долготу места, в котором мы находимся. Но можем ли мы определить широту и долготу школы, пользуясь теми методами, которые были в распоряжении Эратосфена?

Да. Мы можем измерить угол возвышения Солнца в пункте, где находится наша школа, и в пункте, где находится другая школа, и определить широтную разницу между этими пунктами. Разница между удвоенными значениями максимальных углов возвышения Солнца в этих двух пунктах позволяет определить разницу между значениями долготы. Момент времени, в который Солнце находится в самой высокой точке небосвода, называется местным солнечным полуднем; примерно в это время выполняются измерения, предусмотренные в главе ***«Атмосферные исследования».***

Учащиеся со средним уровнем подготовки могут непосредственно измерять углы, изготовив клинометр, описание которого приведено в главе ***«Изучение земного покрова и биологические исследования».*** Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут рассчитывать угловые величины, измеряя высоту шеста и длину тени, отбрасываемой шестом, с применением тригонометрических функций, которые позволяют получать более точные результаты, чем измерения с помощью клинометра.

Перед выполнением измерений необходимо познакомиться с партнерами из другой участвующей в программе GLOBE школы, находящейся на расстоянии не менее 500 км, и договориться с ними о дате проведения совместных одновременных измерений под открытым небом. Договориться об этом можно, пользуясь электронной почтой участников программы GLOBE (GLOBEMail). Следует также определить широту и долготу вашей школы, выполнив практическую работу ***«Измерения с помощью GPS»,*** понять, каким образом широта и долгота описываются угловыми величинами, и уметь точно устанавливать местное время суток на часах.

Подготовка и проведение занятия

Ваши ученики и учащиеся другой школы выполняют следующие операции:

- Выбирают дату проведения совместных измерений на открытом воздухе.
- Оценивают время местного солнечного полудня в день проведения измерений на открытом воздухе.
- Точно устанавливают часы.
- Выполняют измерения длины отбрасываемой шестом тени.
- Обмениваются результатами измерений с учащимися другой школы.
- Рассчитывают широту и долготу другой школы.
- Сравнивают полученные результаты.

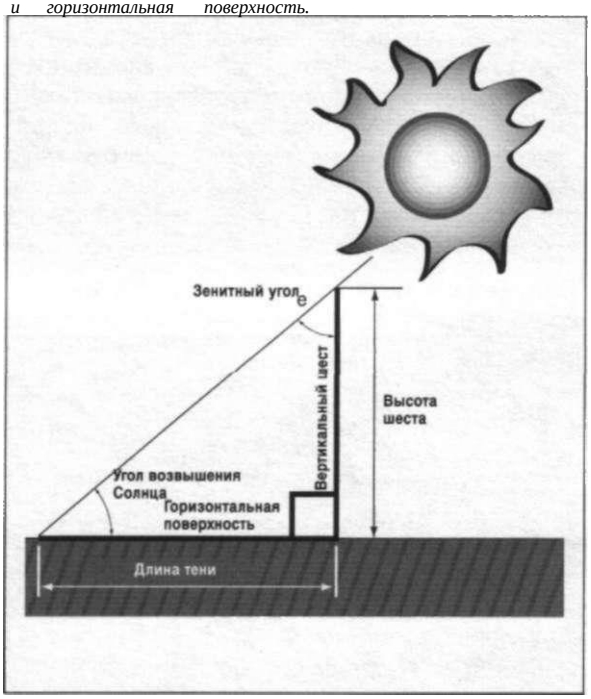
Измерения на открытом воздухе

В один и тот же календарный день, в момент местного солнечного полудня, на участке с известными широтой и долготой, учащиеся каждой из двух школ регистрируют следующие данные на рабочем листе для измерения астронавигационных данных, приведенном в приложении к описанию этого занятия.

- Высоту вертикального шеста.
- Направление (южное или северное) отбрасываемой шестом тени.

Рис GPS-L-22. Учащиеся, выполняющие измерения.

Рис. **6РБ-1_-Г?5.** *Угол возвышения Солнца, вертикальный шест и горизонтальная поверхность.*



В течение двадцати минут до и после наступления местного солнечного полудня учащиеся каждой из двух школ регистрируют, через каждые четыре минуты, следующие данные.

Длину тени, отбрасываемой вертикальным шестом на плоской поверхности земли.

(Только учащиеся со средним уровнем подготовки.) Угол между горизонтальной плоской поверхностью и направлением на Солнце.

Вы можете оценить время наступления местного солнечного полудня, выполнив инструкции, приведенные в главе ***«Атмосферные исследо¬вания»,*** или производя, в течение предшествующей недели, приблизительную оценку времени наступления местного солнечного полудня следующим образом.

Измеряйте длину по горизонтали (в миллиметрах) тени, отбрасываемой вертикальным шестом, и угол возвышения Солнца (в градусах) каждые четыре минуты в течение двадцати минут до и после наступления местного солнечного полудня. Для выполнения этих измерений требуются несколько человек.

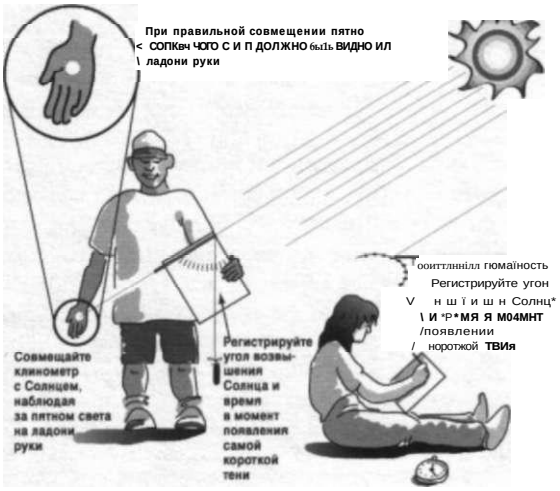
(Учащиеся со средним уровнем подготовки.) Один из учащихся тщательно устанавливает клинометр и регулирует его положение так, чтобы он был совмещен с Солнцем, наблюдая за пятном солнечного света, проникающего через тонкую трубочку клинометра, который он держит в руке.

(Учащиеся со средним уровнем подготовки.) Другой учащийся измеряет угол, указы¬ваемый клинометром. Пользуясь клино¬метром, измерьте угол между горизонтальной поверхностью и направлением на Солнце, округлив результат до ближайшего градуса. ОПАСНО! Не смотрите прямо на Солнце через клинометр! Это вредно для глаз.

Один из учащихся измеряет и отмечает длину тени, отбрасываемой стоящим неподалеку вертикальным шестом.

Регистратор времени, держащий лист регистрации данных, считывает показания часов (время суток). Через каждые четыре минуты в ходе эксперимента он просит учащегося, пользующегося клинометром, и учащегося, измеряющего длину тени, сообщить результаты их измерений.

Рис. OP$-Ъ-24. Учащиеся, пользующиеся клинометром.



В клинометре, инструкции по изготовлению которого приведены в главе ***«Изучение земного покрова и биологические исследования»,*** с целью оптического совмещения используется трубочка для питья. Не пытайтесь смотреть на Солнце через трубочку клинометра! Это вредно для глаз. Вместо этого, держите клинометр в одной руке так, чтобы вы могли видеть пятно солнечного света, проникающего через трубочку, на ладони другой руки (см. рисунок).

Обмен результатами измерений с учащимися другой школы

Не забудьте проверить, смогли ли учащиеся другой школы произвести измерения в тот же календарный день. Если одна из школ не смогла

провести измерения в связи с ухудшением погоды, обе серии измерений следует повторить в другой день. Почему? Потому что угол возвышения Солнца изменяется каждый день по мере вращения Земли вокруг Солнца.

Две школы могут обменяться всеми полученными результатами, но требуется, как минимум, сообщить учащимся другой школы и получить от них следующие данные.

Время появления самой короткой тени (в единицах всемирного времени).
Длину самой короткой тени.
Угол возвышения Солнца в момент появления самой короткой тени ***(учащиеся со средним уровнем подготовки)*** .
Высоту шеста.
Направление, в котором отбрасывается тень шеста (северное или южное).

После этого учащиеся обеих школ рассчитывают широту и долготу другой школы.

Определение широты другой школы

Солнце находится примерно в 150 миллионах километров от Земли и выглядит с Земли как диск с угловой величиной в половину градуса. Поэтому, в отношении данного занятия, можно допустить, что все лучи света, исходящие от Солнца, параллельны. В любой день года, в момент местного солнечного полудня, угол, под которым лучи солнечного свете падают на поверхность Земли, изменяется только в зависимости от широты (см. рис. GPS-L-4). Если мы сравним результаты измерений этого угла, полученные в один и тот же день в разных местах, мы можем определить разницу между широтами этих двух пунктов.

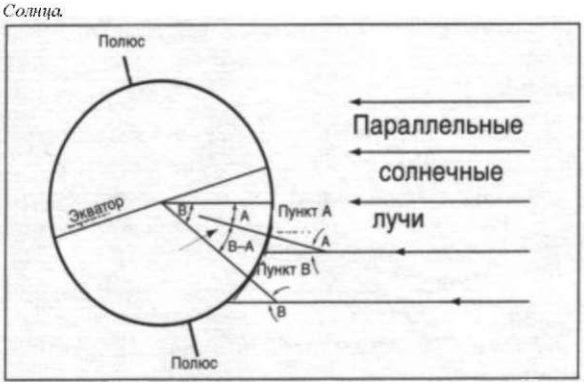
По мере вращения Земли угол, под которым солнечный свет падает на поверхность Земли, меняется; поэтому для того, чтобы результаты наблюдений можно было сравниать, важно производить наблюдения в двух пунктах в одно и то же время — в момент местного солнечного полудня. В момент местного солнечного полудня Солнце находится прямо над головой или в таком положении, в котором угол, под которым солнечные лучи падают на поверхность Земли, сориентирован с севера на юг. При этом любая разница между положениями Солнца в двух различных пунктах зависит исключительно от разницы между широтами этих пунктов. Угол, под которым солнечные лучи падают на Землю, изменяется также изо дня в день, по мере того, как Земля совершает оборот вокруг Солнца; таким образом, сравнимые измерения можно производить только в один и тот же день.

Для того, чтобы определить широту другой школы, занесите результаты измерений, полученные вами и учащимися другой школы в местный солнечный полдень, на рабочий лист для регистрации широты, определенной с помощью астронавигационных наблюдений. Просмотрите образец заполненного рабочего листа, а затем выполните требуемые расчеты на бланке рабочего листа. Требуемые операции перечислены ниже.

Операции, выполняемые с данными, полученными учащимися каждой из двух школ.

(Учащиеся с высоким уровнем подготовки.)
Рассчитайте угол возвышения Солнца.
(Учащиеся со средним уровнем подготовки.)
Используйте измеренный угол возвышения Солнца.
Рассчитайте зенитный угол (90° — угол возвышения Солнца) (в градусах).
Рассчитайте широтную разницу (вычтите величину одного зенитного угла из величины другого).
Расчитайте широту другой школы.

Рис. CP5-/--25. *Взаимосвязь широт и углов возвышения Солнца.*



Определите время наступления местного солнечного полудня на основе своих измерений. Момент солнечного полудня наступает, когда отбрасываемая шестом тень становится самой короткой. Если несколько измерений длины тени дали одно и то же наименьшее значение, выберите время, ближайшее к середине периода, в течение которого вы получали одно и то же наименьшее значение длины тени. Выразите значение этого времени в единицах всемирного времени и зарегистрируйте его на рабочем листе для регистрации расчетов, в дополнение к другим результатам измерений, произведенных вами и учащимися другой школы.

Выполните расчеты, указанные на рабочем листе. Учащиеся с высоким уровнем подготовки могут определять угол возвышения Солнца,

выполняя тригонометрические операции, в то время как другие учащиеся используют значения углов, полученные с помощью клинометра.

Нам необходимо найти значение зенитного угла, т. е. угла между направлением на Солнце и вертикальной линией. Этот угол равен разнице между направлением на Солнце и направлением на зенит. Зенитом называется точка, находящаяся прямо над головой, независимо от того, где мы находимся. Установленный вертикально шест указывает на зенит. Так как сумма всех внутренних углов треугольника равна 180 градусам и нам известно, что один из этих углов (между вертикальным шестом и горизонтальной поверхностью Земли) равен 90 градусам, мы можем рассчитать зенитный угол, вычитая известный нам угол возвышения Солнца из суммы двух непрямых углов треугольника, равной 90 градусам.

Почему необходимо найти зенитный угол? Если бы Солнце находилось непосредственно на небесном экваторе (что происходит во время весеннего и осеннего равноденствия, т. е. примерно 21 марта и 21 сентября), лучи Солнца были бы строго параллельны небесному экватору. В этом случае зенитный угол был бы равен широте того места, в котором мы находимся. Угол возвышения Солнца, измеренный учащимися другой школы, позволил бы нам сразу узнать широту этой школы. Тем не менее, во все другие дни года, кроме дней равноденствия, положение Солнца не совпадает с небесным экватором, и его лучи падают на Землю под различными углами. Но в обоих пунктах, где расположены обе школы, одинаково параллельные лучи Солнца падают на Землю в один и тот же день, независимо от расположения школ. Таким образом, вычитая фактический угол возвышения Солнца из зенитного угла, который наблюдался бы в дни равноденствия, мы тем самым можем не учитывать видимое смещение Солнца, вызванное обращением Земли вокруг Солнца, так как это смещение одинаково для наблюдателей из обеих школ. Поэтому мы можем определить разницу между широтами школ в любой день. Зная эту разницу и широту нашей школы (указанную на карте или определенную с помощью приемника), мы можем рассчитать широту другой школы.

Коррекция данных

Наблюдатели из двух разных школ могут измерять угол возвышения Солнца в различных направлениях с северным или южным склонением, так как Солнце перемещается по одной или по другой половине небесного свода, в зависимости от времени года. Поэтому может потребоваться определение не разницы, а суммы зенитных углов, определенных учащимися двух школ. То, какой результат потребуется в том или ином случае — разница или сумма, — зависит от взаимоотношения между направлениями теней, отбрасываемых вертикальными шестами. На рабочем листе приведена таблица с указанием условий сложения или вычитания значений углов.

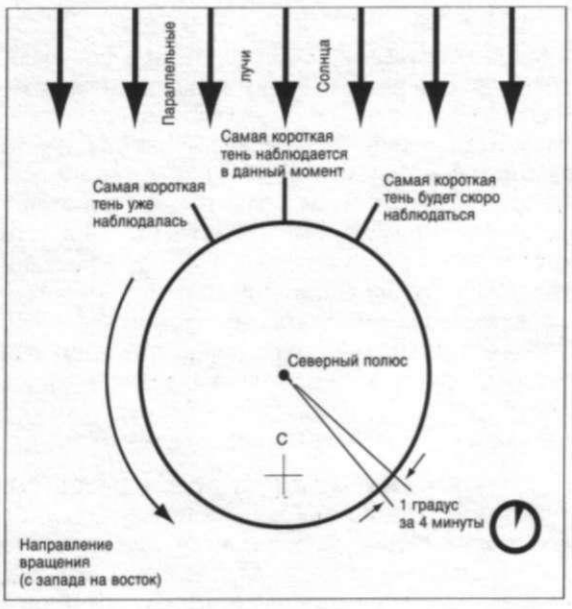
Возможно также, что другая школа находится в другом полушарии Земли. В этом случае окончательное вычитание углов приведет к получению отрицательного значения широты. Для того, чтобы получить положительный результат, представьте себе, что две школы поменялись местами.

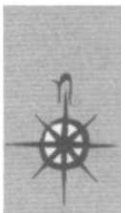
Определение долготы другой школы

В связи с тем, что мы находимся на планете, совершающей поворот на один градус каждые четыре минуты, определив разницу между значениями времени наступления местного солнечного полудня, зарегистрированными учащимися двух школ, мы можем найти разницу между долготами этих школ. Учащиеся обеих школ должны ре-гистрировать всемирное (гринвичское) время, чтобы измерения производились в общей системе отсчета. Выполните расчеты, указанные на рабочем листе. См. пример выполнения расчетов на образце рабочего листа.

В отношении данных, полученных каждой из двух школ, выполните следующие операции.

Рис. GPS-L-26.
Измерение долготы по углу возвышения Солнца





Определите время местного солнечного полудня (в единицах всемирного времени).

Выразите значения времени как количество минут, прошедших с начала суток (по всемирному времени).

Найдите разницу в минутах между значениями времени местного солнечного полудня, зарегистрированного учащимися двух школ.

Преобразуйте разницу во времни в разницу долгот (один градус соответствует четырем минутам).

Найдите сумму долготы вашей школы и полученного значения разницы долгот или разницу между ними, в зависимости от того, находятся ли две школы в одном полушарии или в двух различных полу¬шариях.

Рассчитайте долготу другой школы.

Все следующие фразы описывают одно и то же явление.

Сутки состоят из 24 часов.

Один полный оборот Земли вокруг своей оси занимает 24 часа.

Поворот Земли на 360 градусов занимает 24 часа.

Поворот Земли на 360 градусов занимает 1440 минут.

Поворот Земли на 1 градус занимает 4 минуты.

Перемещение Солнца по небу с востока на запад на 1 градус занимает 4 минуты.

Каждые 4 минуты Земля поворачивается на 1 градус долготы.

Таким образом, каждые 4 минуты Солнце пере¬мещается на 1 градус.

Время имеет важное значение при расчетах долготы. При расчете широты, однако, основное значение имеет измерение .угловой величины. Часы с маятником были изобретены задолго до саморегулирующихся часов с пружинным механизмом. Но часы с маятником работают неудовлетворительно на движущемся или качающемся на волнах судне. До изобретения часов, не требовавших установки маятника, моряки могли определять широту, но не долготу. Эпопея разработки технологии, позволившей решить эту проблему, описывается в книге «Longitude» («Долгота») Давы Собела[1] (1995 г., изд. Walker Publishing Company, Нью-Йорк).

Для того, чтобы не иметь дела с дробными значениями часов, зарегистрированное всемирное время преобразуется в количество минут, прошедшее после начала суток в месте, где расположена каждая из школ. Найдите разницу между полученными значениями времени, чтобы определить, сколько времени проходит с момента наступления местного солнечного полудня для учащихся одной школы до момента наступления местного солнечного полудня для учащихся другой школы. Так как Земля поворачивается на 1 градус каждые 4 минуты, разделите найденную разницу во времени на четыре, чтобы рассчитать угловую разницу долгот двух школ в градусах.

Наша планета вращается в направлении с запада на восток. Солнце восходит на востоке — это значит, что мы перемещаемся, вместе с поверх¬ностью Земли, навстречу Солнцу, т. е. в восточном направлении. Таким образом, школа, для которой местный солнечный полдень наступает раньше, расположена восточнее другой школы. В зависимости от взаимного расположения школ, находится сумма или разница значений разницы между долготами двух школ и значения долготы вашей школы с тем, чтобы получить долготу другой школы.

Коррекция данных

Если значение долготы другой школы отрица¬тельно, значит, она находится по другую сторону нулевого меридиана (долготы 0°). В этом случае, чтобы получить положительный результат, представьте себе, что две школы поменялись местами. Если значение составит более 180 градусов, значит, другая школа находится по другую сторону международной линии смены дат. В этом случае представьте себе, что школы поменялись местами, вычтите 360 градусов и получите окончательное положительное значение долготы.

Сравнение результатов, полученных двумя школами

Свяжитесь с другой школой и обменяйтесь полученными результатами. Что произошло? *Правильно ли вы рассчитали координат другое* школы? Если нет, насколько существенна ваша ошибка? Можете ли вы объяснить эту ошибку? Сравнима ли ваша ошибка с ошибкой, допущенной Эратосфеном при расчете окружности Земли? Если ваша ошибка сравнима с ошибкой Эратосфена, можете ли вы объяснить, почему это так?

Вопросы и дальнейшие исследования

В течение многих веков люди определяли свое местоположение на Земле с помощью небесных тел (звезд, Солнца и Луны). Чем отличались методы древних от методов, которые применили мы? Представьте себе, что широта и долгота другой школы равны нулю градусов, и что у нас есть таблица значений углов возвышения Солнца

в местный солнечный полдень, измерявшихся в месте расположения другой школы каждый день в течение всего года. На основе значений углов возвышения Солнца и времени наступления местного солнечного полудня, измеренных в любой точке поверхности Земли, мы можем определить наши координаты, сравнивая измеренные значения со значениями, приведенными в таблице углов возвышения Солнца в местный солнечный полдень в пункте с нулевой широтой и долготой. Такой метод определения местоположения применялся в течение нескольких сот лет, и становился все более точным по мере изобретения более точных часов и более точных методов измерения углов. Математики и астрономы составляют необходимые таблицы на основе понимания пространственных взаимоотногений между Землей и различными небесными объектами. Система глобального позиционирования (GPS) функционирует на основе сходных принципов, с тем исключением, что видимые естественные небесные тела в этой системе заменены искусственными спутниками, передающими радиосигналы.

Как установить точное время на часах?

Как мы определяем точное время суток? К числу легкодоступных источников информации, позволяющих, как правило, узнать время с точностью до одной секунды, относятся следующие.

- Сигналы точного времени передаются каждый час радиостанциями и телевизионными станциями.
- Сигналы точного времени передаются различными коротковолновыми радиостанциями.
- Компьютерное программное обеспечение сообщает точное время пользователям сети Internet.
- Точное время указывается приемниками **GPS.**

Радиостанции и телевизионные станции

Местным телевизионным и радиостанциям требуется координация их передач с передачами других станций и используемыми ими источниками информации. Поэтому для них имеет очень большое значение измерение времени с точностью до менее чем одной секунды. Многие коммерческие радиостанции каждый час передают сигнал точного времени, позволяющий правильно устанавливать часы. Существует несколько международных коротковолновых радиостанций, передающих исключительно точное время суток.

Сколько времени уходит на перемещение радио¬сигнала от передающей станции до приемника? Если вы находитесь в 100 километрах от радио¬станции в момент передачи сигнала точного времени, сигнал, движущийся со скоростью света (3,0 x 10^8 метров в секунду), принимается вашим радио на одну треть миллисекунды (1 миллисекунда — 1 тысячная часть секунды) позже момента его передачи. Сигнал, поступающий из громкоговорителя радио, распространяющийся со скоростью звука (331 метр в секунду) достигает вашего уха еще через 3 миллисекунды, если вы находитесь на расстоянии 1 метра от вашего радио. Таким образом, любая ошибка, допускаемая при установке времени на часах вручную, скорее всего, будет более значительной, чем количество времени, уходящее на перемещение сигнала от радиостанции до вашего уха.

Компьютерные сети связи

Вы можете узнать точное время на странице Военно-морского флота США в сети Internet, по адресу http://tycho.usno.navy.mil. Программное обеспечение связи вашего комьютера делит потоки цифровых данных на пакеты данных, которые передаются по сети связи с использованием различных маршрутов, на которых происходят неизвестные задержки различной продолжительности. Передача пакетов данных занимает некоторое время. Таким образом, мы не можем быстро и точно определить разницу во времени между моментом появления значения времени на экране компьютера и моментом фактической передачи другим компьютером точного времени в ответ на ваш запрос.

Существует программное обеспечение, которое позволяет регистрировать с помощью сети Internet точное время, переданное другим компьютером. Некоторые виды такого программного обеспечения достаточно сложны — например, производится обмен сообщениями между двумя компьютерами, передающим и принимающим, с определением среднего времени задержки сигнала. После регистрации продолжительности такой задержки, время задержки прибавляется к принимаемому вами значению времени, переданному другим компьютером, с тем, чтобы откорректировать значение времени с учетом различных задержек, происходящих при передаче данных по сети связи.

Астрономы иногда пользуются другими значе¬ниями времени — звездным временем, которое синхронизируется с движением звезд. Звездное время отличается примерно на 4 минуты от «гражданского времени» (т. е. от того времени, которое указывают обычные часы), которое

определяется на основе положения Земли по отношению к Солнцу. Точное время можно узнать также на следующих страницах в сети World Wide Web:

http://www.greenwich2000.com/time.htm
http://www.bldrdoc.gov/doc-tour/atomic_clock.html

Глобальная система позиционирования

Глобальная система позиционирования (GPS) функционирует на основе отсчета времени, так как координаты определяются в этой системе на основе значений задержки сигналов времени, переданных спутниками с установленными на них точными атомными часами. Поэтому приемник GPS может указывать точное время суток. Более сложно устроенные приемники GPS даже корректируют время с учетом задержки, связанной с перемещением сигнала от спутника до приемника, так как расстояние до спутника известно, и на основе этого расстояния можно рассчитать продолжительность задержки (составляющей, как правило, примерно 67

Местное время и всемирное время

В ходе этого занятия учащиеся вашей и другой, находящейся на большом расстоянии школы определяют время наступления местного солнечного полудня, регистрируя местное время суток в момент, когда отбрасываемая вертикальным шестом тень становится самой короткой. На основе этих значений времени определяется разница во времени между моментами наступления местного солнечного полудня в вашем пункте и в пункте, где расположена другая школа.

Так как Солнце находится в зените (прямо над головой) в различное время в пунктах с различной долготой, правительства различных стран мира решили разделить поверхность нашей планеты на 24 временных пояса, шириной примерно 15 градусов долготы каждый (15 градусов долготы соответствует одному часу вращения Земли вокруг своей оси). Таким образом, вполне возможно, что момент времени, когда Солнце достигает наивысшей точки на небосводе (момент местного солнечного полудня) в районе вашей школы, существенно отличается от момента наступления местного солнечного полудня в районе другой школы. Кроме того, другая школа может находиться в другом временном поясе, т. е. часы учащихся другой школы могут показывать время, отличающееся от времени, показываемого вашими часами, на один или несколько часов. Тем не менее, учащиеся обеих школ могут регистрировать время, пользуясь общей, одинаковой системой отсчета. Это позволит вычитать одно значение времени из другого, определяя разницу во времени.

По причинам исторического характера время, определяемое на меридиане, проходящем через город Гринвич в Англии, считается всемирным стандартным временем. Местные показания времени можно преобразовать в значения всемирного времени, прибавляя или вычитая целочисленное количество часов, в зависимости от временного пояса, в котором вы находитесь.

Количество часов, которые следует прибавлять к местному времени или вычитать из него, чтобы получить всемирное стандартное время, определяется с помощью карты или глобуса, на которых указаны временные пояса; можно также спросить кого-нибудь, кто знает, на сколько часов местное время отличается от гринвичского. Местное время может зависеть также от времени года в тех странах, где применяется различное летнее и зимнее время. Служащим авиакомпаний и метеорологам, как суток. Большинство приемников GPS можно запрограммировать так, чтобы они указывали ***местное или*** всемирное время.

См. адреса страниц в сети World Wide Web, на которых указывается всемирное время.

Насколько точны полученные результаты?

Какова разница (в градусах) между широтой и долготой другой школы, рассчитанной нами, и ее фактическими координатами? От чего зависит величина этой ошибки? Допустив, что мы правильно выполнили все арифметические операции, и что мы пользовались правильными формулами, существенное смещение координат может являться результатом неточности, допущенной

- при измерении длины тени, отбрасываемой вертикальным шестом;
- при совмещении трубочки клинометра с Солнцем;
- при проверке горизонтальности опорной поверхности или вертикальности шеста;
- при определении времени наступления местного солнечного полудня.

Как определить, какого рода ошибка вызвала дальнейшее расхождение? Представьте себе, что мы производим эксперимент. Приготовьте набор точных результатов измерений, которые мы получили бы в идеальных условиях. Выполните расчеты с использованием этих идеальных значений и убедитесь в том, что вы получаете правиль-

в местный солнечный полдень, измерявшихся в месте расположения другой школы каждый день в течение всего года. На основе значений углов возвышения Солнца и времени наступления местного солнечного полудня, измеренных в любой точке поверхности Земли, мы можем определить наши координаты, сравнивая измеренные значения со значениями, приведенными в таблице углов возвышения Солнца в местный солнечный полдень в пункте с нулевой широтой и долготой. Такой метод определения местоположения применялся в течение нескольких сот лет, и становился все более точным по мере изобретения более точных часов и более точных методов измерения углов. Математики и астрономы составляют необходимые таблицы на основе понимания пространственных взаимоотногений между Землей и различными небесными объектами. Система глобального позиционирования (GPS) функционирует на основе сходных принципов, с тем исключением, что видимые естественные небесные тела в этой системе заменены искусственными спутниками, передающими радиосигналы.

Как установить точное время на часах?

Как мы определяем точное время суток? К числу легкодоступных источников информации, позволяющих, как правило, узнать время с точностью до одной секунды, относятся следующие.

- Сигналы точного времени передаются каждый час радиостанциями и телевизионными станциями.
- Сигналы точного времени передаются различными коротковолновыми радиостанциями.
- Компьютерное программное обеспечение сообщает точное время пользователям сети Internet.
- Точное время указывается приемниками **GPS.**

Радиостанции и телевизионные станции

Местным телевизионным и радиостанциям требуется координация их передач с передачами других станций и используемыми ими источниками информации. Поэтому для них имеет очень большое значение измерение времени с точностью до менее чем одной секунды. Многие коммерческие радиостанции каждый час передают сигнал точного времени, позволяющий правильно устанавливать часы. Существует несколько международных коротковолновых радиостанций, передающих исключительно точное время суток.

Сколько времени уходит на перемещение радио¬сигнала от передающей станции до приемника? Если вы находитесь в 100 километрах от радио¬станции в момент передачи сигнала точного времени, сигнал, движущийся со скоростью света (3,0 x 10^8 метров в секунду), принимается вашим радио на одну треть миллисекунды (1 миллисекунда — 1 тысячная часть секунды) позже момента его передачи. Сигнал, поступающий из громкоговорителя радио, распространяющийся со скоростью звука (331 метр в секунду) достигает вашего уха еще через 3 миллисекунды, если вы находитесь на расстоянии 1 метра от вашего радио. Таким образом, любая ошибка, допускаемая при установке времени на часах вручную, скорее всего, будет более значительной, чем количество времени, уходящее на перемещение сигнала от радиостанции до вашего уха.

Компьютерные сети связи

Вы можете узнать точное время на странице Военно-морского флота США в сети Internet, по адресу http://tycho.usno.navy.mil. Программное обеспечение связи вашего комьютера делит потоки цифровых данных на пакеты данных, которые передаются по сети связи с использованием различных маршрутов, на которых происходят неизвестные задержки различной продолжительности. Передача пакетов данных занимает некоторое время. Таким образом, мы не можем быстро и точно определить разницу во времени между моментом появления значения времени на экране компьютера и моментом фактической передачи другим компьютером точного времени в ответ на ваш запрос.

Существует программное обеспечение, которое позволяет регистрировать с помощью сети Internet точное время, переданное другим компьютером. Некоторые виды такого программного обеспечения достаточно сложны — например, производится обмен сообщениями между двумя компьютерами, передающим и принимающим, с определением среднего времени задержки сигнала. После регистрации продолжительности такой задержки, время задержки прибавляется к принимаемому вами значению времени, переданному другим компьютером, с тем, чтобы откорректировать значение времени с учетом различных задержек, происходящих при передаче данных по сети связи.

Астрономы иногда пользуются другими значе¬ниями времени — звездным временем, которое синхронизируется с движением звезд. Звездное время отличается примерно на 4 минуты от «гражданского времени» (т. е. от того времени, которое указывают обычные часы), которое

определяется на основе положения Земли по отношению к Солнцу. Точное время можно узнать также на следующих страницах в сети World Wide Web:

http://www.greenwich2000.com/time.htm
http://www.bldrdoc.gov/doc-tour/atomic_clock.html

Глобальная система позиционирования

Глобальная система позиционирования (GPS) функционирует на основе отсчета времени, так как координаты определяются в этой системе на основе значений задержки сигналов времени, переданных спутниками с установленными на них точными атомными часами. Поэтому приемник GPS может указывать точное время суток. Более сложно устроенные приемники GPS даже корректируют время с учетом задержки, связанной с перемещением сигнала от спутника до приемника, так как расстояние до спутника известно, и на основе этого расстояния можно рассчитать продолжительность задержки (составляющей, как правило, примерно 67 миллисекунд).

Местное время и всемирное время

В ходе этого занятия учащиеся вашей и другой, находящейся на большом расстоянии школы определяют время наступления местного солнечного полудня, регистрируя местное время суток в момент, когда отбрасываемая вертикальным шестом тень становится самой короткой. На основе этих значений времени определяется разница во времени между моментами наступления местного солнечного полудня в вашем пункте и в пункте, где расположена другая школа.

Так как Солнце находится в зените (прямо над головой) в различное время в пунктах с различной долготой, правительства различных стран мира решили разделить поверхность нашей планеты на 24 временных пояса, шириной примерно 15 градусов долготы каждый (15 градусов долготы соответствует одному часу вращения Земли вокруг своей оси). Таким образом, вполне возможно, что момент времени, когда Солнце достигает наивысшей точки на небосводе (момент местного солнечного полудня) в районе вашей школы, существенно отличается от момента наступления местного солнечного полудня в районе другой школы. Кроме того, другая школа может находиться в другом временном поясе, т. е. часы учащихся другой школы могут показывать время, отличающееся от времени, показываемого вашими часами, на один или несколько часов. Тем не менее, учащиеся обеих школ могут регистрировать время, пользуясь общей, одинаковой системой отсчета. Это позволит вычитать одно значение времени из другого, определяя разницу во времени.

По причинам исторического характера время, определяемое на меридиане, проходящем через город Гринвич в Англии, считается всемирным стандартным временем. Местные показания времени можно преобразовать в значения всемирного времени, прибавляя или вычитая целочисленное количество часов, в зависимости от временного пояса, в котором вы находитесь.

Количество часов, которые следует прибавлять к местному времени или вычитать из него, чтобы получить всемирное стандартное время, определяется с помощью карты или глобуса, на которых указаны временные пояса; можно также спросить кого-нибудь, кто знает, на сколько часов местное время отличается от гринвичского. Местное время может зависеть также от времени года в тех странах, где применяется различное летнее и зимнее время. Служащим авиакомпаний и метеорологам, как правило, известны местные стандарты, в соответствии с которыми указывается время суток. Большинство приемников GPS можно запрограммировать так, чтобы они указывали местное или всемирное время.

См. адреса страниц в сети World Wide Web, на которых указывается всемирное время.

Насколько точны полученные результаты?

Какова разница (в градусах) между широтой и долготой другой школы, рассчитанной нами, и ее фактическими координатами? От чего зависит величина этой ошибки? Допустив, что мы правильно выполнили все арифметические операции, и что мы пользовались правильными формулами, существенное смещение координат может являться результатом неточности, допущенной

- при измерении длины тени, отбрасываемой вертикальным шестом;
- при совмещении трубочки клинометра с Солнцем;
- при проверке горизонтальности опорной поверхности или вертикальности шеста;
- при определении времени наступления местного солнечного полудня.

Как определить, какого рода ошибка вызвала дальнейшее расхождение? Представьте себе, что мы производим эксперимент. Приготовьте набор точных результатов измерений, которые мы получили бы в идеальных условиях. Выполните расчеты с использованием этих идеальных значе¬ний и убедитесь в том, что вы получаете правиль-

ный, точный результат. После этого приготовьте набор результатов измерений, содержащий только один неточный результат. Размер ошибки должен быть типичным для того метода измерения, который вы применяли на практике. Например, можно добавить несколько миллиметров к значению длины тени (тогда как прибавление 100 метров было бы, конечно, неразумным). Выполните расчеты с использованием этого набора результатов и сравните окончательные результаты с идеальными.

Производя такие расчеты, вы имитируете испытания зависимости результатов вашего эксперимента от ошибок, вызванных различными причинами. В случаях выполнения сложных экспериментов, требующих большого количества измерений и множества расчетов, можно пользоваться компьютерной программой, изменяя значения исходных данных, полученных из различных источников, и определяя расхождения окончательных результатов, вызываемые этими изменениями.

Имеет ли значение вертикальность установки шеста? Как проверить, установлен ли шест вертикально?

Проверить вертикальность установки шеста можно с помощью уровня. Шест может быть установлен строго вертикально в плоскости, направленной с севера на юг, но не в плоскости, направленной с востока на запад. Поэтому не забудьте проверить вертикальность шеста уровнем со всех сторон.

Вертикальная линия образуется нитью, натянутой грузиком. Если в качестве шеста используется отрезок узкой трубы, вы можете проверить вертикальность трубы, погрузив в нее грузик уровня. Если труба сориентирована так, что нить уровня точно совпадает с ее центром по всей длине трубы, значит, ваш шест установлен вертикально.

Некоторые люди даже не пользуются шестом, выполняя такие измерения. Они просто подвеши¬вают нить с грузиком к какой-нибудь перекладине или ветке. На нити, на высоте от 1/2 метра до 1 метра над плоской горизонтальной поверх-ностью, должен быть сделан узел или закреплен другой предмет, отбрасывающий заметную тень. Расстояние по вертикали от плоской поверхности до узла тщательно измеряется и регистрируется. Тем не менее, применение этого метода может оказаться затруднительным в случае, если сильный ветер начнет раскачивать нить с грузиком.

Почему важна горизонтальность опорной поверхности? Как проверить ее горизонтальность?

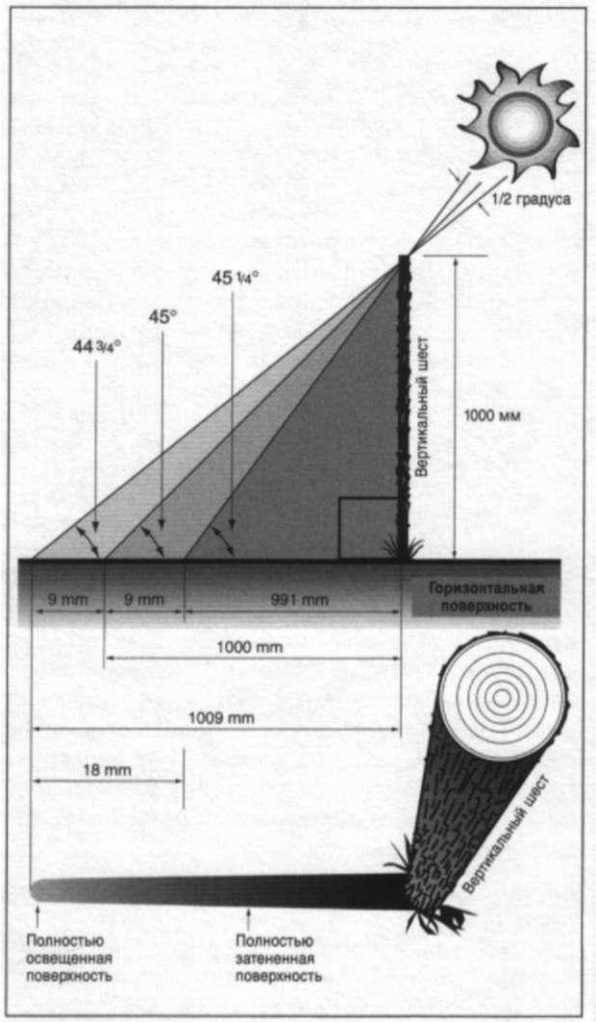
Если футбольный или другой круглый мяч откатывается в сторону, значит, используемая поверхность не горизонтальна. Существуют и более точные методы определения горизонталь¬ности поверхности — например, используется свойство жидкостей образовывать плоскую горизонтальную поверхность. Горизонтальность поверхности можно проверить и с помощью уровня. Постарайтесь установить уровень так, чтобы содержащие жидкость трубки были параллельны проверяемой поверхности.

Капля воды на поверхности принимает сферичес¬кую форму, но удерживается на поверхности, даже если она не строго горизонтальна. Детергенты и некоторые другие химические вещества уменьшают поверхностное натяжение жидкости. Осторожно поместите щепотку бытового стирального порошка в небольшое количество воды на поверхности. Это должно привести к ослаблению поверхностного натяжения воды, достаточному для того, чтобы вода начала перемещаться, если поверхность не горизонтальна. Этот метод позволяет проверить горизонтальность поверхности и устранить ее наклон, если вы можете перемещать эту поверхность.

Более сложный метод определения опорной горизонтальной плоскости предполагает использование длинной гибкой и прозрачной трубки, почти полностью заполненной жидкостью. Два учащихся, каждый из которых удерживает один конец такой трубки так, чтобы жидкость не выливалась, расходятся в противоположные стороны. Независимо от того, на какое расстояние они разойдутся, высота жидкости в трубке, которую они удерживают, останется одинаковой на обоих концах.

Геологи используют вариант этого метода с тем, чтобы выявлять небольшой наклон поверхности земли. Они прокладывают под землей или по поверхности земли горизонтальную трубу длиной до нескольких сотен метров, и заполняют эту трубу водой до половины. Положение концов трубы регулируют так, чтобы не заполненная водой половина трубы просматривалась с одного конца до другого. Если поверхность земли слегка наклонена, даже если угол наклона составляет долю одного градуса, вода перельется к одному из концов трубы. Такая труба с водой представляет собой пример чувствительного

Рис. СРВ-1-27. Размытые края теней.



прибора, показания которого значительно изменяются при небольшом изменении измеряемого явления. Вы можете применить этот метод, воспользовавшись длинной прозначной трубкой небольшого диаметра.

Если шест не установлен строго вертикально, или если опорная поверхность не горизонтальна, при выполнении тригонометрических расчетов величины угла могут возникнуть ошибки. Эта проблема отсутствует в случае измерения угла возвышения Солнца клинометром, но определение длины самой короткой тени более затруднительно при использовании клинометра.

Почему края теней размыты?

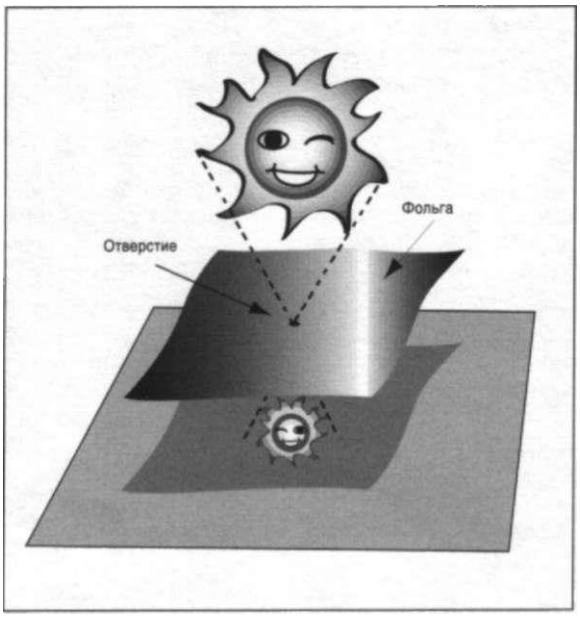
Наблюдатель, находящийся на Земле и использу¬ющий Солнце в качестве источника света, всегда видит тени с размытыми краями. Пользуясь коротким шестом, вы можете не заметить размытость края тени, но ни одна тень, отбрасываемая освещенными солнечным светом объектами на Земле, не имеет четких краев.

Почему? Потому что свет Солнца не исходит из точечного источника. Солнечный свет излучается, почти равномерно, диском с угловой величиной в половину градуса (угловая величина Луны почти такая же, что делает солнечные затмения интересным явлением).

Так как смотреть прямо на Солнце вредно для глаз, посмотрите ночью на полную Луну. Свет отражается как от центра, так и от верхней, нижней, правой и левой частей Луны. Весь этот свет падает на вас или на любой другой объект, в связи с чем тени отбрасываются объектами под слегка различными углами.

Например, если вертикальный шест высотой в один метр был бы установлен там, где Солнце на небе занимало бы площадь, описываемую углом в 45 градусов, лучи света, проходящие над самой вершиной шеста, испускались бы различными частями диска Солнца. Лучи, испускаемые из центра Солнца, падали бы под углом в 45 градусов, но лучи, испускаемые верхней частью солнечного диска, проходили бы над вершиной шеста под более крутым углом, который был бы на одну четверть градуса больше 45 градусов (45,25 градуса). С другой стороны, лучи, испускаемые нижней частью солнечного диска, падали бы на опорную поверх¬ность под более пологим углом (44,75 градуса). Лучи, падающие под более пологим углом, встречались бы с опорной поверхностью на большем расстоянии от шеста (1009 милли¬метров), а лучи, падающие под более крутым

Рис. СР8-1-28. Камера-обскура.



углом, — на меньшем расстоянии от шеста (911 миллиметров). Таким образом, расстояние между краем полностью освещенной Солнцем частью опорной поверхности и полностью затененной шестой частью опорной поверхности составит 18 миллиметров (почти 2 сантиметра).

Такая размытость теней приводит к возникновению проблем при измерении длины теней. Длину тени можно измерять до той точки, где поверхность полностью освещена Солнцем, или до края полностью затененной части поверхности. Но в связи с тем, что освещенность поверхности между этими двумя точками постепенно изменяется, у тени нет четко определенного края. Старайтесь измерять длину тени примерно до середины размытого края тени — это позволит производить почти точные измерения углов.

Если человек, производящий измерения на планете, где угловая величина Солнца составляет 45 градусов, стал бы измерять длину тени до пол-ностью освещенного края тени или до полностью затененного края тени, а не до середины размытого края тени, ошибка при измерении угла возвышения Солнца могла бы составить до четверти градуса. Если требуется определить широту пункта, отстоящего на 500 км, такая ошибка в измерении угла соответствует ошибке в 26 километров при расчете расстояния между пунктами.

Эта проблема не существует в отношении звезд. Несмотря на то, что звезды огромны, они настолько далеки, что их кажущаяся угловая величина составляет менее одной секунды дуги. Поэтому, производя навигационные наблюдения, звезды можно считать точечными источниками света. Кроме того, в качестве точки отсчета можно использовать верхний или нижний край солнечного диска. Инструменты, позволяющие производить такие точные измерения с помощью небесных тел, называются секстанами.

Можно получить изображение Солнца, пользуясь камерой-обскурой. Проткните булавкой маленькое отверстие в алюминиевой фольге. Удерживая фольгу, освещенную Солнцем, над плоской, окрашенной в светлый цвет поверхностью, вы увидите перевернутое изображение Солнца, отображенное на эту поверхность. Это хороший способ получения изображений солнечных пятен или слежения за солнечным затмением.

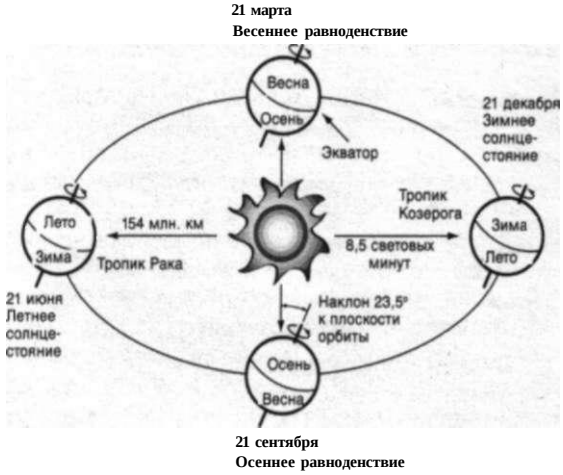
Иногда листва деревьев образует небольшие отверстия, и падающий через них солнечный свет покрывает землю небольшими кружками света. Во время солнечного затмения можно заметить на земле серпообразные отображения части Солнца, не закрытой Луной. Если вы находитесь под густой кроной леса ночью и ваши глаза привыкли к темноте, вы можете заметить отображенные на землю через отверстия в листве четкие серповидные изображения неполной Луны.

Почему нельзя определить широту, сделав одно измерение угла возвышения Солнца?

Совершая оборот вокруг Солнца, Земля переме¬щается с запада на восток на расстоянии примерно 150 миллионов километров от Солнца. При этом ось вращения нашей планеты наклонена примерно на 23,5 градуса по отношению к плоскости ее орбиты. Поэтому, когда Земля находится с одной стороны от Солнца, солнечный свет падает на поверхность северного полушария под более крутым углом, чем на поверхность южного полушария. В это время в северном полушарии наступает лето, а в южном — зима. По мере перемещения Земли к противоположной стороне орбиты времена года меняются. Лето наступает в южном полушарии, и наблюдатель, находящийся в южном полушарии, видит Солнце под более крутым углом.

С наклоном оси вращения Земли связаны некото¬рые географические и астрономические определения. Севрный (арктический) и южный (антарктический) полярные круги находятся, соответственно, на широте 23,5 градуса по отношению к северному и южному полюсам. Начиная с этой широты и до самого полюса на протяжении всей зимы не восходит Солнце.

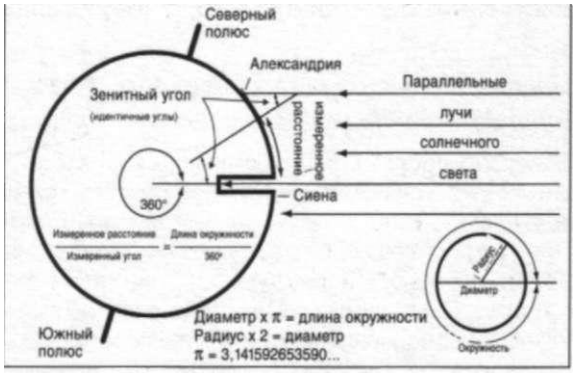
Рис. СР5-Ь-29. Взаимное положение Солнца и Земли разное время года.



Тропики Рака и Козерога находятся, соответственно, на широте 23,5 градуса к северу и к югу от экватора. Только начиная с этой широты и до экватора можно наблюдать прохождение Солнца через самую высокую точку небосвода. В северном полушарии самое большое возвышение Солнца обычно наблюдается 21 июня. В южном полушарии это происходит 21 декабря. В северном полушарии эти дни называются, соответственно, днями летнего и зимнего солнцестояния. Наблюдателю, находящемуся на экваторе, Солнце кажется находящимся прямо над головой примерно 21 марта и 21 сентября. Эти дни называются днями весеннего и осеннего равноденстия.

В любой точке на поверхности Земли угол возвышения Солнца изменяется с каждым днем в течение всего года, по мере смены времен года. Поэтому, если бы учащиеся вашей школы производили измерение угла возвышения Солнца в один день, а учащиеся другой школы — в другой день, разница между углами, измеренными учащимися обеих школ, объяснялась бы не только широтной разницей между пунктами, в которых находятся эти школы, но и различным возвышением Солнца в различные дни.

Риг CmPS-1.-?Л "псепрпи мент 'nnmnzzЬрнп



Происходящее за одни сутки перемещение Солнца по небосводу, связанное со сменой времен года (с обращением Земли вокруг Солнца), составляет менее одного градуса.

Как высоко поднимается Солнце по небосводу летом и зимой в различных точках поверхности Земли? На экваторе? На северном полюсе? Там, где вы живете? Астрономы разработали уравнения, позволяющие моделировать движение небесных тел. Имеются компьютерные программы, в которых эти уравнения используются для расчета положения Солнца, Луны и других небесных тел с точки зрения наблюдателя, находящегося в любом пункте в любое время года и суток.

Солнечный свет, падающий на землю перпендикулярно, несет около 1000 Ватт солнечной энергии в расчете на каждый квадратный метр ярко освещенной поверхности, т. е. столько же, сколько световой энергии излучали бы 10 обычных (100-ваттовых) электрических ламп, подвешенных над 1 квадратным метром поверхности. При этом площадь поверхности нашей планеты очень велика. Солнечный свет, падающий на поверхность Земли в безоблачный день под углом 45 градусов, несет 700 Ватт энергии в расчете на квадратный метр. Этой разницей в количестве солнечной энергии объясняются наблюдаемые температурные изменения, происходящие по мере смены времен года.

Как проводил свой эксперимент Эратосфен?

Эратосфен, греческий ученый, жил в третьем веке до нашей эры. Он заметил, что в один определенный день года можно видеть отражение солнечного света от поверхности воды в глубоком колодце, находившемся в городе Сиена, в Египте, т. е. что в этот день Солнце в Сиене находилось прямо над головой наблюдателя. В этот же день был тщательно измерен угол возвышения Солнца в северном портовом городе Египта, Александрии. Было обнаружено, что разница между углами возвышения Солнца, наблюдаемыми в этих двух городах, составляла пятидесятую долю окружности, т. е. примерно 7,2 градуса.

Эратосфен заплатил другому человеку, которому он поручил придти пешком из Сиены в Александрию и измерить расстояние между этими городами, которое составило 500 стадий. Одна греческая стадия равнялась примерно 185 метрам, или 607 футам. Так как нанятый Эратосфеном человек шагал прямо на север, по мере его перемещения изменялась только широта, но не долгота.

Зная расстояние между двумя точками, лежащими на окружности, и величину угла, описываемого этими двумя точками и центром окружности, можно рассчитать длину окружности. Если допустить, что Земля круглая (а некоторые ученые, вопреки легендам, знали об этом и в древности), можно определить длину окружности Земли на основе информации, полученной Эратосфеном. Эратосфен определил, что длина окружности Земли составляет 250 тысяч стадий, или 44055 км. По современной оценке, длина окружности Земли, в среднем, составляет 40074 км. Таким образом, Эратосфен допустил ошибку, равную примерно 15 процентам полученного результата. Учитывая

уровень техники и научных знании, существовавший в его время, весьма замечательно, что Эратосфену удалось сделать такой вывод.

Методы, сходные с теми, которые используются в наше время, разрабатывались в течение столетий людьми, занимавшимися навигацией на суше, на море, в воздухе и в космосе. Секстан — переносной теодолит — использовался для измерения углов возвышения небесных тел в навигационных целях. Секстан напоминает самодельный клинометр, но точность его показаний гораздо выше. Правильно пользуясь секстаном, хронометром (точными часами) и вычислительными таблицами, наблюдатель может определять свое местоположение с точностью до двух километров в любой точке земной поверхности. Более подробную информацию см. в ежегодно обновляемом навигационном справочнике Натаниела Боудича ***«American Practical Navigator: An Epitome of Navigation» («Американский навигатор-практик»),*** изд. Оборонного картографического управления США, г. Бетесда, штат Мэриленд (издается с 1802 г.).

Учащиеся могут найти дополнительные сведения об Эратосфене в сети World Wide Web.

Другие вопросы

Имеют ли смысл полученные нами результаты измерений? Имели ли смысл промежуточные и окончательные расчеты и их результаты? Если нет, можем ли мы выяснить, почему?

Рассчитайте координаты вашей школы на основе данных, полученных учащимися другой школы.

Как изменялась бы длина тени вертикального шеста на полюсах планеты? (Ответ: длина тени была бы одинаковой весь день.)

В какие дни года наблюдаются самые короткие и самые длинные тени?

Перемещаются ли тени в восточном и западном направлениях? Перемещаются, но не намного. Наблюдается ли значительное изменение длины тени или угла возвышения Солнца в течение 20 минут до и после полудня? Наблюдаются, но небольшие? Если у вас есть время, измерьте и зарегистрируйте изменения, происходящие в течение нескольких часов.

Рис. GPS-L-31 .Образец рабочего листа для регистрации результатов астронавигационных измерений

Астронавигация

Рабочий лист для регистрации результатов измерений

Имя, фамилия: Джордан Малик

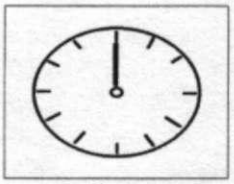
Дата: 19 апреля 1994 г.

Данные регистрируются в течение 20 минут до и после приблизительного момента наступления местного солнечного полудня

Направление тени

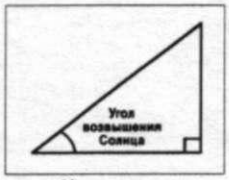
Северное или южное

(обведите кружком одно направление)



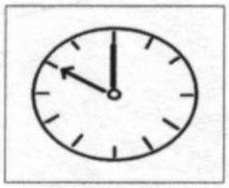
Часы

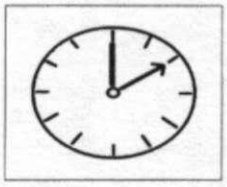
Рулетка или линейка

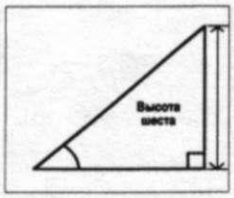


Клинометр (только для учащихся со средним уровнем подготовки)

Разница по сравнению с местным полуднем (минут)		Местное время суток (часов, минут)	Длина тени (мм)	Угол возвышения Солнца (градусов)
До местного полудня	-20	11:52	454	65
	-16	11:56	451	66
	-12	12:00	448	66
	-8	12:04	446	66
	-4	12:08	446	66
Прибл. местный полдень	0	12:12	445	66
	4	12:16	446	66
	8	12:20	447	66
	12	12:24	449	66
	16	12:28	451	66
После местного полудня	20	12:32	455	65







Тригонометрия (только для учащихся с высоким уровнем подготовки)

Высота шеста (мм)

1000

Рис. СРВ-Ь-32. Образец рабочего листа для астронавигационных расчетов широты

Астронавигация

Рабочий лист для расчета широты

Имя, фамилия: ***Джордан Малик*** **Дата:** ***19 апреля 1994г.***

		Наша школа		Другая школа	
Результаты измерений	Широта нашей школы	35.3	(градусов)	Мы рассчитываем широту и долготу другой школы	
	Долгота нашей школы	78	(градусов)		
Уровень подготовки:	Всемирное время в момент наблюдения самой короткой тени	17:12	(часов, минут)	17:37	(часов, минут)
	Длина тени в момент наблюдения самой короткой тени	445	(мм)	411	(мм)
средний	Угол возвышения Солнца в момент наблюдения самой короткой тени	66	(градусов)	not given	(градусов)
высокий	Высота шеста	1000	(мм)	1000	(мм)
	Направление тени, отбрасываемой шестом	(Север) или Юг		(Север) или Юг	

Расчет угла возвышения Солнца

Угол возвышения Солнца = арктангенс [высота шеста (мм) / длина тени (мм)]

(Только для учащихся с высоким уровнем подготовки) Угол возвышения Солнца = 66 (градусов) 67,5 (градусов)

Учащиеся с высоким уровнем подготовки используют рассчитанный угол возвышения Солнца во всех расчетах.

Расчет зенитного угла Зенитный угол — угол при вершине треугольника.
Если Солнце находится на небесном экваторе в момент выполнения измерений, зенитный угол соответствует широте.

	Зенитный угол нашей школы		Зенитный угол другой школы	
Зенитный угол = 90 (градусов) — угол возвышения Солнца (градусов)	24	(градусов)	22,5	(градусов)

Расчет разницы широт Так как измерения угла возвышения Солнца производятся в один и тот же день, разница между зенитными углами позволяет определить разницу между широтами нашей и другой школы.

		Зенитный угол нашей школы		Зенитный угол другой школы	
1,5 (градусов)	= Разница широт =	24	(градусов) + / -	22,5	(градусов)

В случае получения отрицательного результата сохраняется только абсолютная величина полученного значения.

Если тени отбрасываются в разных направлениях: +
Если тени отбрасываются в одном направлении: -

Расчет широты другой школы

		Широта нашей школы		Разница широт	
33,8 (градусов)	= Широта другой школы =	35,3	(градусов) + / -	1,5	(градусов)

Если тени отбрасываются в разных направлениях: -
Если тени отбрасываются в одном направлении и наш угол возвышения Солнца меньше: -
их угол возвышения Солнца меньше: +

Коррекция широты

Широта другой школы = 33,8 (градусов) (Север) или Юг (обведите кружком)

Если полученное значение отрицательно, значит, другая школа находится в противоположном полушарии.

Астронавигация

Рабочий лист для расчета широты

Имя, фамилия: _____ **Дата:** _____

		Наша школа	Другая школа
Результаты измерений	Широта нашей школы	(градусов)	Мы рассчитываем широту и долготу другой школы
	Долгота нашей школы	(градусов)	
Уровень подготовки:	Всемирное время в момент наблюдения самой короткой тени	(часов, минут)	(часов, минут)
	Длина тени в момент наблюдения самой короткой тени	(мм)	(мм)
средний	Угол возвышения Солнца в момент наблюдения самой короткой тени	(градусов)	(градусов)
высокий	Высота шеста	(мм)	(мм)
	Направление тени, отбрасываемой шестом	Север или Юг	Север или Юг

Расчет угла возвышения Солнца

Угол возвышения Солнца = арктангенс [высота шеста (мм) / длина тени (мм)]

(Только для учащихся с высоким уровнем подготовки) Угол возвышения Солнца = _____ (градусов) _____ (градусов)

Учащиеся с высоким уровнем подготовки используют рассчитанный угол возвышения Солнца во всех расчетах.

Расчет зенитного угла Зенитный угол — угол при вершине треугольника.
Если Солнце находится на небесном экваторе в момент выполнения измерений, зенитный угол соответствует широте.

	Зенитный угол нашей школы	Зенитный угол другой школы
Зенитный угол = 90 (градусов) — угол возвышения Солнца (градусов)	(градусов)	(градусов)

Расчет разницы широт Так как измерения угла возвышения Солнца производятся в один и тот же день, разница между зенитными углами позволяет определить разницу между широтами нашей и другой школы.

			Зенитный угол нашей школы		Зенитный угол другой школы	
_____ (градусов)	=	Разница широт =	_____ (градусов)	+ / -	_____ (градусов)	

В случае получения отрицательного результата сохраняется только абсолютная величина полученного значения.

Если тени отбрасываются в разных направлениях: +
Если тени отбрасываются в одном направлении: -

Расчет широты другой школы

			Широта нашей школы		Разница широт	
_____ (градусов)	=	Широта другой школы =	_____ (градусов)	+ / -	_____ (градусов)	

Если тени отбрасываются в разных направлениях: -
Если тени отбрасываются в одном направлении и наш угол возвышения Солнца меньше: -
их угол возвышения Солнца меньше: +

Коррекция широты

Широта другой школы = _____ (градусов) Север или Юг (обведите кружком)

Если полученное значение отрицательно, значит, другая школа находится в противоположном полушарии.

Рис. ОРБ-Ь-33. Образец рабочего листа для астронавигационных расчетов долготы

Астронавигация

Рабочий лист для расчета долготы

Имя, фамилия: *Джордан Малик* **Дата:** *19 апреля 1994 г.*

		Наша школа		Другая школа	
Результаты измерений	Широта нашей школы	35,3	(градусов)	Мы рассчитываем широту и долготу другой школы	
	Долгота нашей школы	78	(градусов)		
Уровень подготовки:	Всемирное время в момент наблюдения самой короткой тени	17:12	(часов, минут)	17:37	(часов, минут)
	Длина тени в момент наблюдения самой короткой тени	445	(мм)	411	(мм)
средний	Угол возвышения Солнца в момент наблюдения самой короткой тени	66	(градусов)	not given	(градусов)
высокий	Высота шеста	1000	(мм)	1000	(мм)
	Направление тени, отбрасываемой шестом	Север	или Юг	Север	или Юг

Время

	Наша школа		Другая школа	
Всемирное время появления самой короткой тени:	17:12	(градусов)	17:37	(градусов)
Кол-во минут после начала суток: код-во часов x 60 + минуты	1032	(минут)	1057	(минут)
25 (минут) = Разница во времени =	1032	(минут)	1057	(минут)

В случае получения отрицательного результата сохраняется только абсолютная величина полученного значения.

Расчет долготы другой школы

6,3 (градусов) = Разница долгот = Разница во времени 25 (минут) / 4 (минуты в расчете на 1 градус вращения Земли)

84,3 (градусов) = Долгота другой школы = Долгота нашей школы 78 (градусов) + / - Разница долгот 6,3 (градусов)

Если мы находимся в восточном полушарии и
наша тень стала короткой раньше: -
наша тень стала короткой позже: +

Если мы находимся в западном полушарии и
наша тень стала короткой раньше: +
наша тень стала короткой позже: -

Коррекция долготы

Если долгота другой школы меньше 0 градусов, значит, она находится по другую сторону нулевого меридиана. (Сделайте результат положительным, так, как если бы ваша школа находилась в противоположном полушарии.)

Если долгота другой школы больше 180 градусов, значит, она находится по другую сторону международной линии смены дат. (Вычтите 360 градусов и сделайте результат положительным, так, как если бы ваша школа находилась в противоположном полушарии.)

Долгота другой школы = 84,3 (градусов) Восток или (Запад) (обведите кружком)

Астронавигация

Рабочий лист для расчета долготы

Имя, фамилия: **Дата:**

		Наша школа	Другая школа
Результаты измерений	Широта нашей школы	(градусов)	Мы рассчитываем широту и долготу другой школы
	Долгота нашей школы	(градусов)	
Уровень подготовки:	Всемирное время в момент наблюдения самой короткой тени	(часов, минут)	(часов, минут)
	Длина тени в момент наблюдения самой короткой тени	(мм)	(мм)
средний	Угол возвышения Солнца в момент наблюдения самой короткой тени	(градусов)	(градусов)
высокий	Высота шеста	(мм)	(мм)
	Направление тени, отбрасываемой шестом	Север или Юг	Север или Юг

Время

	Наша школа	Другая школа
Всемирное время появления самой короткой тени:	(градусов)	(градусов)
Кол-во минут после начала суток: код-во часов x 60 + минуты	(минут)	(минут)
(минут) = Разница во времени =	(минут)	(минут)

В случае получения отрицательного результата сохраняется только абсолютная величина полученного значения.

Расчет долготы другой школы

(градусов) = Разница долгот = Разница во времени (минут) / 4 (минуты в расчете на 1 градус вращения Земли)

(градусов) = Долгота другой школы = Долгота нашей школы (градусов) + / - Разница долгот (градусов)

Если мы находимся в восточном полушарии и
наша тень стала короткой раньше: -
наша тень стала короткой позже: +

Если мы находимся в западном полушарии и
наша тень стала короткой раньше: +
наша тень стала короткой позже: -

Коррекция долготы

Если долгота другой школы меньше 0 градусов, значит, она находится по другую сторону нулевого меридиана. (Сделайте результат положительным, так, как если бы ваша школа находилась в противоположном полушарии.)

Если долгота другой школы больше 180 градусов, значит, она находится по другую сторону международной линии смены дат. (Вычтите 360 градусов и сделайте результат положительным, так, как если бы ваша школа находилась в противоположном полушарии.)

Долгота другой школы = (градусов) Восток или Запад (обведите кружком)

Исследования с помощью GPS:
рабочий лист регистрации данных

Измерения с помощью GPS со смещением координат:
рабочий лист регистрации данных

Глоссарий

Страницы программы GLOBE в сети Web для ввода информации в базу данных

Исследования с помощью GPS

Рабочий лист ввода данных

Регистратор данных_____

Наименование участка: _____

Наименование школы: _____

Адрес школы: _____

_____

Время регистрации Год_____ День _____Месяц ____

Обведите кружком название участка:

Биология Земной покров Гидрология

Атмосфера Влажность почвы

Характеристики почвы Школа Другой участок_____

Промежутки между измерениями должны составлять не менее 1 минуты.

Регистрируйте следующие значения, указанные на экране «Location 1» приемника Magellan Trailblazer XL.

№ ИЗМ.	ШИРОТА Градусов, минут, сев. (N), южн. (S)	ДОЛГОТА Градусов, минут, зап. (W), вост. (E)	ВЫСОТА Метров	ВРЕМЯ Часов, минут, секунд всемирного времени	КОЛ-ВО СПУТНИКОВ	ПИКТОГРАММЫ Обведите кружком появляющиеся на дисплее пиктограммы
1	*33 46.55 N*	*84 23.84 W*	*318*	*14:33:00*	*4*	
1						2D
2						2D
3						2D
4						2D
5						2D
6						2D
7						2D
8						2D
9						2D
10						2D
11						2D
12						2D
13						2D
14						2D
15						2D
				← Усредненные значения		
	Широта	Долгота	Высота			

Владелец приемника GPS

UNAVCO/Globe ← ИЛИ → ШКОЛА

Magellan _____ Изготовитель

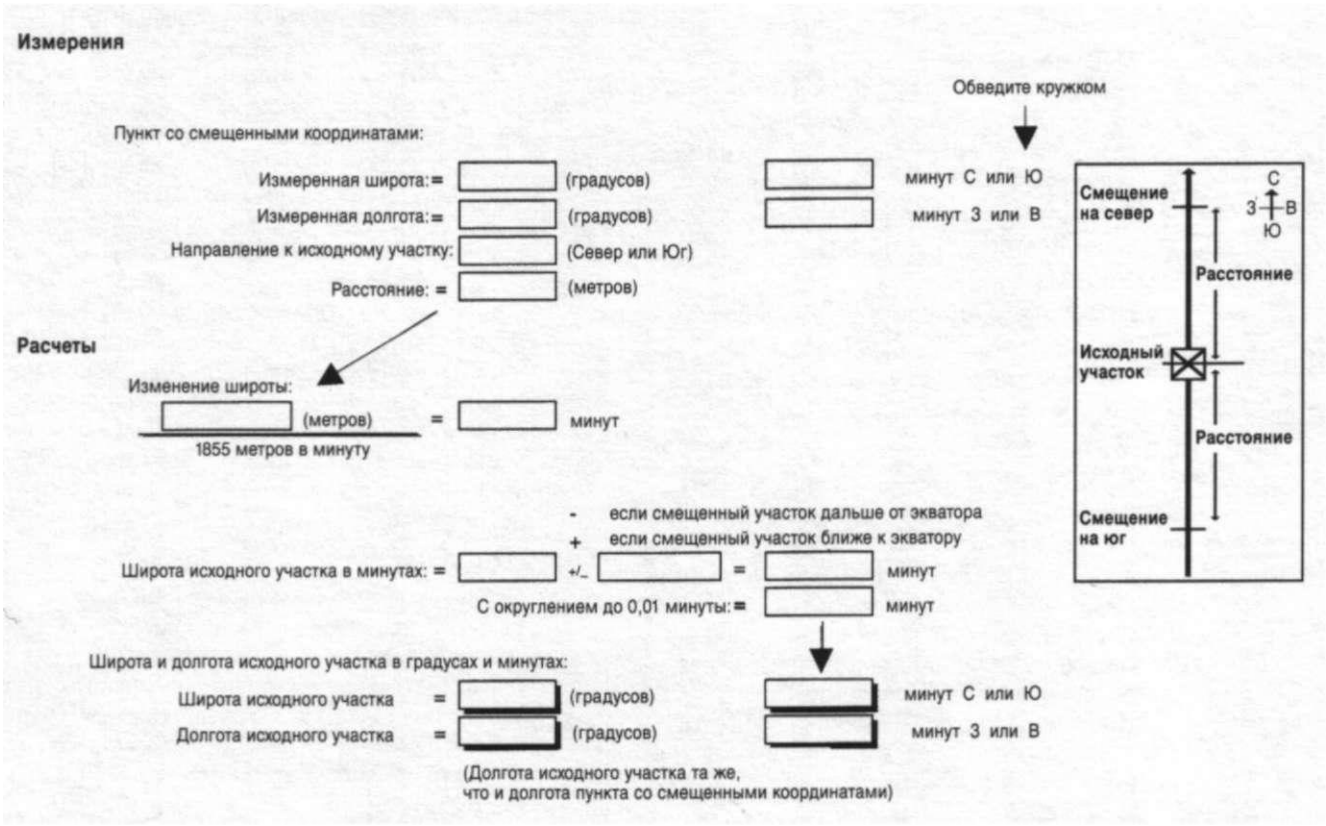
Trailblazer XL _____ Номер модели

№ на ярлыке UNAVCO _____ Серийный номер

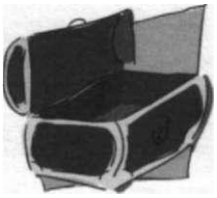
UNAVCO
(303) 497-8003
gretchen@unavco.ucar.edu
http://www.unavco.ucar.edu

Измерения с помощью GPS со смещением координат

Рабочий лист ввода данных



Глоссарий



Вопроизводимость (повторяемость) показаний

Мера повторяемости результатов наблюдений, позволяющая определять, насколько индивидуальные измеренные значения отклоняются от усредненного значения, полученного на основе всех результатов измерений в случае многократного повторения измерений.

Гистограмма

Столбцовый график распределения частоты, позволяющий определить, как часто то или иное число появляется во множестве чисел.

Долгота

Выраженная в градусах величина угла, откладываемого от центра планеты к востоку или к западу, в плоскости, перпендикулярной оси вращения планеты. На земле нулевой долготой (нулевым меридианом) считается направленная с севера на юг линия, проходящая через город Гринвич в Англии (долгота 0°). Противоположный меридиан (долгота 180°) называется Международной линией смены дат.

Зенитный угол

В ходе измерения угла возвышения Солнца зенитным углом называется угол между вертикалью и направлением на Солнце (угол, обратный углу возвышения Солнца). В навигации этот угол называют также «зенитным расстоянием». В дни весеннего и осеннего равноденствия этот угол соответствует широте наблюдателя. Зенитом называется точка небосвода, расположенная прямо над головой, независимо от местоположения наблюдателя. Сумма угла возвышения Солнца и зенитного угла равна 90°.

Магнитное склонение

Магнитное склонение, называемое также «магнитной вариацией» — угол между магнитным и географическим (совпадающим с осью вращения) полюсом, зависящий от места расположения наблюдателя. Магнитное склонение выражается в градусах восточной или западной долготы и указывает истинное направление на север по сравнению с направлением на магнитный северный полюс. Магнитные полюса Земли медленно перемещаются, и в настоящее время северный магнитный полюс находится на Северо-западных территориях Канады, будучи смещен по отношению к географическому северному полюсу примерно на 11 градусов. Кроме того, магнитные свойства Земли слегка изменяются в зависимости от ее геологической структуры в различных регионах, что приводит к индивидуальному искажению магнитного поля Земли в каждом индивидуальном пункте. Значения магнитных склонений, соответствующих таким искажениям, приводятся на навигационных картах.

Магнитный компас

Переносной прибор, указывающий угловую ориентацию вращающегося легкого магнита. Так как Земля представляет собой огромный магнит, магнитная стрелка компаса указывает на магнитные полюса Земли, которые, как правило, обозначаются как северный и южный.

Меридиан

Дуга (полуокружность) с постоянной долготой, соединяющая два полюса Земли и лежащая на окружности Земли, пересекающей оба полюса и экватор.

Навигация

Комплекс научных и технических методов определения направления (курса), местоположения (координат)и пройденного расстояния.

Направление

Абсолютное направление

Измеряется по отношению к согласованному ***неподвижному*** пункту.

Относительное направление

Измеряется по отношению к определенному случайно выбранному пункту, например, по отношению к пункту, в котором находится наблюдатель.

Равноденствие

Один из двух дней в году, когда Солнце находится непосредственно на небесном экваторе; равноденствие наступает, как правило, 21 марта (весеннее равноденствие) и 23 сентября (осеннее равноденствие). В эти дни продолжительность дня и ночи одинакова.

Разрешение (прибора)

Наименьшее изменение параметра, отражаемое ***показаниями*** прибора.

Система глобального позиционирования (GPS)

Система глобального позиционирования (ОРБ) — навигационная система, включающая 24 спутника, выведенных на орбиту вокруг Земли высотой 20 200 километров. Пользуясь сигналами времени, которые передаются спутниками ОРБ, приемники ОРБ рассчитывают широту, долготу и высоту над уровнем моря.

Солнцестояние

Один из двух дней в году, когда находящееся в зените Солнце наиболее удалено от небесного экватора; солнцестояние наблюдается, как правило, 21 июня и 22 декабря, т. е., соответственно, в самый длинный и в самый короткий день года, если вы не находитесь на экваторе Земли и живете в северном полушарии.

Спутник

Любое небесное тело, вращающееся по орбите вокруг другого, более крупного тела.

Точность

Разница между указанным измеренным значением и истинным значением.

Тригонометрия

Математическая дисциплина, в которой изучаются взаимоотношения элементов и свойств треугольников и методы применения этих взаимоотношений, называемых тригонометрическими функциями. Тригонометрические методы позволяют соотносить угловые величины с длинами различных сторон треугольника.

Угол возвышения Солнца

Угол между горизонтальной плоскостью (поверхностью земли) и направлением на Солнце.

Уровень (отвес)

Нить с грузиком, образующая вертикальную линию. Грузики обычно изготовляются из свинца.

Усреднение

Метод, позволяющий описывать множество чисел одним числом. Среднее значение рассчитывается посредством суммирования набора значений и деления полученной суммы на количество слагаемых.

Участок (пункт) со смещенными координатами

Участок, на котором возможны успешные измерения координат с помощью ОРБ, находящийся непосредственно к северу или к югу от исходного участка.

Широта

Выраженная в градусах величина угла, откладываемого от центра планеты к северу или к югу от экватора планеты. Широта измеряется, начиная с экватора Земли (0°) до северного и южного полюсов (90°).

Угловые величины, расстояния по окружности (дуги) и их взаимоотношения

Градус (°)

Окружность можно разделить на 360 градусов (или на 400 градов либо на 2л радиан). Один градус можно разделить на меньшие доли — десятичные доли градуса (как, например, в числе 25,2525°) или на минуты и секунды (как, например, в числе 25° 15' 9").

Минута (минута дуги, ')

Один градус можно разделить на 60 минут. Таким образом, окружность описывается углом в 360 x 60 минут, или 21600 минут дуги (21600').

Секунда (секунда дуги, ")

Одну минуту дуги можно разделить на 60 секунд. Таким образом, в одном градусе содержится 60 x 60, т. е. 3600 секунд, а окружность описывается углом в 1296000 секунд (1296000").

Радиан

Единица угловой величины, равная углу, описываемому центром окружности и дугой, длина которой равна радиусу окружности. Длина окружности равна 2л радиан или 360°. Один радиан равен

примерно 57,3°. Например, угол величиной 25° 15' 9" равен 25,2525 десятичного градуса, или примерно 0,4407 радиана. Число тс — иррациональное число (т. е. число, которое не может быть выражено как соотношение двух целых чисел, и поэтому выражается десятичной дробью с бесконечным числом знаков после запятой, не повторяющихся циклически). Число тс можно записать только с тоностью до определенного знака после запятой, например: 3,141592653590. Число тс было рассчитано с точностью до миллионов знаков после запятой, но точность приведенного выше значения достаточна для рассчетов расстояний в масштабе Солнечной системы с получением результатов с ошибкой в пределах одного метра.

Системы отсчета времени

Местный солнечный полдень

Время суток, в которое в данном пункте наблюдается наибольшее возвышение Солнца. Этот момент времени зависит от местоположения наблюдателя и изменяется примерно в пределах получаса на протяжении года.

Среднее солнечное (поясное) время (гражданское время)

Время суток, которое, как правило, указывается используемыми в бытовых условиях часами. В соответствии с показаниями среднего (поясного) времени, ежегодное ***среднее*** положение Солнца на небосводе остается неизменным в одно и то же время суток, а в полдень по среднему (поясному) времени соответствует максимальному возвышению Солнца на небосводе в пределах соответствующего временного пояса. Время в каждом временном поясе отличается от времени в следующем или предыдущем временном поясе на один час; при этом один час соответствует 15 градусам долготы, с некоторыми исключениями, введенными правительствами с целью приведения временных поясов в соответствие с местными административными требованиями или географическими характеристиками. Среднее (поясное) время можно соотнести со всемирным (гринвичским) временем, определив расстояние от вас до нулевого меридиана Земли и выразив это расстояние как количество дуг величиной 15 градусов каждая или как количество временных поясов, отделяющих вас от Гринвича. Всемирное время и среднее (поясное) время не следует путать со звездным временем (используемым астрономами), которое определяется в зависимости от циклического обращения небесных тел по мере обращения Земли вокруг Солнца. Сутки по звездному времени примерно на 4 минуты короче суток, определяемых по среднему (поясному) времени.

Всемирное (гринвичское) время

Всемирное время (UT), известное также под наименованиями «гринвичского среднего времени» (GMT) или (в авиации) «времени Зулу» (Zulu) — время суток, определяемое ежегодным ***средним*** положением Солнца на небосводе в полдень на нулевом (гринвичском) меридиане.

Последствия наклона оси вращения Земли на 23,5 градуса по отношению к плоскости солнечной орбиты Земли

Северный (арктический) и южный (антарктический) полярные круги

Широты от 66,5 градуса северной широты до северного полюса Земли и от 66,5 градуса южной широты до южного полюса Земли, на которых Солнце не восходит всю зиму и не заходит все лето.

Тропики Рака и Козерога

Широты от экватора Земли до 23,5 градуса северной и южной широты, на которых Солнце в то или иное время года наблюдается точно в зените (в наивысшей точке небосвода).

Страница для определения участка исследований

- **Участок, на котором находится школа**

m **Участок для регистрации температуры, количества осадков и результатов наблюдений за облаками**

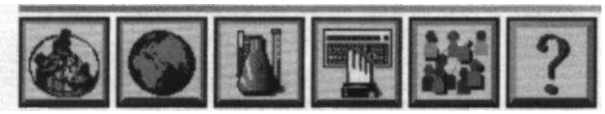
- **Участок для измерения характеристик поверхностных вод**

- **Участок для определения характеристик почвы**

- **Участок для измерения влажности почвы**

- **Участок для биологических наблюдений**

Для того, чтобы определить координаты участка изучения земного покрова, выберите щелчком мыши участок определения количественных характеристик земного покрова или участок определения качественных характеристик земного покрова



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder,Colorado

4

Страница для ввода координат школы

Время проведения измерений

Год [ ] **Месяц** [выбрать] **День** [ ] **Час** [ ] **Всемирное время**

Текущее время 1997 June 18, 21 UT

Наименование участка: наименование школы

Введите максимальное возможное количество информации. Если вы получите дополнительные данные, нажмите (кнопку ввода), и вызовите окно редактирования "Edit a Study Site".

Источник данных ○ ◉ **Другой источник**

Широта [ ] **гр.** [ ] **мин.** ◉ **северн.** ○ **южн.** широты

Введите данные в формате "56 гр. 12.84 мин." **и отметьте**, "северной" или "южной" широты.

Долгота [ ] **гр.** [ ] **мин.** ○ **вост.** ◉ **зап.** долготы

Введите данные в формате "102 гр. 43.90 мин." **и отметьте**, "восточной" или "западной" долготы.

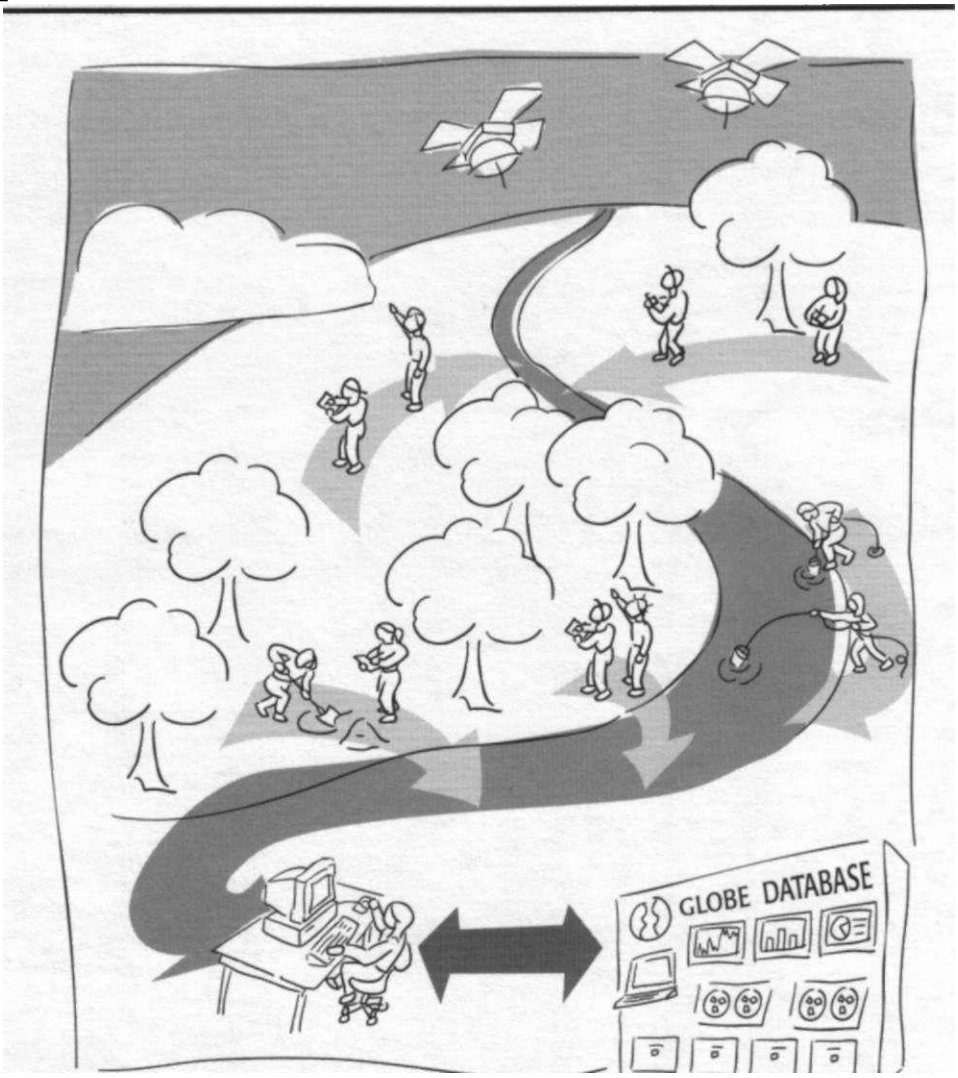
Высота [ ] метров над уровнем моря

[Послать] [Стереть]

NOAA/ForecastSystems Laboratory, Boulder, Colorado

Изучение сезонов

Объединение результатов различных исследований



Программа СШВЕ[Л]

Учебное исследование

Изучение сезонов (времен года) краткий обзор

Практические работы

В рамках этого исследования практические работы не выполняются.

Предлагаемая последовательность проведения занятий

Учащиеся читают письмо ученого.

Проведите следующие учебные занятия.

«Что мы можем узнать о временах года?»

«Каковы некоторые из факторов, от которых зависят сезонные изменения?»

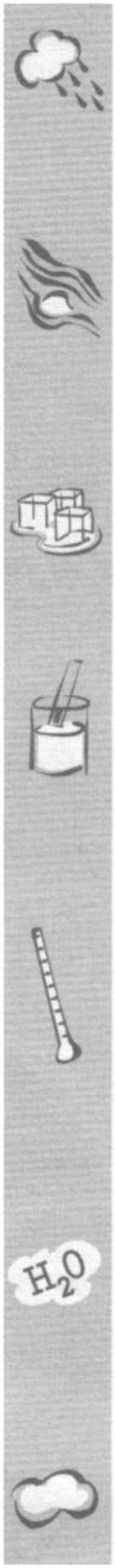
«Каковы различия между сезонными изменениями температуры в отдельных регионах мира?»

«Что мы можем узнать, обмениваясь информацией о местных сезонных изменениях с другими школами мира?»

Учащиеся планируют и выполняют свои собственные исследования в других областях.

^ Особое примечание

Учебные занятия, описания которых приведены в этой главе, помогут учащимся проводить свои собственные научные исследования и объединять практические работы, относящиеся к другим областям исследований.



Содержание

Изучение сезонов: приветствие

Письмо ученого учащимся.....Приветствие-4

Введение

Крупным планом.....Введение-1

Учебные занятия

Что мы можем узнать о временах года?.....Учебные занятия-2

Каковы некоторые из факторов,
от которых зависят сезонные изменения?.....Учебные занятия-7

Каковы различия между сезонными изменениями
температуры в отдельных регионах мира?.....Учебные занятия-15

Что мы можем узнать, обмениваясь данными
о местных сезонных изменениях
с другими школами мира?.....Учебные занятия-24

Приложение

Изучение сезонов: педагогика.....Приложение-2

Поиск информации с помощью сервера базы данных
учащихся-участников программы GLOBE.....Приложение-3

Исследование в миниатюре: как определить,
взаимосвязаны ли два фактора?.....Приложение-6

Письмо ученого учащимся

Скопируйте и раздайте учащимся

Дорогие учащиеся!

Это исследование несколько отличается от других. Вместо того, чтобы получать новые данные, вы сможете изучать интересующие вас вопросы. Мы надеемся, что, проводя свои собственные исследования, вы научитесь применять основные научные концепции и лучше разберетесь в том, что такое наука.

Ведущий исследователь Дэн Барстоу выражает свой энтузиазм по поводу научного образования.

По мере изучения вашего участка исследований записывайте интересующие вас вопросы. Почему в одном месте почва влажная, а в другом — сухая? Почему на участке исследований встречается множество различных типов земного ПОКрОВа. Почему НабЛЮДаетСЯ СТОЛЬКО ИЗМЄНЄНИЙ ПО Мере **того**, **как** ОДНО Время года сменяется другим?

Кроме того, записывайте вопросы, возникающие у вас ПО мере получения данных, собранных учащимися других школ мира. Какие районы мира можно считать самыми холодными и самыми теплыми? Согласно данным, полученным учащимися других школ, какой тип земного покрова встречается чаще всего в радиусе 800 км вокруг вашей школы? В каких других районах мира встречается тот же тип земного покрова, что и на вашем участке, и почему?

Занятия, описываемые в этой главе, посвящены временам года (сезонам). Сезонные изменения оказывают непосредственное влияние на нашу жизнь. В какое время года наблюдаются самые холодные и самые теплые дни на вашем участке/ Наступают ли эти дни в одно и то же время каждый год? Наступают ли эти дни в одно и то же время по всей Земле? Можете ли вы определить время года, взглянув на фотографию Земли, сделанную спутником из космоса? Многие факторы, вызывающие сезонные изменения, не очевидны.

Ведущий исследователь Борис Беренфелъд

Изучение сезонов дает редкую возможность найти ответы на возникающие у вас вопросы на основе данных, полученных другими школами. Ученые накапливают знания именно таким образом — они наблюдают реальный мир, задают вопросы, **собирают** данные, изучают данные, задают .дальнейшие вопросы и пытаются понять происходящее. У вас есть возможность планировать свои собственные исследования и выполнять их, сотрудничая с другими учащимися из разных стран мира. В конечном счете вы научитесь воспринимать окружающую среду вашего района как часть глобальной окружающей среды.

Мы надеемся, что после того, как вы приобретете навыки ведения научных исследований, вы сможете планировать исследования на основе любых интересующих вас вопросов.

Дэн Барстоу (ведущий исследователь)

Борис Беренфельд (ведущий исследователь)

Харолд Макуильямс (директор проекта)

Крис Рэндалл (главный разработчик учебных планов)

Все сезонные изменения вызываются изменением количества солнечной энергии, достигающей поверхности Земли (т. е. *инсоляции).* Например, воздействие большего количества солнечной энергии приводит к повышению температуры, влекущему за собой более интенсивное испарение, вызывающее, в свою очередь, увеличение количества дождевых осадков, в связи с которым начинается ускоренный рост растений. Эта последовательность процессов характерна для весны в условиях умеренного климата. Так как солнечная энергия достигает поверхности Земли преимущественно в форме видимого света, продолжительность дневного времени суток позволяет достаточно точно оценивать уровень инсоляции и с давних пор помогала людям определять окончание одного времени года и наступление другого. Например, первый день лета *(летнее солнцестояние)* — самый продолжительный день в году. Зима начинается с самого короткого дня в году, *зимнего солнцестояния.* В первые сутки осени и весны продолжительность дня и ночи одинакова и составляет примерно 12 часов. Эти дни называются *весенним* и *осенним равноденствием.*

Изменение продолжительности дневного времени суток вызывается наклоном оси вращения Земли по отношению к плоскости орбиты, по которой Земля обращается вокруг Солнца. Еще древние греки знали, что ось вращения Земли наклонена под углом 23,5°. На рис. БЕ-Ы показано положение наклоненной оси вращения Земли в различных положениях, занимаемых нашей планетой на ее орбите. Можно заметить, что в положениях, соответствующих дням солнцестояния, каждый из полюсов обращен к Солнцу или в сторону, противоположную Солнцу. На полюсе, обращен¬ном к Солнцу, день продолжается 24 часа в сутки, а на полюсе, наклоненном в сторону тени Земли, на всем протяжении суток продолжается ночь. В положениях, соответствующих дням равноденствия, Земля наклонена таким образом, что оба полюса получают одинаковое количество солнечной энергии. Мы говорим о полюсах, потому что на полюсах наблюдается наибольшее изменение инсоляции в течение года. В связи с наклоном оси вращения Земли уровни инсоляции в любой точке земной поверхности постоянно изменяются. Последствия такого изменения уровней инсоляции мы называем сезонными изменениями.

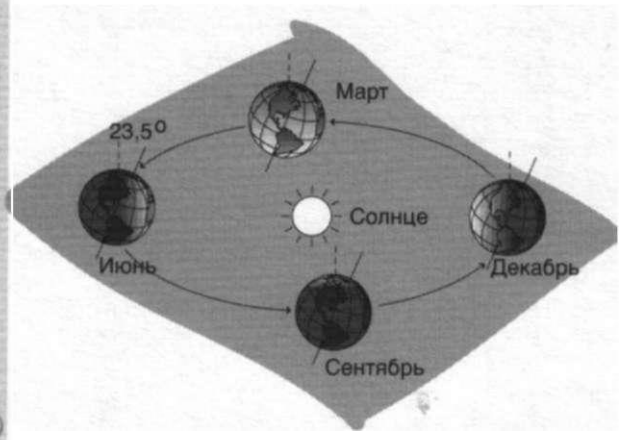


Рис. Положения Земли по отношению к Солнцу в дни солнцестояния и равноденствия.

Широта

На рис. 8Е-1-2 показано, каким образом уровни инсоляции изменяются с широтой. В связи с таким изменением определение сезонных условий и ежегодных циклов изменения экологических и климатических параметров, таких, как количество осадков и температура, в значительной степени зависят от широты.

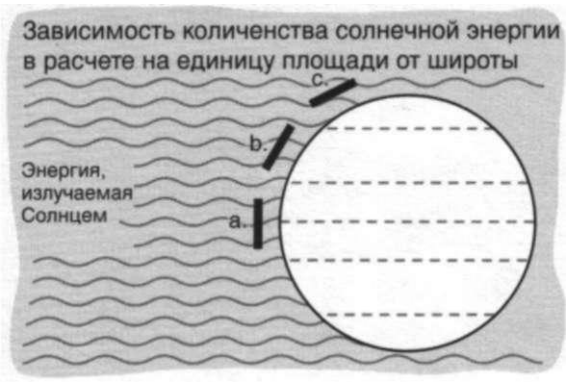


Рис. БЕ-1-2. Площади участков а, Ъ и с одинаковы, но каждый из них поглощает различное количество солнечной энергии.

Различные климатические зоны

В одно и то же время года условия окружающей среды могут быть весьма различными в *тропической, умеренной* и *полярной* климатических зонах. Сезонные различия между этими зонами вызываются различными продолжительностью инсоляции и углом падения солнечного света. См. рис. 8E-1-2 и БЕ-Ь3.

Рис. 3E-1-3.

Континентальный и приморский климат

Для приморского климата характерны более высокая влажность и меньшая разница между летней и зимней температурой, чем для континентального климата. Тем не менее, как диапазон изменения температур, так и влажность во внутренних районах континента зависят от размера континента: чем больше континент, тем более значительны изменения температуры и влажности (см. рис. 8E-1-4).

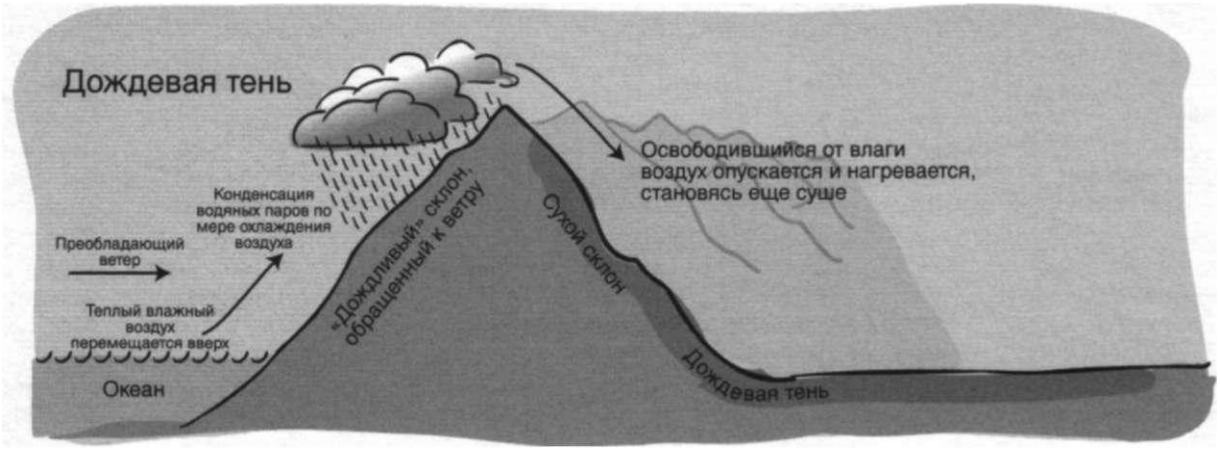
Рис. SE-I-4.

Два основных фактора, от которых зависит количество осадков

Количество водяных паров. Вода попадает в атмосферу в основном благодаря испарению, и самое высокое содержание водяных паров наблюдается в воздухе над большими водоемами, такими, как океаны. Кроме того, скорость испарения воды повышается с повышением температуры. Поэтому воздух в тропических районах, расположенных с наветренной стороны от больших водоемов, содержит, как правило, наибольшее количество водяных паров, а воздух в умеренных и полярных регионах, расположенных внутри больших континентов, отличается наибольшей сухостью. В данном случае количество водяных паров, влияющее на количество осадков, зависит от *географических характеристик.*

Температура. Несмотря на то, что скорость испарения повышается с повышением темпе¬ратуры, теплый воздух содержит больше влаги, чем холодный. Теплый воздух может охлаждаться под воздействием различных факторов. В локальном масштабе воздух охлаждается по ночам, и в результате конденсации водяных паров на холодных поверхностях выпадает утренняя роса. Массы теплого воздуха могут перемещаться в более холодные регионы. Многие ураганы начинаются в результате перемещения теплых и влажных воздушных масс вверх, т. е. в более холодные слои атмосферы и в более холодные широты. В данном случае температура, влияющая на количество осадков, изменяется в зависимости от *широты.* Наконец, воздух охлаждается, перемещаясь вверх. Как правило, атмосфера становится холоднее на 1°С с увеличением высоты на каждые 150 метров. Значительное количество водяных паров, содержащихся в воздухе, поднимающемся над горами, конденсируется и выпадает в виде осадков. В данном случае температура, влияющая на количество осадков, зависит от *высоты над уровнем моря* и *географических характеристик.*

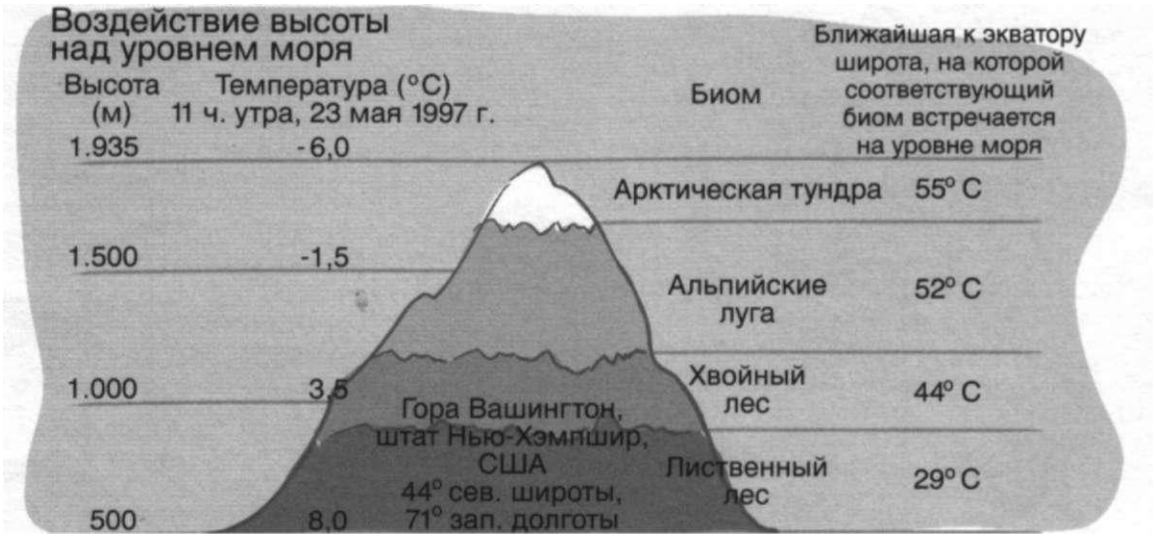
Рис. **Ж-/-5.**



Географические характеристики

Географические характеристики регионов оказывают значительное влияние на климатические условия в этих регионах. Например, горные хребты могут вызывать перемещение вверх влажного воздуха и выпадение в виде осадков почти всех содержащихся в нем водяных паров. Когда *высушенный* в результате выпадения осадков воздух перемещается вниз в районах за горным хребтом, образуется *дождевая тень* (см. рис. 8Е-1-5). Во многих случаях такая дождевая тень способствует образованию пустынь. Для типичного пустынного региона, в дополнение к сухости почвы, характерно отсутствие влаги в атмосфере, *выполняющей* роль изоляционного слоя между поверхностью Земли и космическим пространством (водяной пар — один из основных газов, вызывающих парниковый эффект на Земле). В результате в пустынных регионах тепловая энергия более интенсивно излучается в космос, что приводит к значительному увели¬чению разницы между дневной и ночной темпе¬ратурой.

Рис. БЕ-1-6. Сравнение высот над уровнем моря, температур, биомов и широт на примере г. Вашингтон.



Высота над уровнем моря

Изменения высоты над уровнем моря могут влиять на условия окружающей среды так же, как и изменения широты. Температура снижается примерно на 1°С с увеличением высоты на 150 метров; изменение условий окружающей среды при увеличении высоты над уровнем моря на каждые 300 м примерно соответствует перемещению на 400—500 км по направлению к ближайшему полюсу (т. е. примерно на четыре-пять градусов широты). Вершины гор можно представить себе как климатические острова, на которых в северном полушарии виды, встречающиеся в северных широтах, распространяются на юг по горам, где условия сходны с условиями, преобладающими в северных широтах. Растения, наблюдаемые на вершине горы Вашингтон в штате Нью-Хэмпшир (высота 1935 м) прекрасно чувствовали бы себя на уровне моря в канадской арктической тундре, в 2400 км к северу (см. рис. ББ-Т-б).

Глобальные системы переноса энергии

Как показано на рис. 8Е-1-2, в тропиках на единицу площади земной поверхности приходится больше солнечной энергии, чем в умеренных и полярных климатических зонах. Фактически, несмотря на то, что в более теплых тропических широтах в космическое пространство излучается больше тепловой энергии, чем в более северных и южных широтах, тропики поглощают больше солнечной энергии, чем излучают! Куда пропадает излишек энергии? Циркуляция воздуха в атмосфере и воды в океане приводит к переносу этой энергии в виде тепла в более северные и южные широты (см. рис. 8Е-1-7).

В целом, перемещение воздушных масс атмосферы на север и на юг приводит к тому, что теплый воздух в экваториальных регионах поднимается вверх и перемещается по направлению к полюсам. На широте примерно 30° этот воздух охлаждается, опускается к поверхности Земли и перемещается по направлению к экватору. Сходная циркуляция воздушных масс наблюдается и в полярных зонах — воздух поднимается примерно на широте 60° и опускается около полюсов. Так как тропические и полярные зоны окружают умеренные климатические зоны, циркуляция воздушных масс в тропических и полярных зонах вызывает периодическую циркуляцию воздуха и в умеренных зонах. В результате воздушные массы в умеренных зонах перемещаются по направлению к полюсам в нижних (ближайших к экватору) широтах, поднимаются на широте примерно 60°, возвращаются по направлению к экватору в верхних слоях атмосферы и опускаются примерно на широте 30°.

Сильные океанские течения, такие, как Гольфстрим, Куросиво, Бразильское течение и Восточно-Австралийское течение, переносят

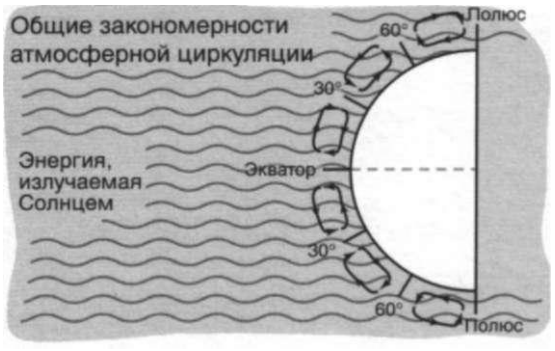
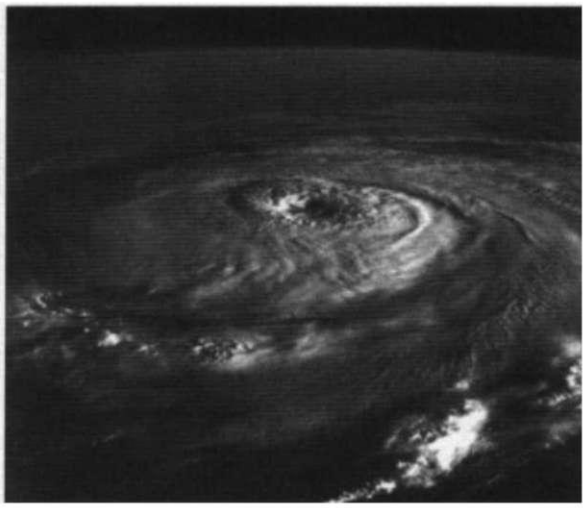


Рис. 3Е-1-7. Поднимающийся нагретый воздух и опускающийся охлажденный воздух образует атмосферные ячейки конвекции.



теплую воду из тропических регионов в регионы, расположенные примерно на широте 50°. Менее выраженные океанские течения также способствуют такому переносу тепла. В результате климат в приморских странах, расположенных на высоких широтах, например, в Ирландии, как правило, сходен с климатом, преобладающим в регионах, расположенных на более низких широтах.

Как сезонные изменения влияют на элементы экосистемы Земли?

Сезонные изменения в атмосфере наиболее очевидны. Наблюдаются ежегодные циклы изменения температуры и количества осадков. Формирование ураганов и тропических циклонов, так же как и наступление засух и муссонов, зависит от времени года. Циклоны образуются в результате крупномасштабных перемещений воздушных масс, в большой степени зависящих от сезонных изменений.

Существуют весьма замечательные примеры того, каким образом экологическая система Земли адаптировалась к сезонным изменениям. Животные мигрируют в течение года, чтобы избежать воздействия нежелательных экстремальных условий. Для многих видов характерны годовые циклы размножения. Интенсивность фотосинтеза растений достигает максимального уровня летом, когда поступает наибольшее количество солнечной энергии, а затем листья многих растений опадают, что помогает экономить энергетические ресурсы зимой. Семена растений прорастают, когда возникают благоприятные температура и влажность почвы.

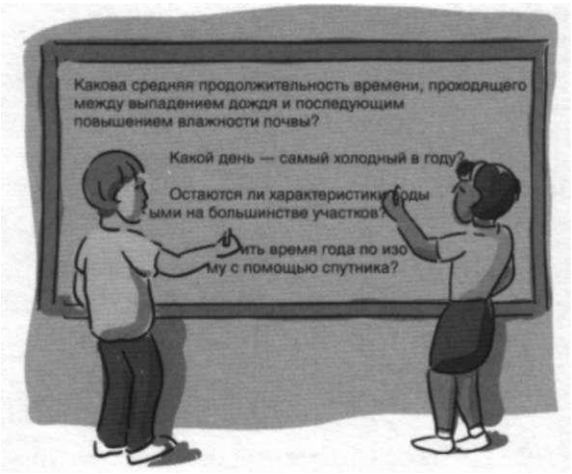
Характеристики почвы также изменяются сезонно. Например, происходят сезонные биологические изменения, такие, как листопад, обогащающий почву. Сезонные изменения характеристик почвы происходят также в результате изменения количества и частоты выпадения осадков; учащиеся могут пронаблюдать, что дождь впитывается в землю с различной скоростью в разное время года.

Сезонные изменения влияют также на все аспекты гидрологического цикла. Количество и качество воды в реках и озерах различны в дождливые и засушливые сезоны. Весной, когда тают снега, возможны катастрофические наводнения. Сезонные муссоны, сопровождающиеся обильными ливнями, имеют большое значение для возобновления запасов воды во многих частях света.

Приобретение научных навыков учащимися, проводящими свои собственные исследования

В этой главе описывается ряд учебных занятий, объединяющих пройденный ранее материал. В рамках изучения сезонов, охватывающего множество различных дисциплин, учащиеся задают вопросы, выдвигают свои предположения, ведут наблюдения на исследовательских участках, собирают и анализируют данные, обмениваются информацией и мнениями с другими учащимися и учеными, используют самые различные источники информации и сообщают результаты своих исследований.

Проводя такие исследования, школьники усваивают навыки научной работы. Кроме того, практический подход, основанный на формулировании вопросов, в значительной степени помогает научному осмыслению данных учащимися. Планируя и выполняя свои собственные исследования, учащиеся приобретают опыт научной работы в нескольких областях одновременно, что гораздо более эффективно, чем чтение материала, содержащегося в учебниках.



В приведенных ниже описаниях учебных занятий основное внимание уделяется анализу данных, полученных как в местном, так и в глобальном масштабе. Самые успешные исследования выполняются на основе вопросов, которые задают сами учащиеся, ведущие наблюдения на своих участках и изучающие базу данных программы GLOBE. Уделяйте особое внимание вопросам, которые могут послужить удачной отправной точкой для исследований. По мере того, как учащиеся задают вопросы, поручайте им записывать их в научных дневниках участников программы GLOBE.

Оценка успехов учащихся в ходе изучения сезонов: общие рекомендации

Так как в ходе изучения сезонов основное внимание уделяется самостоятельным исследованиям учащихся, оценка успехов учащихся должна заключаться прежде всего в оценке качества таких самостоятельных исследований. В конце описания каждого из учебных занятий приведены оценочные вопросы, относящиеся к теме занятия. В целом, мы рекомендуем оценивать успехи учащихся на трех этапах их самостоятельных исследований.

1. На раннем этапе исследований проверяйте, какого рода вопросы задаются учащимися.

Учащиеся должны демонстрировать умение и желание формулировать вопросы в ходе наблю¬ дений на участках исследований и изучения данных в рамках программы GLOBE. Вопросы учащихся, основанные на стремлении к пониманию научных дисциплин, должны отражать их искреннее любопытство. Выбор учащимися вопросов, ведущих к дальнейшим исследованиям, должен производиться таким образом, чтобы у учащихся была реальная возможность найти ответы в ходе дополнительных наблюдений на участках исследований и более глубокого анализа данных, полученных участниками программы GLOBE.

2. На среднем этапе исследований проверяйте, умеют ли учащиеся осмысливать получаемые ими данные?

На среднем этапе исследования основное внимание уделяется использованию результатов наблюдений, проводившихся на участках, и данных, накопленных в рамках программы GLOBE. Оценивая успехи учащихся младших классов, проверяйте, внимательно ли они ведут наблюдения, точно ли они регистрируют результаты наблюдений и находят ли они закономерности на основе полученных результатов? Оценивая успехи учащихся старших классов, проверяйте, понимают ли они методы измерения, на которых основаны данные, регистрируемые в рамках программы GLOBE, умеют ли они пользоваться графиками и картами в ходе анализа данных, и получают ли они осмысленные результаты анализа?

3. На завершающем этапе исследований проверяйте, умеют ли учащиеся сообщать полученные ими результаты другим?

Завершив свои собственные исследования, уча¬ щиеся должны уметь обмениваться полученными результатами с вами, со своими одноклассниками, с учеными-участниками программы GLOBE, с учащимися других школ мира и с общественностью в целом. Представляя результаты своих исследований в устной или в письменной форме, демонстрируют ли учащиеся ясное понимание своих исследований? Понимают ли они, какие системы они изучают и каковы взаимосвязи между этими системами? Умеют ли они сформулировать свои выводы так, чтобы они были понятны слушателям или читателям? Соответствуют ли ожидаемые глубина и качество исследования уровню образования учащегося?

Мы рекомендуем также оценивать научное осмысление учащимися информации и взаимо¬ связей между явлениями. Учащиеся могут, например, составлять концептуальные схемы или подготавливать отчеты или экспозиции, объясняющие изучаемые ими системы и причинно-следственные взаимосвязи.

Рекомендации по проведению занятий

1. Проведите как минимум одно учебное занятие, относящееся к другой практической работе.

Изучение сезонов лучше всего проводить после того, как учащиеся начнут вести наблюдения на участках исследований, собирая и представляя данные в рамках как минимум одной практической работы. Еще лучше, если используются данные, полученные в ходе нескольких других практических работ учащимися из вашего класса или учащимися из других классов вашей школы или вашего района.

2. Собирайте данные в течение всего года.

Для изучения сезонных изменений необходимо иметь достаточное количество данных, позволяющее учащимся начать идентификацию изменений, происходящих на протяжении всего года. Поэтому важно начинать измерения в начале года и проводить их регулярно, в соответствии с инструкциями по проведению практических работ. Если ваша школа участвует в программе GLOBE в течение менее чем одного года, вы можете пользоваться данными, полученными одной из соседних школ, или данными, содержащимися в нескольких метеорологических базах данных программы GLOBE. Некоторые из этих баз данных содержат информацию, зарегистрированную тысячами метеорологических станций, иногда в течение нескольких столетий.

3. Постоянно способствуйте формулированию вопросов учащимися.

В ходе исследований по программе GLOBE, так же, как и в ходе настоящих научных исследований, большое значение имеет умение задавать интересные вопросы. Вы можете придать особое значение формулированию вопросов при проведении классных занятий, поручая учащимся записывать возникающие у них вопросы в научных дневниках участников программы GLOBE и время от времени пересматривая эти вопросы вместе с учащимися.

4. Пользуйтесь сервером базы данных учащихся и средствами визуального представления данных, доступными в рамках программы GLOBE.

В ходе изучения сезонов учащиеся пользуются архивной базой данных учащихся-участников программы GLOBE и средствами визуального представления данных, предусмотренными в программе GLOBE. Карты, спутниковые изображения, графические отображения данных, база данных и средства анализа данных — полезнейшие ресурсы, которыми учащиеся могут пользоваться, выполняя самостоятельные исследования. В приложении к этой главе приведены подробные инструкции по получению доступа к данным и использованию средств их обработки, упоминаемых в описаниях соответствующих учебных занятий.

Важнейшие концепции и навыки, используемые в ходе изучения сезонов

Концепции

- Сезонные изменения отражают взаимосвязи между экологическими системами Земли.
- На протяжении года наблюдаются предсказуемые циклические изменения экологических и климатических факторов.
- Экологические и климатические факторы зависят от изменения уровней инсоляции, причем одни факторы более чувствительны к этим изменениям, чем другие.
- Возникновение внешних признаков сезонных изменений непосредственно связано с изменениями экологических и климатических факторов.
- В различных регионах сезонные изменения происходят по-разному, причем такие факторы, как широта, высота над уровнем моря и географические характеристики, оказывают влияние на закономерности местных сезонных изменений.

Навыки

- *Построение графиков,* отражающих сезонные изменения, на основе данных, полученных в рамках программы GLOBE.
- *Сравнение* графиков и *анализ* данных.
- *Формулирование* вопросов и *разработка* гипотез.
- *Планирование* и *выполнение* исследований.
- *Формулирование* выводов и *сообщение (представление)* этих выводов.

Что мы можем узнать о временах года?

Учащиеся приобретают навыки количественной оценки характеристик и закономерностей, связанных с временами года, обращая особое внимание на взаимосвязь между наглядными физическими, биологическими и культурными признаками сезонных изменений.

Каковы некоторые из факторов, от которых зависят сезонные изменения?

Учащиеся пользуются базой данных и средствами построения графиков, предусмотренными для участников программы GLOBE, сравнивая воздействие широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик на закономерности сезонных изменений.

Каковы различия между сезонными изменениями температуры в отдельных регионах мира?

Учащиеся пользуются средствами визуального представления данных, предусмотренными в программе GLOBE, отображая полученные учащимися данные на картах, и изучают региональные и глобальные закономерности сезонных изменений температуры.

Что мы можем узнать, обмениваясь данными о местных сезонных изменениях с другими школами мира?

Это учебное занятие способствует сотрудничеству между учителями во время проведения подготовки учителей-участников программы GLOBE и после ее окончания. Занятие помогает учителям и школьникам научиться работать с сервером базы данных программы GLOBE и электронной почтой GLOBE Mail. Кроме того, учителя и школьники понимают, каким образом взаимосвязаны практические работы и как результаты практических работ могут служить основой для самостоятельных исследований, посвященных сформулированным учащимися вопросам.

Что мы можем узнать о временах года?

Предназначение занятия

Учащиеся приобретают навыки количественной оценки характеристик и закономерностей, связанных с временами года, обращая особое внимание на взаимосвязь между наглядными физическими, биологическими и культурными признаками сезонных изменений.

Обзор

Учащиеся наблюдают и регистрируют сезонные изменения на местном участке исследований. Они устанавливают, что эти явления являются частями ежегодных циклов, и завершают занятие, подготавливая экспозиции, иллюстрирующие повторяющиеся закономерности, связанные с появлением и исчезновением признаков сезонных изменений.

Продолжительность

Занятие проводится периодически.

Посещение участка исследований по программе GLOBE занимает одно классное занятие в месяц; одно или два дополнительных классных занятия в месяц затрачиваются на регистрацию данных, построение графиков и обсуждение результатов наблюдений.

Примечание. Рекомендуется планировать посещения участков исследований так, чтобы они совпадали с практическими занятиями, посвященными сбору данных.

Уровень подготовки учащихся

Любой.

Адаптация материала в отношении учащихся с различными уровнями подготовки.

Начальный уровень подготовки: в соответствии с приведенным описанием.

Промежуточный уровень подготовки: обсуждение преимуществ и недостатков количественных данных.

Высокий уровень подготовки: требуется проведение более подробных наблюдений сезонных изменений. Кроме того, обсуждается вопрос о том, случайно ли многие традиционные праздники совпадают по времени со днями солнцестояния и равноденствия.

Важнейшие концепции

Времена года отличаются определенными характеристиками.

Наблюдения сезонных изменений можно проводить на участке исследований.

Сезонные изменения ежегодно повторяются.

Внимательные наблюдения позволяют понять основные закономерности сезонных изменений.

Навыки

Наблюдение сезонных изменений.

Регистрация результатов наблюдений в научных дневниках участников программы GLOBE.

Организация результатов наблюдений в форме таблиц и графиков.

Представление информации в виде зарисовок, цифр и фотографий.

Приборы и материалы

Большие листы бумаги.

Цветные фломастеры.

Клей.

Научные дневники учащихся-участников программы GLOBE.

Предварительные условия

Отсутствуют.

Предпосылки

Предназначение этого занятия заключается в вовлечении учащихся в процесс тщательных наблюдений сезонных изменений, происходящих на участке исследований по программе GLOBE. В связи с тем, что желательно активное участие учащихся в планировании наблюдений, их просят предсказать, какие явления, по их мнению, будут изменяться на участке исследований. После регистрации результатов наблюдений на протяжении длительного времени им поручаются идентификация закономерностей, в соответствии с которыми изменяются различные явления, предсказание последующих изменений и их объяснение. На этапе б учащихся просят подумать о взаимосвязи наблюдаемых ими

изменений, а на этапе 7 их просят связать результаты изменений с традиционными астрономическими признаками смены времен года (солнцестояниями и равноденствиями). Занятие заканчивается тем, что учитель просит учащихся подготовить комплект данных, описывающих местные условия, характерные для каждого времени года, на основе их собственных наблюдений и, по желанию, обме¬няться полученными ими данными с другой школой, участвующей в программе GLOBE, пользуясь электронной почтой GLOBEMail.

Это занятие рекомендуется проводить на протя¬жении всего учебного года, так, чтобы учащиеся могли периодически получать новые результаты наблюдений. Учитель должен решить, как часто учащиеся будут посещать участок исследований с тем, чтобы проводить такие наблюдения. Если ваш участок исследований легкодоступен, наблюдения можно проводить раз в неделю, особенно в те периоды, когда наблюдается большое количество изменений. Если проведение наблюдений с такой частотой практически не целесообразно, их можно проводить ежемесячно. Наблюдения на участке исследований следует дополнять наблюдениями на пришкольном участке, вокруг дома, а также по пути в школу и из школы. Если результаты наблюдений за изменениями на различных мест¬ных участках будут регистрироваться отдельно, вы сможете обсудить разницу между явлениями, наблюдающимися на различных участках.

Понимание того, какими причинами вызывается смена времен года, не является основной целью этого занятия. Это занятие носит ознакоми¬тельный характер, и внимание учащихся следует сосредоточить на ведении тщательных наблю¬дений, систематической регистрации их результа¬тов и идентификации ежегодных циклов, о которых свидетельствуют результаты наблю¬дений. Помните, что GLOBE — международная программа, и что сезонные явления в различных частях света, где расположены участвующие в программе школы, существенно отличаются одно от другого. Такое разнообразие условий, в которых ведутся наблюдения, является огромным преимуществом программы GLOBE! Мы рекомендуем связаться с другой участвующей в программе школой и обмениваться с ней информацией, полученной в ходе наблюдений сезонных изменений.

Порядок проведения занятия

1. Попросите учащихся подумать о сезон¬ных изменениях, происходящих на участке исследований по программе GLOBE. Каким образом можно охарактеризовать времена года в вашей местности? Сколько времен года наблюдается в вашей местности? Как они называются? Когда они начинаются и кончаются? Составьте описание местных времен года, согласованное всеми учащимися в классе.

2. Проведите коллективное обсуждение сезонных изменений. Попросите учащихся подумать о возможных изменениях, которые будут происходить на участке исследований по программе GLOBE в течение года по мере смены времен года. Разделите учащихся на небольшие группы и попросите каждую группу подготовить список всех изменений, которые, по их мнению, могут иметь место. Можно, например, подумать о том, как будут изменяться условия окружающей среды на участке исследований на протяжении года. Порекомендуйте учащимся подумать о таких изменениях, как
   - изменения в жизни растений, например, цветение деревьев и трав, опадение листьев, пожелтение травы, появление тех или иных плодов;
   - изменения в поведении животных, например, появление детенышей, зимняя спячка, миграция;
   - изменения физических условий окружа¬ющей среды, например, потепление или похолодание, увеличение или уменьшение количества дождей, появление или таяние льда на поверхности водоемов.

   Проведите, с участием всего класса, обсуждение всех изменений, зарегистри¬рованных небольшими группами уча¬щихся. Подготовьте общий перечень изменений, зарегистрированных всем классом, которые, по вашему мнению, происходят на участке исследований на протяжении года.

3. Зарегистрируйте результаты факти¬ческих наблюдений.
   На данном этапе следует начать система¬тические наблюдения тех изменений, которые были перечислены учащимися на предыдущем этапе. Помогите учащимся разработать организованную систему регистрации изменений, наблюдаемых ими на участке исследований. Если учащиеся ведут научные дневники участников программы GLOBE, они могут регистрировать результаты наблюдений в этих дневниках.

Кроме того, они должны регистрировать результаты наблюдений так, чтобы они могли демонстрироваться всему классу с целью проведения обсуждений. В частности, если обсуждения проводятся с участием учащихся младших классов, формат экспозиций должен быть крупным и легко поддающимся пониманию. Можно воспользоваться, например, большими листами бумаги, каждый из которых будет соответствовать одному из периодов наблюдений. Все результаты наблюдений, проведенных в течение данной недели или данного месяца, могут быть зарегистрированы на одном большом листе бумаги. Этот лист можно вывесить в классной комнате, на доске объявлений или в коридоре школы. По мере того, как учащиеся посещают участок исследований, они могут регистрировать результаты своих наблюдений на отдельных листах и добавлять их к экспозиции. На листах бумаги можно делать зарисовки, закреплять на них клеем собранные листья, цветы или почки растений, фотографии, сделанные учащимися, цифровые данные, собранные ими, и описания их впечатлений в прозе или в стихах.

4. Рассмотрите изменения, наблюдавшиеся на участке исследований.

После того, как учащиеся зарегистрируют результаты нескольких наблюдений, полезно пересмотреть их, сравнивая их со списками, составленных на этапе 2. Сравните результаты фактических наблюдений с ожидаемыми изменениями. Со временем, по мере накопления данных, обсуждайте изменения, происшедшие на участке исследований со времени последнего посещения участка. Какие изменения наблюдались в отношении растительности, воды, обитающих на участке животных, влажности, температуры и т. п.? Сравнивая изменения, ссылайтесь на результаты наблюдений, сделанных во время предыдущего посещения участка. Если результаты наблюдений регистрировались на больших листах бумаги, их можно сравнивать во время обсуждения. Попросите учащихся обсудить, что изменилось и что не изменилось за прошедший период. В заключение подготовьте сводку наблюдавшихся изменений. Если занятие проводится с учащимися младших классов, учитель может записать сводку изменений на основе устных объяснений учащихся; учащиеся старших классов могут подготовить такую письменную сводку самостоятельно в своих научных дневниках участников программы GLOBE.

5. Предсказания и пояснения.

Попросите учащихся предсказать, на основе того, что они видели в ходе настоящего и предыдущего посещений участка исследований, какие изменения они ожидают увидеть на этом участке в следующий раз. Попросите их подумать о том, что происходит на участке исследований, как проходит время года. Какие закономерности намечаются? По их мнению, будет ли холоднее или теплее во время следующего посещения участка? Будет ли участок более влажным или сухим? Будет ли наблюдаться больше или меньше листьев на деревьях и кустах? В зависимости от того, какие явления прослеживаются учащимися, попросите их предсказать, какими будут результаты сходных наблюдений в следующий раз. Попросите учащихся объяснить, почему они ожидают возникновения предсказываемых ими изменений. (Это позволит вам также понять, каким образом учащиеся строят свои логические умозаключения.) Какие факторы, по мнению учащихся, вызовут предсказываемые ими изменения? Зарегистрируйте предсказания учащихся на большом листе бумаги и сохраните его, чтобы сравнить эти предсказания с результатами следующих фактических наблюдений. Можно также попросить учащихся зарегистрировать одно или несколько предсказаний в их научных дневниках участников программы GLOBE.

6. Изучение взаимосвязи между изменениями.

Изменения, наблюдаемые учащимися на участке исследований, не происходят независимо одно от другого. Они являются взаимосвязанными элементами одного процесса сезонных изменений. Попросите учащихся подумать о возможных взаимосвязях между изменяющимися явлениями или факторами и обсудить их. Например,

исследований. Например, особенно наглядным может быть графическое представление изменений температуры и количества осадков.

Свяжитесь с другой школой, участвующей в программе GLOBE, по электронной почте GLOBE Mail и обменяйтесь результатами наблюдений с учащимися этой школы. Попросите учащихся другой школы передать вам результаты наблюдений, проведенных ими на их участке исследований. Просмотрите результаты их наблюдений и попробуйте предсказать изменения, которые произойдут на их участке исследований до тех пор, когда на нем будут произво¬диться следующие наблюдения. Сравните ваше предсказание с данными, которые вы получите от учащихся другой школы в следующий раз.

Изучите, каким образом различные времена года представлены в произведе¬ниях искусства и литературы и какую роль они играли в истории. Как, например, изображаются различные времена года в произведениях французских импрессионистов? Каким образом различные времена года влияли на исход военных столкновений, таких, как ленинградская блокада? Как времена года изображаются в пьесах и стихотворениях Шекспира? Как Торо изображает времена года в своей книге *«Уолден»!* Как времена года описываются в серии книг *«Маленький дом в прерии»?*

Каковы некоторые из факторов, от которых зависят сезонные изменения?

Предназначение занятия

Учащиеся пользуются базой данных и прикладной программой построения графиков GLOBE, сравнивая воздействие широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик на закономерности сезонных изменений.

Обзор

Учащиеся анализируют график изменения максимальной и минимальной температур на их участке за прошедший год. Они сравнивают этот график со сходными графиками, полученными для двух других участков — соседнего и удаленного. Они перечисляют факторы, воздействием которых могут объясняться различия между наблюдаемыми закономерностями, и выбирают один из параметров, подлежащий исчерпывающему изучению. Учащиеся повторяют такой анализ в отношении других параметров, а затем подготавливают сводку результатов их исследований, описывая воздействие широты, географических характеристик и высоты над уровнем моря на закономерности сезонных изменений.

Продолжительность

(По одному классному занятию продолжительностью 45 минут каждый день.)

День 1	Этапы 1—3
День 2	Этапы 4 и 5
День 3	Этапы 6—9
Дни 4 и 5	Этапы 10 и 12
Дополнение	Этап 11

Уровень подготовки учащихся

Промежуточный (средний) и высокий.

Важнейшие концепции

Закономерности сезонных изменений зависят от сочетания факторов: широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик.

Ежегодные закономерности изменения параметров, измеряемых в рамках программы GLOBE, взаимосвязаны.

Навыки

Построение графиков данных, собранных в рамках программы GLOBE и отражающих закономерности сезонных изменений.

Сравнение графиков и *анализ* данных с целью определения воздействия широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик.

Формулирование вопросов и *разработка* гипотез.

Планирование и *выполнение* исследования.

Формулирование выводов, относящихся к факторам, воздействующим на сезонные изменения.

Представление выводов.

Приборы и материалы

Настенная карта мира (если доступ к компьютерам невозможен или ограничен), распечатки графиков, приведенных в описаниях этапов 1, 4 и 6.

Компьютер и сервер базы данных учащихся-участников программы GLOBE.

Научные дневники участников программы GLOBE.

Предварительные условия

Учащиеся должны понимать, что уровни инсоляции изменяются в зависимости от широты и что широта оказывает существенное влияние на сезонные условия и ежегодные циклы изменения экологических и климатических параметров, таких, как количество осадков и температура. Более подробное обсуждение этих вопросов см. в разделе «Чем объясняется смена времен года?» во введении к разделу «Изучение сезонов».

Порядок проведения занятия

Этап 1. Поручите учащимся построить график изменения максимальной и минимальной суточных температур, зарегистрированных на их участке, пользуясь прикладной программой построения графиков GLOBE (см. рис. SE-L-1).

Примечание. Если ваша школа начала участвовать в программе GLOBE лишь недавно, см. раздел *«Поиск ближайшей школы-участницы программы GLOBE»* или раздел *«Поиск данных об участке исследований на странице программы GLOBE в сети Web»* в приложении к этой главе, чтобы найти источник данных, которые вы можете использовать, если вам требуются данные, зарегистрированные в вашем регионе на протяжении длительного времени. Кроме того, см. раздел *«Использование программы-графопостроителя GLOBE»* в главе *«Комплект приборов и материалов»*.

Этап 2. Для того, чтобы обратить внимание учащихся на общие закономерности изменения температуры, поручите им построить на графике кривую средних значений максимальной и минимальной температур одним из следующих способов:

a) поручите каждому из учащихся провести кривые непосредственно на копии графика;

b) поручите учащимся наложить на копию графика лист прозрачного пластика и провести кривые фломастерами на прозрачном пластике.

Примечание. Так как суточные температуры могут резко изменяться, точки на графике суточных температур могут оказаться сильно разбросанными. Кроме того, так как прикладная программа построения графиков GLOBE соединяет каждую пару точек данных линией, результирующий график содержит большое количество лишних графических деталей, не добавляющих никакой существенной информации. В большинстве случаев, однако, именно прослеживание закономерности, выявляющейся на протяжении продолжительного времени, позволяет учащимся осмысленно сравнивать данные. Учащиеся могут определить на глаз средние точки между каждыми двумя последовательными точками графика и наметить фломастером кривую усредненных значений, позволяющую выявить общую закономерность (см. рис. SE-L-2).

После того, как учащиеся проведут кривую усредненных значений, они могут накладывать ее на другие «усредненные кривые». Например, они могут наложить полученную кривую усредненных значений минимальной суточной температуры, зарегистрированной на их участке, на кривую значений максимальной температуры, чтобы проверить, насколько совпадают изменения этих температур. Кроме того, учащиеся могут выявлять закономерности изменения температуры на протяжении различных годовых циклов, накладывая «усредненные кривые» значений максимальной и минимальной суточной температур, зарегистрированных на протяжении одного года, на такие же кривые, полученные в течение другого года. Учащиеся могут также прослеживать закономерности, выявляющиеся на различных участках, накладывая «усредненные кривые», полученные на одном участке, на графики значений температур, полученные на другом участке.

Этап 3. Поручите учащимся проанализировать график температурных данных, задавая следующие вопросы.

- Какова общая форма кривой усредненных значений температуры?
- Что мы можем сказать об участке исследований на основе формы кривой усредненных значений температуры?
- Какова, приблизительно, разница между суточными значениями максимальной и минимальной температуры на протяжении года? Как эта разница изменяется на протяжении года?

Рис. SE-L-1. График изменения максимальной и минимальной температур, подготовленный с помощью графопостроителя для участников программы GLOBE.

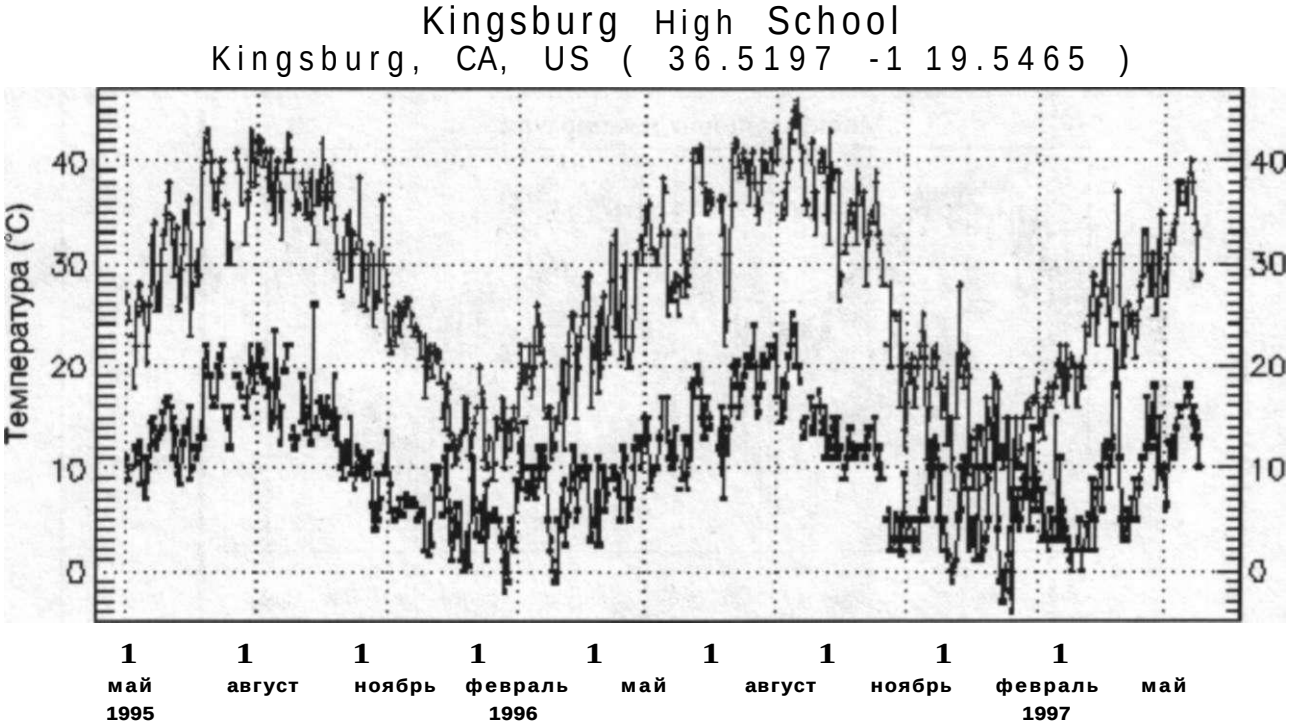


Рис. SE-L-2. Две «усредненных» кривых, построенных на графике максимальной и минимальной температур, зарегистрированных на участке исследований по программе GLOBE.

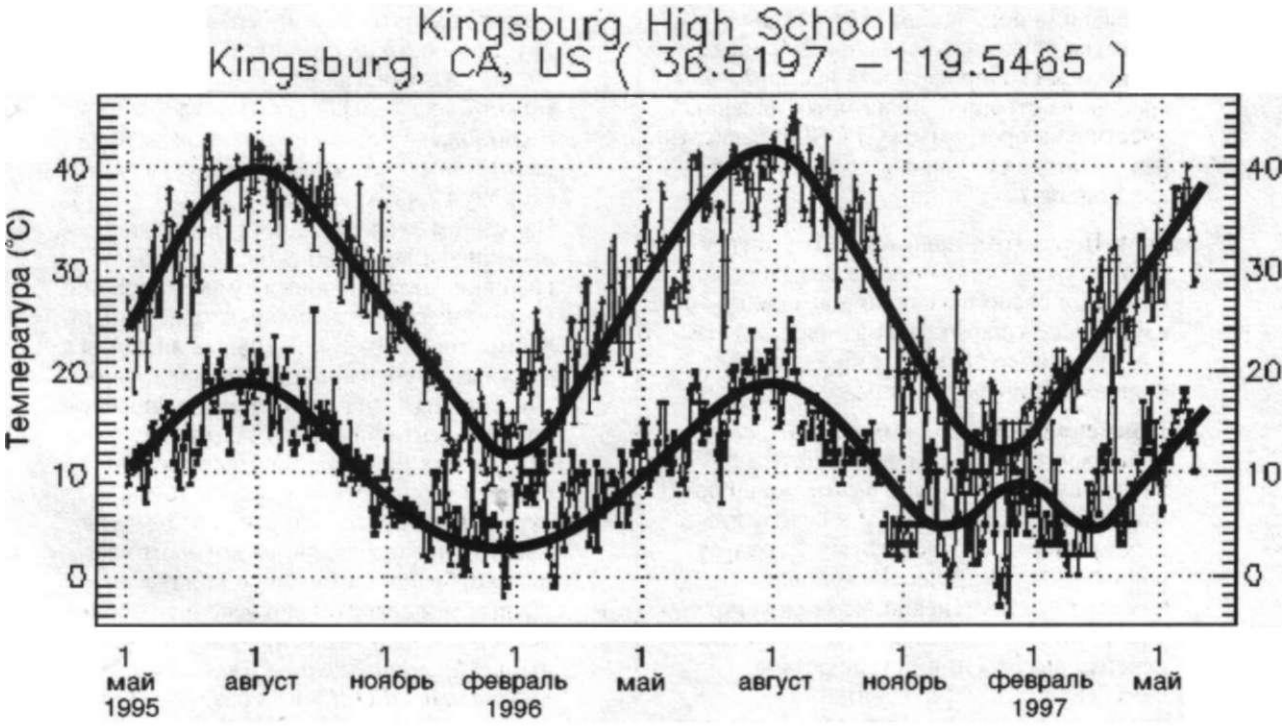
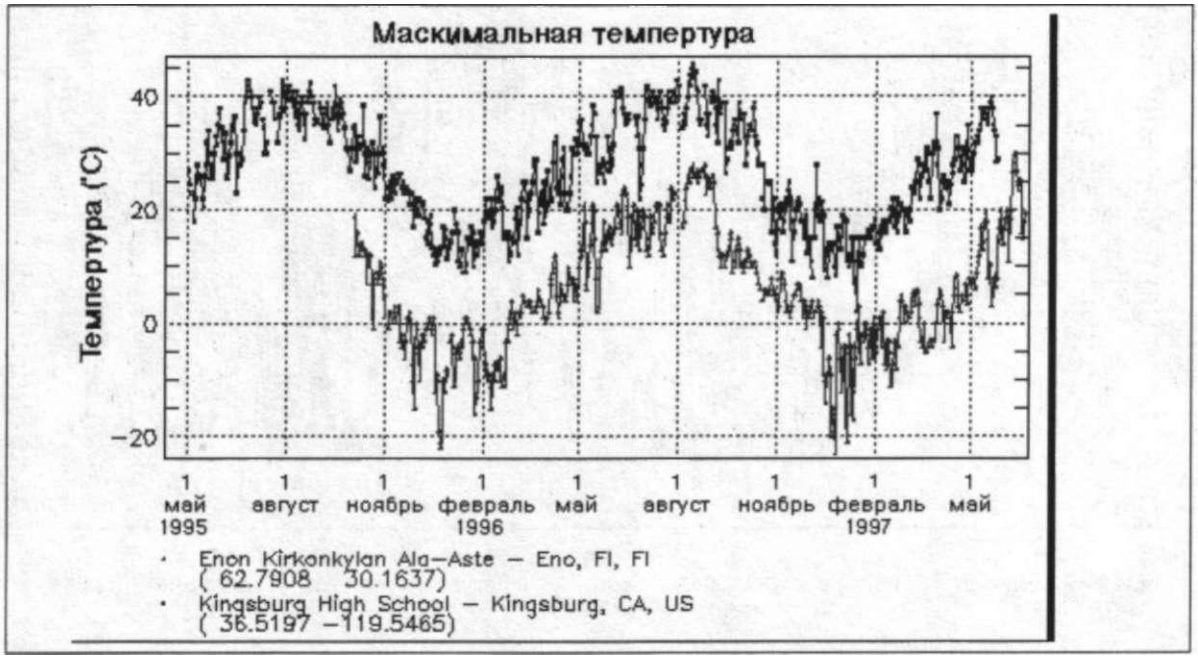


Рис. SE-L-3. График значений максимальной температуры, зарегистрированной участниками программы GLOBE в Финляндии и в Калифорнии, подготовленный с помощью графопостроителя. Следует отметить, что данные, относящиеся к Калифорнии, регистрировались в течение более длительного периода времени.



Примечание. Этот анализ можно производить в форме обсуждения с участием всего класса. Если копия графика выдана каждому из учащихся, такой анализ можно производить также, подразделив учащихся на небольшие группы или поручив им этот анализ в качестве домашнего задания. Поручите учащимся скопировать или наклеить график на страницу их научных дневников участников программы GLOBE и записать результаты их анализа и возникающие у них вопросы.

Этап 4. Поручите учащимся найти другую школу, участвующую в программе GLOBE и расположенную примерно в 100 км от вашей школы, и повторить этапы 1 —3 на основе данных, собранных учащимися другой школы.

Примечание. На данном этапе от учащихся требуется найти школу, находящуюся примерно на той же широте, что и ваша школа (100 км к северу или к югу примерно соответствуют 1 градусу широты). Климатические условия изменяются постепенно, если на коротком расстоянии не происходит значительный перепад высоты или другое резкое изменение географических характеристик. В результате, анализируя данные, собранные учащимися из соседней школы, ваши ученики смогут выявить сходные закономерности изменения температуры. Если будут выявлены различия, знание местных географических характеристик поможет учащимся найти причины возникновения таких различий (например, одна школа может находиться на побережье моря, а другая на острове, высота одного школьного участка над уровнем моря может быть больше высоты, на которой расположена другая школа, или одна из школ может находиться по другую сторону горного хребта).

На данном этапе учащиеся развивают навыки анализа графиков, сравнивая графики, отличающиеся только несколь¬кими существенными характеристиками. Кроме того, так как учащиеся знакомы с местными географическими характерис¬тиками, анализ графиков будет способст¬вовать идентификации учащимися важнейших факторов, воздействующих на закономерности изменения темпера¬туры. Предварительно выбрав соседний участок исследований, на котором уже было собрано достаточное количество данных, вы значительно ускорите прове¬дение этой части занятия. См. раздел *«Поиск соседней школы, участвующей в программе GLOBE»* или раздел *«Поиск данных об участке исследований на странице программы GLOBE в сети Web»* в приложении к этой главе, а также

раздел *«Использование программы-графопостроителя GLOBE»* в главе *«Комплект приборов и материалов»*.

Этап 5. Поручите учащимся описать законо¬мерности изменения температуры на соседнем участке исследований, сходные с закономерностями, выявленными на вашем участке, и отличающиеся от них. Попросите учащихся предложить воз¬можные причины, объясняющие каждое из выявленных различий. После того, как учащиеся, разделившись на небольшие группы, проведут обсуждение этих вопросов, проведите обсуждение с участием всего класса, чтобы подвести итоги сравнения закономерностей. Можно предложить следующие темы для обсуждения результатов сравнения.

- Регистрировались ли значения макси¬мальной и минимальной температуры года на двух участках в различное время, и если да, то насколько велико было соответствующее расхождение во времени?
- Насколько различается суточный диапазон изменения температуры, зарегистрированный на двух участках?
- Насколько сходна или различна общая форма кривых, построенных на основе графиков, отражающих данные, собранные на двух участках?
- Какие выводы, относящиеся к временам года, можно сделать на основе закономерностей изменения температуры, выявленных на обоих участках?
- Наблюдаются ли на обоих участках сходные изменения температуры после наступления дней солнцестояния и равноденствия?

Примечание. Для того, чтобы упростить процесс сравнения, можно воспользоваться прикладной программой построения графиков с тем, чтобы построить графики изменения одного и того же параметра, например, максимальной суточной температуры, для двух различных участков (см. рис. SE-L-3). Если каждому из учащихся можно выдать копию распечатанных графиков, эту часть занятия можно проводить, разделив учащихся на неболь¬шие группы или поручив учащимся анализ графиков в качестве домашнего задания. Поручите учащимся скопировать или наклеить графики на страницу их научных дневников участников программы GLOBE и записать результаты их анализа и возникающие у них вопросы.

Этап 6. Поручите учащимся выбрать другой участок исследований по программе GLOBE, находящийся на расстоянии как минимум 1000 км от вашей школы, в регионе, климатические условия которого, скорее всего, отличаются от местных климатических условий. Поручите им повторить выполнение этапов 1—5.

Примечание. Предназначение данного этапа занятия состоит в поиске участка исследований по программе GLOBE, на котором ежегодная закономерность изменения температуры сильно отличается от двух уже проанализированных закономерностей. Этот анализ можно поручить учащимся в качестве домашнего задания.

Этап 7. Поручите учащимся перечислить факторы, вызывающие различия между проанализированными закономерностями.

Примечание. Пользуясь настенной картой мира или картами, которые можно найти на странице программы GLOBE в сети Web, посвященной средствам визуального отображения данных, чтобы привлечь внимание учащихся к широтным различиям, различиям в высоте над уровне моря и другим существенным географическим характеристикам. Поручите учащимся записать определения выявленных факторов и любые возникающие у них вопросы в их научных дневниках участников программы GLOBE.

Этап 8. Так как для каждого участка исследований характерно определенное сочетание факторов, проведите, с участием всего класса, обсуждение на основе диаграммы, приведенной на рис. SE-L-4. Поручите учащимся записать в их научных дневниках участников программы GLOBE общие определения того, каким образом местные закономерности изменения температуры зависят от широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик.

Примечание. Учащиеся должны понимать, что перед тем, как делать выводы, относящиеся к закономерностям

Рис. SE-L-4. Для каждого участка характерно индивидуальное сочетание факторов, воздействующих на ежегодные закономерности изменения параметров окружающей среды на этом участке.

изменения температуры, они должны узнать широту участка и его высоту над уровнем моря, а также определить его географические особенности.

Этап 9. Попросите каждую группу учащихся выбрать один из факторов, которыми могут объясняться различия между закономерностями изменения температуры на вашем участке и на участке. Поручите членам каждой группы подготовить план изучения этого фактора, включающий описание методов использования данных, собранных в рамках программы GLOBE, с целью проверки гипотез, выдвинутых учащимися. Ниже приведены примеры таких изучаемых факторов.

Высота над уровнем моря. Сравниваются ежегодные закономерности изменения температур на участках, расположенных на различной высоте над уровнем моря.

Широта. Сравниваются ежегодные законо¬мерности изменения температур на участках, расположенных на различных широтах.

Приморский и континентальный климат. Сравниваются ежегодные закономерности изменения температур на участках, расположенных на различном расстоянии от океана. На каком расстоянии перестает ощущаться воздействие приморского климата? Учащиеся могут сравнить воздействие океана на участки, располо¬женные на различных побережьях.

Примечание. Для различных побережий характерны различные эффекты воздей¬ствия океана. Например, для атлантичес¬кого и тихоокеанского побережий США характерны различные структуры течений и преобладающих ветров, что приводит к возникновению различных приморских климатов. Тем не менее, в обоих случаях океан способствует уменьшению разницы между минимальной и максимальной суточными температурами и повышению влажности воздуха.

Дополнительные факторы. Во многих частях света сезонные изменения зависят от факторов, воздействующих только на данный индивидуальный регион. Например, учащиеся могут сравнить данные, собранные на участках, находящихся в зоне воздействия течения Гольфстрим и за пределами этой зоны, на участках, подвергающихся воздействию ветров Санта-Ана, на участках в пустыне Сахары и в бассейне реки Амазонки, на участках, находящихся в районах прибрежных горных хребтов, в районах дождевой тени и в степи. Кроме того, они могут исследовать воздействие размеров континента и направления преоб¬ладающих ветров на закономерности сезонных изменений.

Примечание. Для того, чтобы учащиеся могли подтвердить воздействие того или иного фактора, необходимо, чтобы обеспечивалось постоянство воздействия других факторов. Например, для того, чтобы подтвердить воздействие высоты над уровнем моря, учащиеся должны найти участки, которые отличаются один от другого по высоте над уровнем моря, но сходны по своему расположению по отношению к морскому побережью, по широте и по другим географическим характеристикам. Если участки отличаются только по высоте над уровнем моря, любое различие между закономерностями изменения температур на этих участках может быть приписано различию по высоте. Для того, чтобы подтвердить воздействие такого фактора с уверенностью, учащиеся должны использовать данные, собранные на нескольких участках и на протяжении существенного периода времени (например, в течение года). Выявление воздействия выбранного фактора только на основе данных, собранных на двух участках в течение одного дня, может оказаться результатом ошибок, допущенных при измерениях, и кратковременных изменений, то есть

ненадежным. Поручите учащимся записывать выдвигаемые ими гипотезы и регистрировать порядок выполнения исследований в их научных дневниках участников программы GLOBE.

Этап 10. Поручите учащимся следовать их планам и сделать выводы относительно любых выявленных ими воздействий.

Примечание. Поручите учащимся регистрировать полученные ими данные, результаты анализа и выводы в их научных дневниках участников программы GLOBE. Учащиеся разных школ могут обмениваться результатами своих исследований и выводами и задавать друг другу дальнейшие вопросы (например, вопросы, относящиеся к выбранным сравниваемым факторам), пользуясь электронной почтой GLOBEMail.

Этап 11. Для того, чтобы продолжить исследование воздействия различных факторов на закономерности сезонных изменений, поручите учащимся повторить выполнение этапов 1 — 10 в отношении количества осадков и любых других факторов, которые они считают важными характеристиками времен года.

Примечание. Описание краткого исследования воздействия одного фактора, такого, как температура, на другой, такой, как количество осадков, см. раздел «Как определить, взаимосвязаны ли два фактора?» в приложении.

Этап 12. Поручите учащимся записать в их научных дневниках участников программы GLOBE их выводы по следующим вопросам:

а) как широта, высота над уровнем моря и географические характеристики воздействуют на закономерности сезонных изменений параметров, измеряемых в рамках программы GLOBE; и

б) каким образом взаимосвязаны ежегодные циклы изменения параметров, измеряемых в рамках программы GLOBE.

Оценка успехов учащихся

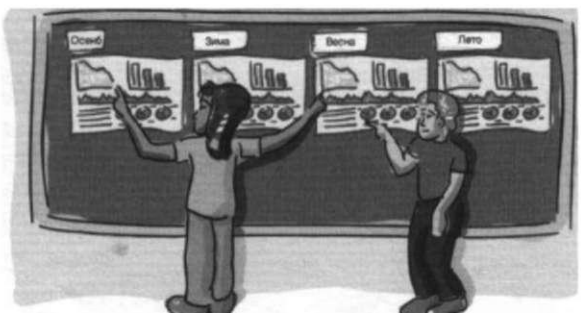
Закончив это занятие, учащиеся должны уметь пользоваться графиками и данными, обосновывая заявление о том, что закономерности сезонных изменений зависят от сочетания таких факторов, как широта, высота над уровнем моря и географические характеристики.

Учащиеся с любым уровнем подготовки:

Для того, чтобы учащиеся могли подготавливать отчеты в виде экспозиций, статей, компьютерных материалов и устных докладов, требуется, чтобы они умели организовать и систематизировать свои мысли и последовательно представлять свои выводы. Поэтому такие отчеты позволяют эффективно оценивать, насколько хорошо учащиеся владеют концепциями, навыками и процессами. Качество информации, зарегистрированной в их дневниках, также является важным компонентом оценки умения учащихся передавать другим свое понимание научного материала. Проверяйте записи в научных дневниках учащихся и поручайте им пользоваться своими научными дневниками участников программы GLOBE с тем, чтобы подготавливать свои отчеты и экспозиции.

Задавайте учащимся вопросы, позволяющие им демонстрировать их понимание того, каким образом широта, высота над уровнем моря и географические характеристики воздействуют на закономерности сезонных изменений. Можно задать, например, следующие вопросы.

- Почему закономерности, наблюдаемые на одном участке, сходны с закономерностями, наблюдаемыми на участке, удаленном на 100 км от первого?
- Почему изменения, наблюдаемые на вашем участке, настолько отличаются от изменений, зарегистрированных на участке, удаленном на 1000 км от вашего?



- Какие факторы вы изучали, как вы проводили исследования и какие выводы сделали?
- Обсудите, каким образом широта, высота над уровнем моря и географические характеристики влияют на каждый из параметров, измеряемых в рамках программы GLOBE.
- Каковы некоторые из географических характеристик, влияющих на законо¬мерности сезонных изменений в вашем регионе? Опишите, каким образом они воздействуют на такие закономерности, и подтвердите вашу гипотезу данными.
- Почему могут существовать отдаленные участки, на которых наблюдаются закономерности, сходные с зарегистрированными на вашем участке, и в то же время другие отдаленные участки, для которых характерны закономерности, отличающиеся от наблюдаемых вами?
- Какой из трех факторов — широта, высота над уровнем моря или географические характеристики — играет, по вашему мнению, более важную роль, чем другие, при определении местных закономерностей сезонных изменений?
- Что бы вы хотели узнать об участке перед тем, как высказывать какое-либо мнение о характерных для него сезонных измене¬ниях? Объясните, почему такая инфор-мация имеет большое значение.
- Почему температурные данные, без учета других параметров, являются ненадежным показателем времени года?

Примечание. Температура изменяется в течение коротких периодов времени и зависит от других переменных параметров, таких, как широта, высота над уровнем моря и географические характеристики. Например, лето в полярных регионах может быть холодным, а весенняя температура в предгорьях отличается от весенней температуры на вершине горы. Для того, чтобы понимать закономерности сезонных изменений, необходимо знать широту, высоту над уровнем моря и географические характеристики изучаемого участка.

Учащиеся с высоким уровнем подготовки:

- Каким образом изменились бы графики, относящиеся к определенному участку, если бы он был перемещен на другую широту, на другую высоту над уровнем моря или в другие географические условия?

Продемонстрируйте учащимся график ежегодного изменения параметра участка, не совпадающий с графиком изменения этого же параметра на их участке иссле-дований. Учащиеся должны быть способны определить, какими характеристиками закономерностей этот незнакомый им график отличается от графика, полученного для их участка исследований.

Примечание. Вы можете построить график с гипотетической (вымышленной) закономерностью, или использовать график, полученный для другого участка исследований.

Каким образом сезонные изменения взаимосвязаны со временем наступления солнцестояний и равноденствий? В течение какого времени после наступления солнцестояний начинают наблюдаться изменения? Одинаково ли время такого запаздывания в отношении каждого времени года и в отношении каждого из солнцестояний?

Примечание. Температурные уровни зависят от количества поступающей солнечной энергии. Так как дни солнце¬стояний соответствуют максимуму и минимуму инсоляции в умеренных и полярных зонах, солнцестояния соответствуют определенным температурным уровням в этих зонах. Тем не менее, температура атмосферы достигает максимума и минимума с запаздыванием по отношению к максимуму и минимуму инсоляции — проходит несколько недель, прежде чем максимальный или минимальный уровень инсоляции окажет существенное влияние на температуру. В ходе этого занятия учащиеся смогут определить продолжительность таких периодов запаздывания, проверяя, как изменяется температура в умеренных и тропических зонах в дни солнцестояний. Так как различные участки исследований расположены на различных широтах, на разной высоте над уровнем моря и в различных географических условиях, для разных участков характерны периоды запаздывания различной продолжитель¬ности. Следует отметить, что в дни равноденствия Солнце находится непосредственно на небесном экваторе. Поэтому экстремальные уровни инсоляции в тропических зонах наблюдаются в дни равноденствия.

Каковы различия между сезонными изменениями температуры в отдельных регионах мира?

Предназначение занятия

Учащиеся пользуются средствами визуального представления данных, предусмотренными в программе GLOBE, отображая полученные данные на картах, и изучают региональные и глобальные закономерности сезонных изменений температуры.

Обзор

Учащиеся пользуются архивной базой данных участников программы GLOBE и средствами визуального представления данных, отмечая текущие значения температуры на карте мира. Они изучают закономерности изменения температуры на карте, обращая особое внимание на различия между северным и южным полушариями, а также между экваториальными регионами и высокими широтами. Затем учащиеся изучают более подробно один из регионов, отличающихся высокой плотностью участков, параметры которых регистрируются учащимися школ (например, в США или в Европе). Они изучают температурные карты этого региона, составленные в отношении четырех дней солнцестояния и равноденствия за прошедший год. Учащиеся сравнивают и сопоставляют закономерности, наблюдаемые на температурных картах, обращая особое внимание на закономерности сезонных изменений. В конце занятия учащиеся обсуждают относительные преимущества различных способов представления данных: таблиц данных, графиков и карт.

Продолжительность

Примерно три классных занятия.

Уровень подготовки учащихся

Начиная с 3-го класса.

Важнейшие концепции

- В различных точках земной поверхности регистрируются различные температуры.
- Глобальные закономерности изменения температуры различны в зависимости от времени года.
- Широта, высота над уровнем моря и географические характеристики влияют на местные сезонные изменения температуры.
- Текущие погодные условия влияют на региональные и глобальные закономерности изменения температуры.

Навыки

- *Картографирование* данных с использованием сервера базы данных участников программы GLOBE с целью изучения сезонных закономерностей изменения температуры.
- *Сравнение* графиков, карт и таблиц данных как средств анализа данных.

Приборы и материалы

- Доступ к серверу базы данных участников программы GLOBE.
- Карта мира.
- Листы прозрачного пластика и фломастеры (если нежелательно обозначение данных учащимися непосредственно на карте).

Подготовка

Перед проведением классного занятия можно подготовить (распечатать, скопировать, вывести) карты.

Предварительные условия

Мы рекомендуем предварительно провести занятие *«Каковы некоторые из факторов, влияющих на сезонные изменения?»* с тем, чтобы учащиеся приобрели опыт использования графиков с целью изучения сезонных изменений на основе данных, полученных различными школами, а также с тем, чтобы учащиеся понимали основные факторы, воздействующие на сезонные изменения температуры.

Предпосылки

В ходе этого занятия учащиеся пользуются средствами визуального представления данных, предусмотренными в рамках программы GLOBE, изучая региональные и глобальные закономерности сезонных изменений температуры. Занятие проводится в двух целях. Во-первых, учащиеся изучают характеристики времен года в глобальном контексте. Во-вторых, они приобретают навыки использования прикладной программы картографирования GLOBE, позволяющей выявлять глобальные закономерности на основе данных, собранных учащимися-участниками программы GLOBE.

Особое примечание. Число участков исследований по программе GLOBE в некоторых регионах недостаточно для выполнения исчерпывающего анализа данных.

В настоящее время в одних регионах мира (например, в Соединенных Штатах и в Европе) имеется большое количество школ, учащиеся которых регистрируют данные, в то время как в других регионах количество таких школ меньше. Поэтому, рассматривая визуальные представления данных, собранных участниками программы GLOBE, вы заметите, что в отношении некоторых районов мира имеется количество данных, достаточное для выполнения анализа, описание которого приведено ниже, тогда как в отношении других районов количество данных для такого анализа недостаточно. С учетом этого временного ограничения, настоящее занятие предусматривает как изучение глобальных закономерностей (с использованием данных, собранными всеми школами, участвующими в программе GLOBE), так и региональные исследования (в ходе которых внимание сосредоточивается на районах, в которых имеется множество школ, сообщающих данные). В конечном счете, по мере расширения программы GLOBE, учащиеся смогут проводить все большее количество глобальных исследований.

Картографирование данных с использованием прикладной программы визуального представления данных GLOBE

См. цветные карты, приведенные на рис. SE-L-10—SE-L-17. Программа визуального представления данных GLOBE позволяет обозначать на картах данные, зарегистрированные учащимися. Такие визуальные представления данных являются эффективными средствами анализа, которые могут помочь учащимся при проведении самых различных исследований. В сущности, требуется лишь выбрать регион, карту которого вы желаете использовать и ввести данные, а также дату и время ввода данных. Программное обеспечение GLOBE генерирует карту выбранного региона с обозначением введенных данных и передает ее пользователю по сети Internet.

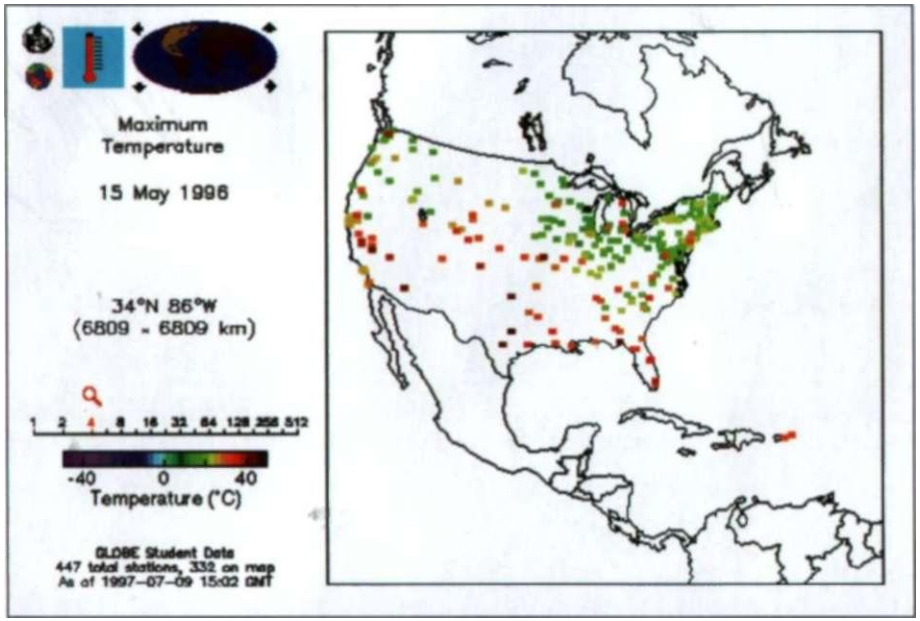
Программное обеспечение позволяет генерировать два типа карт — точечные карты и контурные карты.

На рис. SE-L-10 изображена точечная карта. На ней каждая из школ, регистрирующих данные, обозначена цветной точкой. Цвет точки соответствует значению, сообщенному школой. Картами этого типа лучше всего пользоваться, если вы желаете узнать, где расположены регистрирующие данные школы, и получить представление о значениях индивидуальных данных (отображенных цветом точек).

На рис. SE-L-11 изображена контурная карта. На картах этого типа демонстрируются контурные кривые, генерированные на основе введенных участниками программы данных — например, изотермы. Картами такого типа лучше всего пользоваться с тем, чтобы определять значения, относящиеся к каждой из ограниченных контурными кривыми полос. Кроме того, на таких картах могут быть представлены регионы без контурных кривых, т. е. регионы, в которых еще нет школ, сообщающих данные.

В ходе этого занятия мы рекомендуем пользоваться контурными картами, так как внимание учащихся следует сосредоточить на общих закономерностях изменения данных, а не на фактических значениях. Учащиеся будут изучать, в основном, форму температурных кривых (отмечая, например, в каком регионе та или иная изотерма отклоняется в направлении экватора).

Учащиеся быстро научатся работать с контурными картами, так как карты этого типа публикуются в газетах и показываются по телевидению, а также используются в учебниках. Если у них возникнут какие-либо затруднения, можно поручить учащимся поработать с картой данных и подготовить свою собственную контурную карту. В первую очередь следует обвести цветными кружками все точки данных в каждом температурном диапазоне (например, обвести красными кружками все точки данных, соответствующие температуре от 20 до 29 градусов, синими кружками — точки данных, соответствующие температуре от 30 до 35 градусов, и т. п.). После этого поручите



Рмг. *SE-L-IO. Точечная карта максимальных значений температуры, сообщенных участниками программы GLOBE 15 мая 1997 г.*

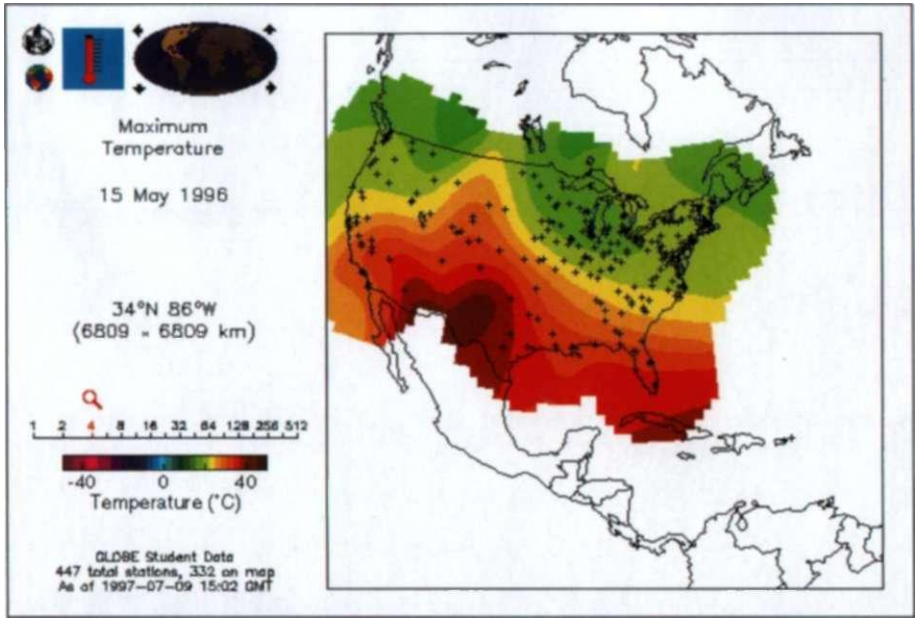


Рис. SE-L-II. Контурная карта, генерированная на основе тех же данных участников программы GLOBE.

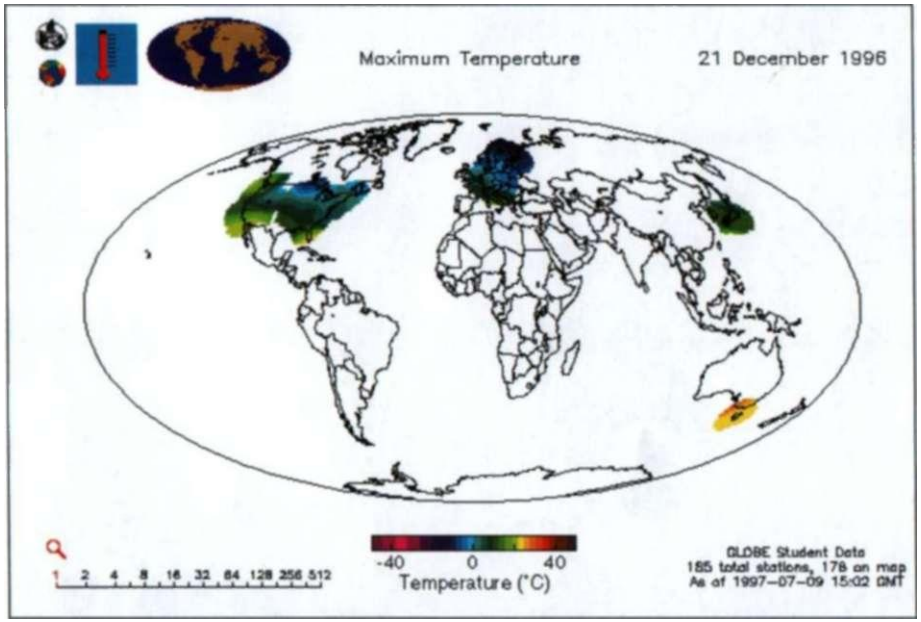


Рис. БЕ-Ь-12. Закономерности глобального распределения температуры 21 декабря 1996 г. (карты будут дополняться по мере представления новых данных и расширения программы).

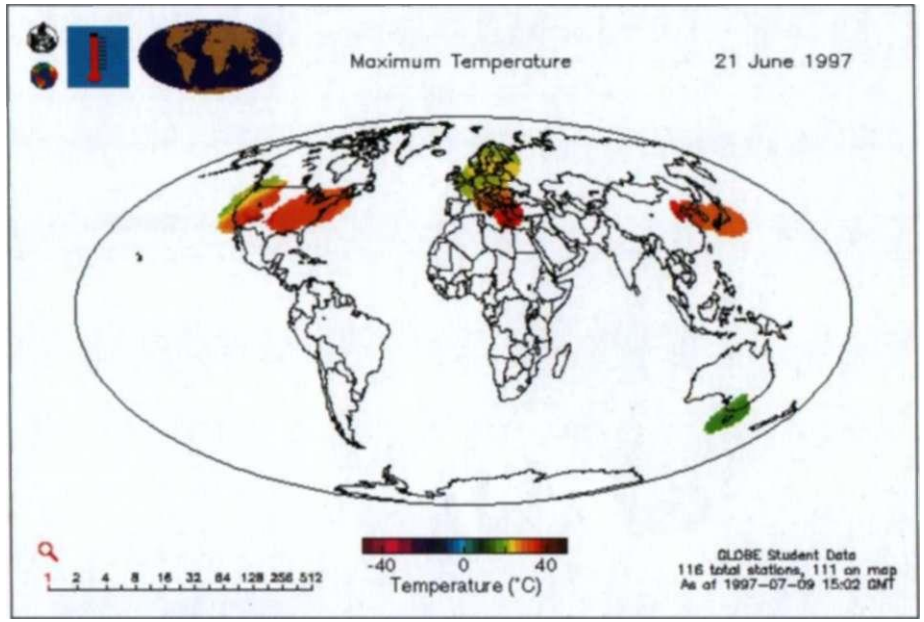


*Рис. SE-L-I3. Глобальные закономерности распределения температуры*21 июня 1997 г.*

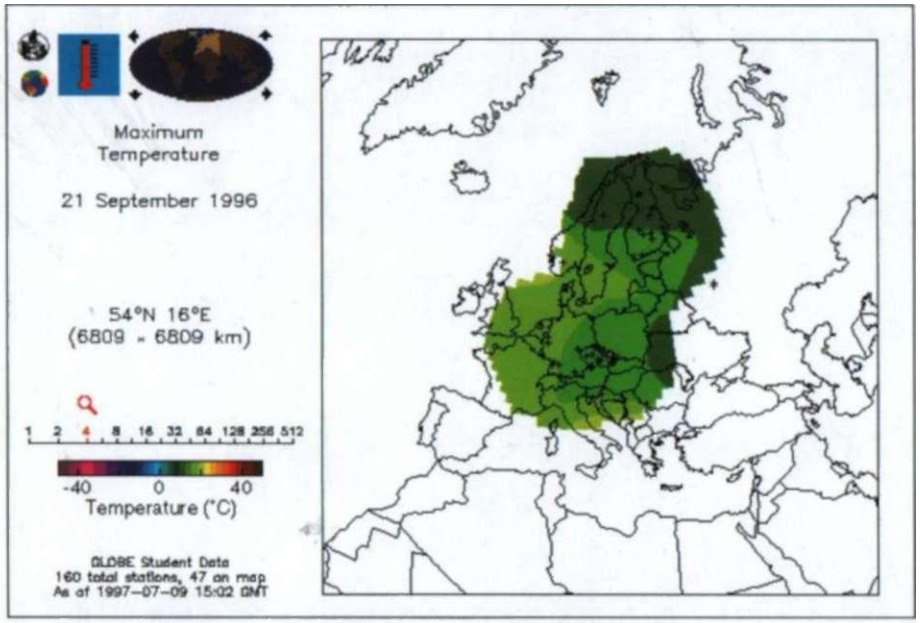


Рис. SE-L-14. Температура в Европе осенью (21 сентября 1996 г.).

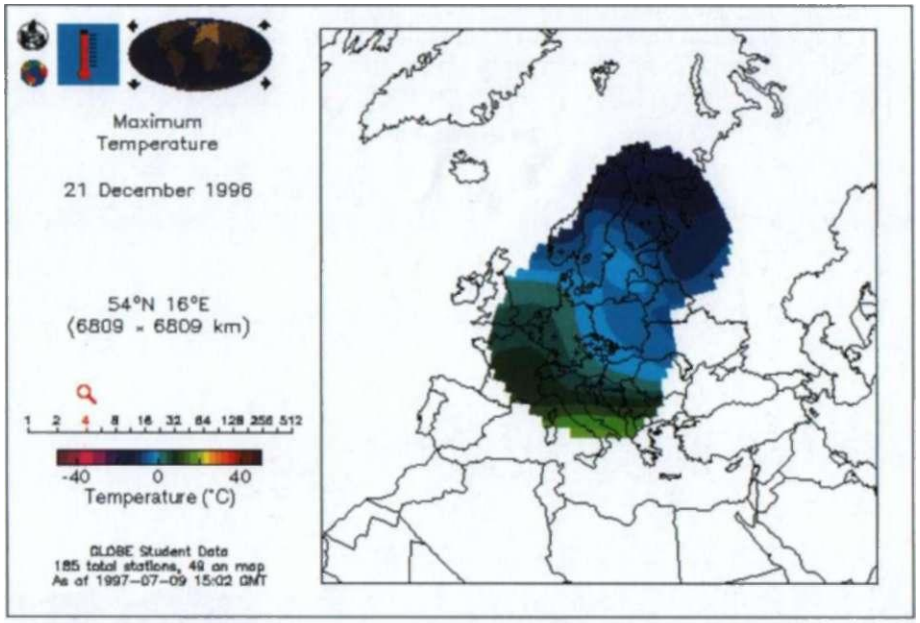


Рис. SE-L-15. Температура в Европе зимой (21 декабря 1996 г.).

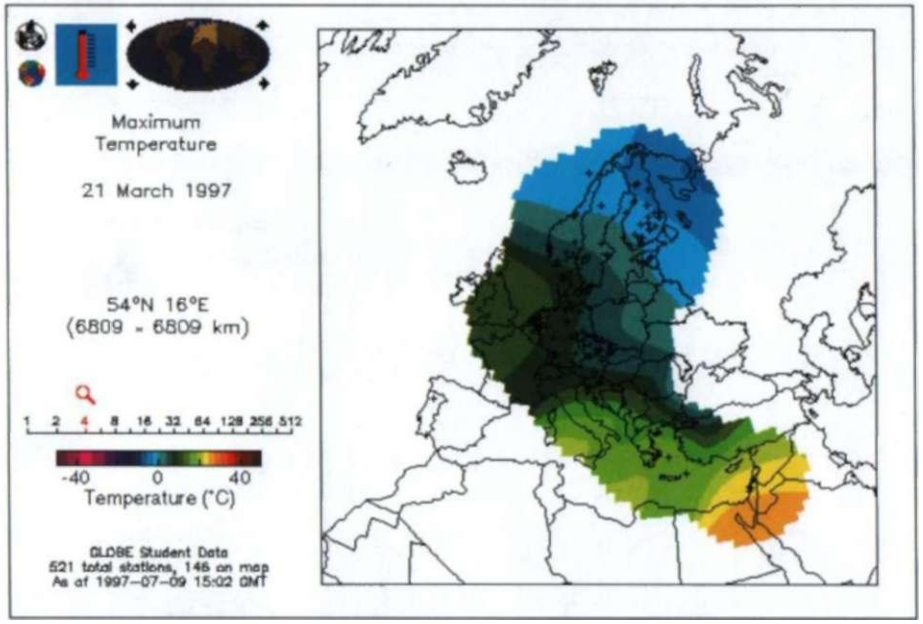


Рис. 5£-£-/6. ***Температура в Европе весной (21 марта 1996 г.).***

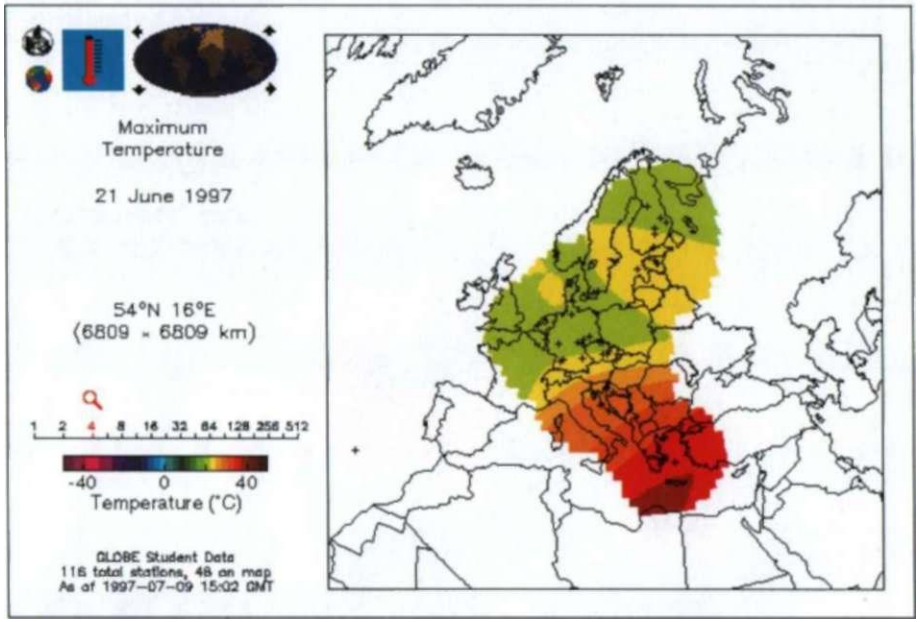


Рис. 5£-/.-/7. ***Температура в Европе летом (21 июня 1996 г.).***

учащимся соединить точки данных, обведенные кружками одного и того же цвета, линиями того же цвета, образующие территориальные полосы, в которых была зарегистрирована сходная температура.

Температура в различных регионах мира не одинакова

Учащиеся начинают с отображения текущих значений температуры, сообщенных школами разных стран мира. Например, на рис. SE-L-12 показана карта данных, собранных учащимися всех сообщающих данные школ. В ходе занятия поручите учащимся изучить карту, выявляя глобальные закономерности. В случае карты, приведенной в качестве примера, можно отметить следующее.

1. Заметны пробелы данных, объясняющиеся тем, что школы, участвующие в программе GLOBE, еще не расположены во всех частях света. С течением времени такие школы появятся и там, где их сегодня еще нет.
2. Так как на карте отображены данные, зарегистрированные в декабре, северное полушарие, в целом, холоднее южного.
3. Заметны температурные отклонения, объясняющиеся местными погодными и климатическими условиями (например, Во Франции теплее, чем в Северо-восточной части США, хотя они находятся на одной и той же широте).

Закономерности изменения температуры различны в зависимости от времени года

Рассматривая температурные карты, относящиеся к четырем дням, наступившим в различное время года, учащиеся могут изучать сезонные глобальные изменения температуры (см. образцы карт, приведенные на рисунках). (Учащиеся могут выполнять более подробный анализ, изучая температурные карты, относящиеся к каждому месяцу года.)

Просматривая карты, приведенные на рис. SE-L-14—SE-L-17, можно отметить следующие закономерности.

1. В целом, летом регистрируется более высокая температура, чем зимой.
2. Осенью и весной регистрируются сходные значения температуры.
3. Независимо от времени года, более высокая температура регистрируется ближе к экватору.

На региональных картах заметны более подробные характеристики закономерностей изменения температуры

Увеличив масштаб и рассматривая карту одного из регионов мира, можно заметить более подробные характеристики, позволяющие точнее выявлять закономерности изменений. На картах, приведенных на рис. SE-L-14—SE-L-17, можно заметить различия, характерные для индивидуальных времен года. Например, выявляются следующие закономерности.

1. В целом летом регистрируется более высокая температура, чем зимой.
2. Погодные условия не постоянны на протяжении года (например, температурные кривые, относящиеся к 21 июня, не совпадают с температурными кривыми, зарегистрированными 21 сентября).

Учащиеся могут расширить масштаб своего исследования, изучая сезонные изменения данных другого типа, например, данных, относящихся к количеству и типу осадков, влажности почвы или температуре воды. Кроме того, учащиеся могут изучать воздействие местных географических характеристик и высоты над уровнем моря на местные изменения параметров.

Порядок проведения занятия

Примечание. Это занятие лучше всего проводить так, чтобы учащиеся могли пользоваться компьютером (одновременно или поочередно), с тем, чтобы они непосредственно применяли прикладную программу визуального представления данных GLOBE. Учитель может распечатать карты, генерированные программным обеспечением GLOBE, и выдать копию комплекта карт каждому учащемуся или каждой группе учащихся.

Этап 1. Генерирование компьютерной карты значений температуры, зарегистрированных в последнее время по всему миру.

Пользуясь базой данных GLOBE, получите доступ к температурным данным (значениям максимальной или минимальной суточной температуры), недавно зарегистрированным участвующими в программе школами всего мира, и обозначьте эти данные на картах двух типов, точечной и контурной. Можно воспользоваться данными за вчерашний день, так как многие школы могли еще не сообщить сегодняшние данные.

Этап 2. Учащиеся изучают температурные карты всего мира.

Начните с точечной карты. Поручите учащимся изучить ее. В первую очередь обратите внимание на свой участок, рядом с которым приведено значение температуры, сообщенное вашей школой. Значение температуры показано в виде цветной точки, причем ее цвет соответствует сообщенной температуре. Затем взгляните на данные, относящиеся к другим участкам, и сравните их расположение и зарегистрированную на них температуру с вашими координатами и данными. Найдите другие школы, зарегистри¬ ровавшие ту же температуру (отмеченные тем же цветом). Найдите другие школы, расположенные в вашей стране. Найдите школы, расположенные на каждом из континентов. Затем найдите школы, зарегистрировавшие самую высокую и самую низкую температуру.

Как уже отмечалось в подразделе «Пред¬ посылки», вы заметите, что в некоторых районах находится множество школ, сообщающих данные в рамках программы GLOBE, тогда как в других районах таких школ мало или нет вообще. По мере того, как все большее количество школ будут сообщать данные, учащимся будет все легче выявлять глобальные закономерности изменений. Вы можете воспользоваться представившейся возможностью и указать учащимся на важность вовлечения все большего количества школ в разных странах мира, ежедневно регистрирующих и сообщающих данные.

Затем поручите учащимся выявить глобальные закономерности изменения температурных дан¬ ных. Учащиеся могут заметить следующие закономерности.

1. В экваториальных регионах регистриру¬ ются самые высокие значения темпера¬ туры, причем температура снижается по мере перемещения от экватора к северу или югу.
2. В северном полушарии регистрируется, в целом, более высокая температура, чем в южном (или наоборот).

Этап 3. Учащиеся рассматривают более крупно¬ масштабную региональную карту, изучая регио¬ нальные сезонные изменения.

Спросите учащихся, как, по их мнению, выглядела бы температурная карта мира в то или иное другое время года. По этому вопросу можно провести полезное обсуждение, помогая учащимся осмыслить глобальные закономер¬ ности сезонных изменений и самостоятельно предсказывать эти изменения. Кроме того, такое обсуждение поможет учителю выяснить уровень знаний учащихся и выявить имеющиеся у них заблуждения.

Объясните учащимся, что теперь они смогут изучить более крупномасштабную карту одного или нескольких регионов мира. Поручите им выбрать регион, в котором сосредоточено множество точек данных, а затем вызовите на дисплей компьютера контурную карту этого региона. Убедитесь в том, что учащиеся понимают обозначения на контурной карте (на этой карте представлены те же значения, что и на точечной карте, но они отображены в виде изотерм). Спросите учащихся, какие формы кривых и закономерности они замечают на контурной карте.

После этого выберите карты того же региона, относящиеся к четырем различным временам года. Это позволит учащимся изучить закономерности температурных изменений, происходящих на протяжении всего года. Спросите учащихся, какие четыре дня позволили бы получить карты, характерные для всех времен года. Обсудите предложения учащихся. Вы можете выбрать предложенные ими дни или направить обсуждение таким образом, чтобы учащиеся выбрали дни переходов от одного времени года к другому (21 июня, 21 сентября, 21 декабря и 21 марта). Можно обсудить особое значение этих дней (солнцестояния и равноденствия). Вы можете также выбрать 12 различных дней, по одному на каждый месяц. Это позволит учащимся изучить происходящие за год изменения более подробно.

Вызовите на дисплей компьютера температур¬ ные карты, относящиеся к каждому из выбранных четырех дней (а также, если это возможно, распечатайте копии этих карт).

Поручите учащимся изучить эти карты. В чем заключается сходство между одним временем года и следующим? Каковы различия между ними? Предлагайте учащимся задавать вопросы и предпринимать собственные исследования; не следует просто указывать им на существующие закономерности — привлекайте внимание учащихся к изучению карт и обсуждению наблюдаемых явлений всем классом или небольшими группами.

Обсудите выявленные учащимися закономер¬ ности. Скорее всего, они заметят следующие явления.

1. Температура, регистрируемая на протяжении одного времени года, выше, чем в другое время года.

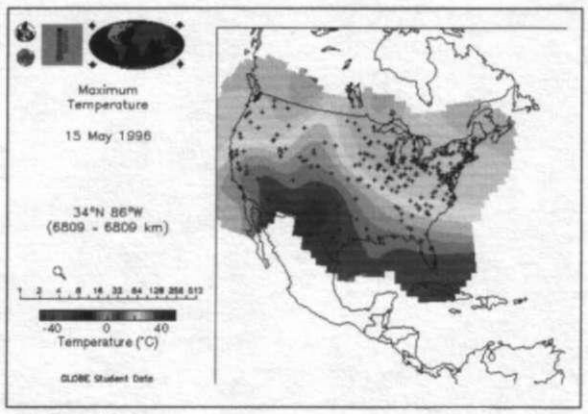


Рис. SE-L-18. Карты.

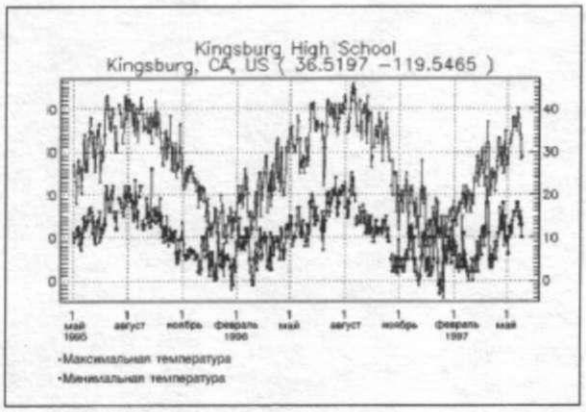


Рис. SE-L-19. Графики.

Данные, зарегистрированные с 7/VII/1997 по 7/VII/1997

Температура атмосферы						ТЕМПЕРАТУРА		
Код	Г/М/Д	час	Широта	Долгота	Высота	Текущая	Макс.	Мин.
AT	97/07/07	20	47,6589	-117,4250	675	24,0	34,0	12,0
AT	97/07/07	19	32,2217	-110,9258	836	36,1	41,7	25,6
AT	97/07/07	19	36,5197	-119,5463	27	34,0	39,0	17,0
AT	97/07/07	19	33,7769	-118,0386	7	24,0	24,5	17,0
AT	97/07/07	19	45,4556	-112,1961	1594	29,0	29,0	7,0
AT	97/07/07	18	33,7769	-118,0386	7	23,0	26,0	16,0
AT	97/07/07	18	40,7608	-111,8903	1711	29,0	34,0	16,0
AT	97/07/07	18	47,6064	-122,3308	67	21,0	-99,0	-99,0
AT	97/07/07	17	57,7883	-152,4030	35	12,0	15,0	11,0
AT	97/07/07	17	35,8422	-90,7042	69	31,0	31,5	17,5
AT	97/07/07	17	39,7683	-86,1581	259	28,0	-99,0	-99,0
AT	97/07/07	17	39,2403	-76,8397	57	30,0	-99,0	-99,0
AT	97/07/07	17	44,8817	-69,4458	88	28,0	30,0	7,5
AT	97/07/07	17	39,7558	-77,5782	375	27,0	27,0	16,0

Рис. SE-L-20. Таблица данных.

2. Независимо от времени года, регистрируемая температура повышается по мере приближения к экватору.
3. Погодные условия не постоянные на протяжении года. Форма изотерм (температурных кривых) изменяется со временем.
4. Школы, расположенные на одной и той же широте, регистрируют различные значения температуры.

Попросите учащихся объяснить выявленные ими закономерности. Например, учащиеся могут понимать, что в северном полушарии наступает лето, когда в южном наступает зима, и т. д. Учащиеся могут заметить также, каким образом местные погодные условия влияют на сезонные изменения (например, в приморских районах температура более стабильна на протяжении всего года).

Этап 4. Учащиеся сравнивают и сопоставляют таблицы данных, карты и графики. См. рис. SE-L-18-SE-L-20.

В ходе этого занятия учащиеся пользуются картами, генерированными программным обеспечением GLOBE. В ходе других занятий они использовали графики и таблицы данных. Эти три способа представления данных позволяют учащимся визуализировать, понимать и интерпретировать данные. На данном этапе полезно обсудить с учащимися преимущества и методы применения этих трех способов представления данных.

Продемонстрируйте учащимся эти три способа представления данных. Спросите их, какой тип информации они получают, пользуясь каждым из этих способов представления данных. Затем обсудите с учащимися преимущества и недостатки каждого из способов представления данных.

Например, учащиеся могут заметить следующее.

Карты позволяют прослеживать изменения данных в зависимости от расположения точек данных, выявляя глобальные или региональные закономерности, такие, как повышение температуры по мере приближения к экваториальным регионам.

Графики позволяют прослеживать изменения данных со временем, выявляя ежегодные циклы, такие, как повышение температуры летом и похолодание зимой.

Таблицы данных позволяют просматривать значения в виде матрицы, быстро находя данные любого типа, относящиеся к любой точке их регистрации, например, значения температуры и количества осадков, зарегистрированные в том или ином городе.

Укрепите карту, график и таблицу данных на доске объявлений, и поручите учащимся записать под каждым из этих образцов способов представления данных интересные наблюдения, относящиеся к тому, что они видят. Например, под графиком они могут отметить самый холодный день года. Под картой, они могут отметить географический пункт, в котором была зарегистрирована самая низкая температура в мире. Затем поручите учащимся записать вопросы, ответы на которые могут быть получены с помощью того или иного способа представления данных.

Такое сравнение различных способов представления данных можно повторять по мере того, как учащиеся будут планировать самостоятельные исследования (см. этап 5 ниже). Учащиеся должны быть уверены в том, что они используют наиболее соответствующий выполняемому ими анализу способ представления данных.

Этап 5. Учащиеся формулируют вопросы, расширяя область исследований.

Существуют несколько методов, позволяющих вам и учащимся расширить область исследований. Некоторые из этих методов описываются ниже.

- Распечатайте карты, относящиеся к двум последовательным дням (например, к 21 и 22 июня). Пользуясь этими двумя картами, учащиеся могут изучить краткосрочные изменения и сравнить их с долгосрочными сезонными изменениями. Например, они могут заметить незначительные изменения формы температурных кривых, происшедшие за сутки, и более значительные изменения общей картины распределения значений температуры, происходящие по мере смены одного времени года другим.
- Выберите два географических пункта, чтобы произвести более подробное сравнение параметров. Например, учащиеся могут обнаружить, что для города на средиземноморском побережье

характерна меньшая разница между зимними и летними параметрами, чем для центральной Канады. Это наблюдение может объясняться тем, что вода в Средиземном море смягчает температурные колебания. Наблюдается ли такое смягчение температурных колебаний в других приморских районах?

- Обозначьте на картах другие данные, например, значения количества осадков. Учащиеся могут сравнить закономерности выпадения снега зимой и выпадения дождей летом, или сравнить закономерности, наблюдающиеся в северном полушарии, с теми, которые наблюдаются в южном полушарии.

Расширяя область исследований, не забывайте применять метод стимуляции формулирования вопросов учащимися, основанный на следующих основных принципах.

1. Начните с изучения компьютерных карт и выявления наблюдающихся на них закономерностей, предлагая учащимся задавать возникающие у них вопросы.
2. Выберите вопрос, который вам кажется особенно интересным.
3. Выберите материалы и ресурсы, которые помогут учащимся изучить этот вопрос. Особое внимание следует сосредоточивать на использовании данных, сообщенных участниками программы GLOBE (В каждом из приведенных выше примеров используются данные, зарегистрированные участниками программы GLOBE).
4. Поручите учащимся провести исследование, индивидуально или разделившись на группы.
5. Попросите учащихся обменяться результатами их исследований с другими учащимися.
6. Подумайте о том, какие новые вопросы учащихся могут привести к дальнейшим исследованиям.

Для того, чтобы такие исследования были успешными, они должны быть по-настоящему увлекательными для учащихся — другими словами, учащиеся должны быть действительно заинтересованы в получении ответа. Цель занятий, включенных в главу «Изучение сезонов», заключается в стимуляции такого интереса. В этом смысле, такие занятия не только имеют ценность в рамках учебного материала, но и служат отправными точками для проведения дальнейших исследований, выходящих за рамки этого материала.

Оценка успехов учащихся

В ходе этого занятия учащиеся учатся выявлять сезонные закономерности изменения глобальных температурных данных. Кроме того, они учатся пользоваться средствами картографирования и визуального представления данных, предусмотренными в рамках программы GLOBE. Для того, чтобы оценить уровень знаний, усвоенных учащимися, выполните следующие рекомендации.

1. Попросите учащихся воспользоваться сервером базы данных участников программы GLOBE и получить компьютерную контурную карту температурных данных, зарегистрированных учащимися школ 15 июля и 15 января (эти дни примерно соответствуют максимальной летней и минимальной зимней температурам, и соответствующие карты будут отличаться от тех, которые уже использовались учащимися). Убедитесь в том, что каждый из учащихся умеет правильно подготавливать такие карты. Вы можете воспользоваться помощью одного из учащихся, которые уже умеет обращаться с программным обеспечением и может проследить за правильным выполнением всех операций другими учащимися, выявляя проблемы, с которыми они сталкиваются.
2. Если имеется такая возможность, распечатайте использовавшиеся ранее карты, относящиеся к 15 июля и 15 января, и раздайте экземпляры этих карт учащимся. Если у вас нет возможности распечатать карты, воспользуйтесь образцами карт за 21 декабря и 21 июня, приведенными в разделе «Предпосылки». После этого поручите учащимся определить, какая из карт относится к лету, а какая — к зиме. Если вы желаете расширить объем оценки успехов учащихся, распечатайте комплект карт, по одной на каждый месяц, относящихся к периоду с 15 июля по 15 января, отрежьте или заклейте дату на каждой из карт и попросите учащихся рассортировать эти карты так, чтобы они соответствовали правильной последовательности месяцев. После этого попросите их записать, на каких основаниях они рассортировали карты в выбранной ими последовательности.

Что мы можем узнать, обмениваясь данными о местных сезонных изменениях с другими школами мира?

Предназначение занятия

Это учебное занятие способствует сотрудничеству между учителями во время проведения подготовки учителей-участников программы GLOBE и после ее окончания. Занятие помогает учителям и школьникам научиться работать с сервером базы данных программы GLOBE и электронной почтой GLOBEMail. Кроме того, учителя и школьники понимают, каким образом взаимосвязаны практические работы и как результаты практических работ могут служить основой для самостоятельных исследований, посвященных сформулированным учащимися вопросам.

Обзор

Основной темой этого занятия являются признаки смены времен года, т. е. биологические, физические и культурные изменения, служащие вехами, отмечающими переходы от одного времени года к другому. В числе примеров таких признаков можно назвать первый снегопад, начало муссонных дождей и летнее солнцестояние. В ходе подготовки учителей-участников программы GLOBE учителя обсуждают различия между закономерностями сезонных изменений в тех районах, где они живут. Затем они согласовывают перечень пяти признаков сезонных изменений, за которыми учителя и учащиеся будут наблюдать в соответствующих районах. Возвратившись в школы, учителя привлекают учеников к таким наблюдениям и пользуются, в течение следующих нескольких месяцев, электронной почтой GLOBEMail с тем, чтобы обмениваться результатами наблюдений признаков сезонных изменений с другими школами. Сравнивая данные, полученные в рамках программы GLOBE, с полученной ими информацией о признаках сезонных изменений, учащиеся могут проводить собственные коллективные исследования закономерностей сезонных изменений. Сотрудничество школ способствует также взаимопомощи коллег-учителей, выполняющих программы GLOBE.

Продолжительность

Полтора часа в ходе подготовки учителей-участников программы GLOBE.

Примерно 15 минут в неделю на протяжении следующих нескольких недель.

Уровень подготовки учащихся

Учителя и учащиеся с любым уровнем подготовки.

Важнейшие концепции

Сезонные изменения; особое внимание уделяется признакам смены времен года.

Навыки

Представление данных и обмен замечаниями с помощью электронной почты GLOBEMail.

Изучение сезонных изменений с использованием архивной базы данных учащихся-участников программы GLOBE.

Сотрудничество с другими школами, участвующими в программе GLOBE.

Приборы и материалы

Доступ к электронной почте GLOBEMail.

Карты мира (черно-белая контурная карта на листе 21,6 x 28 см) — по одной карте на каждого участника.

Подготовка

Учителя готовятся к этому занятию во время семинара и продолжают занятие с участием учеников.

Предварительные условия

Посещение учителями подготовительного семинара для учителей-участников программы GLOBE, во время которого начинаетмя проведение занятия.

Предпосылки

Признаком наступающих сезонных изменений может служить, например, перелет определенного вида птиц, таких, как дрозды, появление которых является классическим признаком наступления весны. К числу других признаков смены времен года относятся таяние льда на озерах, появление листвы на деревьях и общее потепление. Перечисленные признаки связаны с гидрологическими, почвенными, биологическими и атмосферными наблюдениями. В ходе этого занятия вы получите дополнительную информацию о признаках сезонных изменений и начнете обмениваться результатами наблюдений таких признаков с вашими коллегами-учителями.

Вы будете пользоваться электронной почтой GLOBEMail, обмениваясь сообщениями с другими школами. GLOBEMail — система электронной почты, позволяющая передавать письменные сообщения другим учителям и учащимся. Электронная почта GLOBEMail отличается от базы данных участников программы GLOBE, с помощью которой вы загружаете значения параметров, зарегистрированные при выполнении практических работ в рамках программы GLOBE. Электронная почта GLOBEMail позволяет передавать не только необработанные данные, но и обмениваться мнениями и замечаниями, обсуждать с коллегами различные вопросы, относящиеся к обучению по программе GLOBE, и помогать другим учителям по мере того, как вы решаете проблемы, связанные с выполнением программы. Такая взаимная поддержка коллег поможет вам начать выполнение программы GLOBE. Электронная почта GLOBEMail позволит вашим ученикам проводить исследования в сотрудничестве с учащимися других школ мира.

Изучение признаков сезонных изменений не является стандартной практической работой в рамках программы GLOBE и не предусматривает использования базы данных программы GLOBE. Следовательно, вы и ваши ученики сможете пользоваться электронной почтой GLOBEMail неофициально, обмениваясь результатами наблюдений признаков сезонных изменений. Как показано в приведенном ниже образце сообщения, вы можете описывать такие признаки в форме сообщения, посылаемого по электронной почте GLOBEMail. Не забудьте включать в описания признаков сезонных изменений зарегистрированные данные. Полезно также добавлять личные комментарии, которые могут сделать ваше наблюдение более интересным или содержательным.

Передача сообщений по электронной почте GLOBEMail дает вам возможность обмениваться замечаниями, относящимися к вашему опыту обучения школьников по программе GLOBE. Вы будете знакомы с учителями, принимающими ваши сообщения, так как вы будете вместе посещать подготовительный семинар для учителей-участников программы GLOBE. Поэтому ваши коллеги будут скорее всего заинтересованы в получении ваших сообщений, и их ответы могут оказаться полезными для вас. Ваши ученики также могут пользоваться электронной почтой GLOBEMail, обмениваясь идеями и результатами совместных исследований.

GLOBEMail

Кому: Группе изучения признаков сезонных изменений

От кого: *Наименование школы*

Сегодня (13 ноября) выпал первый снег. Землю только слегка припорошило, но в этом году снег выпал намного раньше, чем когда-либо в прошлые годы.

Кстати, мы только что начали пользоваться сервером базы данных и учимся строить графики на основе полученных данных. Нас озадачили некоторые аномальные выбросы данных на графике зарегистрированных нами значений температуры. Когда мы проверили данные, оказалось, что один из учащихся вводил значения температуры в градусах по шкале Фаренгейта, вместо шкалы Цельсия. Поэтому мы рекомендуем строить графики полученных данных — они позволяют быстро проверять качество данных и находить ошибки.

Порядок проведения занятия

Часть 1. На подготовительном семинаре для учителей-участников программы GLOBE.

Этап 1. Ведущий семинара поясняет цель занятия

Ведущий семинара знакомит слушателей с заня¬тием, поясняя три основные цели занятия. Во-первых, это занятие помогает учителям понять содержание главы, посвященной изучению сезонов. Во-вторых, оно помогает учителям переписываться и сотрудничать друг с другом после окончания подготовительного семинара для учителей. В-третьих, это занятие дает учащимся возможность провести интересные исследования признаков сезонных изменений.

На протяжении всего занятия учащиеся и учителя обмениваются подробными описаниями результатов наблюдений сезонных изменений, проводившихся в тех районах, где они живут, и совместно изучают региональные закономер¬ности сезонных изменений. Учителя, участвовавшие в уже проводившихся семинарах, просили предоставить им возможность поддерживать связь с их новыми коллегами, преподающими материал по программе GLOBE, с тем, чтобы они могли помогать друг другу в выполнении программы и участвовать в совместных исследованиях с использованием данных, полученных в рамках программы GLOBE.

Этап 2. Группы учителей обсуждают сезонные изменения

Формируются группы учителей, примерно по 10 человек в каждой. Раздаются карты мира, по одной каждому учителю. (Если все учителя представляют одну и ту же страну или один и тот же регион мира, может оказаться более полезным использование карты региона.) Каждая группа учителей отмечает на карте географические пункты, в которых находятся школы, где работают входящие в группу учителя, с указанием имени и фамилии учителя и наименования соответствующего города или поселка.

Затем проводится обсуждение различий между условиями, преобладающими в различных географических пунктах в разное время года. Например, в одних районах снег может лежать на земле в течение нескольких месяцев, а в других он может не выпадать вообще. Рекомендуется обсуждать как количественные, так и качественные различия, в том числе приблизительное время наступления сезонных изменений. Такое обсуждение будет более содержательным, если в семинаре участвуют учителя из различных регионов мира. Если участники семинара представляют одну страну или несколько соседних стран, можно выделить определенное время на обсуждение сезонных изменений в других частях света.

Этап 3. Группы учителей обсуждают признаки сезонных изменений

Затем каждая группа учителей обсуждает признаки сезонных изменений. Ведущий семинара должен убедиться в том, что все участники понимают, что такое признаки сезонных изменений (см. подраздел «Предпосылки»). Каждая группа проводит активное совместное обсуждение признаков сезонных изменений, которые могут наблюдаться в различное время различными учителями, входящими в группу. В отношении каждого такого признака указывается, с каким временем года он связан (в отношении экваториальных регионов можно использовать местные определения времен года, такие, как «засушливый сезон» или «сезон муссонных дождей»).

Ниже перечисляются некоторые из признаков сезонных изменений, на которые могут указывать участники обсуждения.

- перелет птиц
- замерзание озер
- муссонные дожди
- распускание почек
- появление комаров
- кваканье жаб
- первые заморозки
- большое количество пыльцы
- первый снег
- расцветание шафрана
- миграция дельфинов
- пожелтение листьев
- миграция бабочек
- созревание помидоров
- первый теплый день

Этап 4. Выбор изучаемых признаков сезонных изменений

Все группы учителей сходятся вместе, и каждая из групп объявляет выбранные ею признаки сезонных изменений. Затем все участники семи¬нара совместно выбирают пять признаков сезонных изменений, которые а) могут наблюдать все учителя или большинство из них, б) появятся в течение следующих четырех месяцев и в) скорее всего будут иметь различный характер в различных районах. (Приведены рекомендованные количество признаков и продолжительность периода наблюдений, но группа может сделать и другой выбор.) Убедитесь в том, что каждый из учителей имеет список выбранных признаков сезонных изменений.

Этап 5. Ведущий семинара разъясняет порядок дальнейшего проведения занятия с учащимися школ

Ведущий семинара поясняет, что все учителя (с помощью их учеников) будут наблюдать за появлением признаков сезонных изменений на протяжении следующих нескольких месяцев. Учащиеся и учителя будут:

- обмениваться результатами своих наблюдений признаков сезонных изменений с другими учителями;
- изучать результаты таких наблюдений и обмениваться результатами произведенного ими анализа закономерностей сезонных изменений;
- помогать друг другу посредством обмена опытом выполнения программы GLOBE;
- сотрудничать, проводя совместные исследования с учащимися из других школ, участвующих в программе GLOBE.

Убедитесь в том, что учителя понимают предназначение и характер этого занятия, выполняемого на основе выбора, сделанного на подготовительном семинаре. Следует проверить, какое количество учителей действительно будет участвовать в этом процессе. Некоторые учителя могут быть весьма заинтересованы в исследовании, тогда как другие могут не заинтересоваться им. Выбрав заинтересованных учителей, разделите их на небольшие группы примерно по десять человек в каждой (излишняя многочисленность группы может привести к возникновению чрезмерного количества сообщений, посылаемых по электронной почте). Учителя должны решить также, желают ли они начать наблюдения и обмен сообщениями сразу, или через несколько недель после окончания семинара.

Часть 2. Проведение занятия после окончания семинара.

Этап 6. Начало использования электронной почты GLOBEMail

По окончании подготовки учителей-участников программы GLOBE вы начнете выполнять стандартные практические работы и проводить занятия, предусмотренные программой. Вы можете начать пользоваться электронной почтой GLOBEMail в любое время.

Пошлите приветственное сообщение вашим коллегам. Вы начнете также получать сообщения, посланные ими, изучая данные, зарегистрированные учащимися-участниками программы, которые могут способствовать выявлению дальнейших закономерностей сезонных изменений.

Этап 7. Передача сообщения о появлении признака сезонного изменения по электронной почте GLOBEMail

Вместе с учащимися ведите наблюдения за условиями окружающей среды, отмечая появление каждого из признаков сезонных изменений. Когда такой признак появится, пошлите по электронной почте GLOBEMail соответствующее сообщение членам своей группы изучения признаков сезонных изменений, указав дату и включив в сообщение любые замечания, которые вы или ваши ученики хотели бы добавить.

Этап 8. Слежение за получением сообщений по электронной почте GLOBEMail и построение графиков данных

Получив сообщение по электронной почте GLOBEMail от другой школы, участвующей в программе, поручите учащимся зарегистрировать полученную информацию на карте. Каждый из признаков сезонных изменений можно отмечать на отдельной карте. Можно поручить учащимся подготовить таблицу, в которой будут указываться место и дата регистрации каждого из признаков сезонных изменений.

Этап 10. Проведение самостоятельных исследований

По мере того, как вы и ваши ученики ведете наблюдения в своем районе и получаете информацию о наблюдениях, сделанных другими школами, вы и ваши ученики можете заметить определенные закономерности. Например, вы можете заметить, что чем южнее расположена

СЮВЕМаМ

Кому: Группе изучения признаков сезонных изменений

От кого: ***Наименование школы***

Сегодня 12 июня, и только что начались муссонные дожди. В это время мы обычно устраиваем большое торжество и танцуем под дождем. Знаете ли вы, что слово «муссон» происходит от арабского слова «маусим», означающего «сезон»?

школа, тем раньше рядом с ней были замечены первые весенние дрозды, или что озера начинают замерзать вдали от морских берегов раньше, чем на побережье. Поручите вашим ученикам пользоваться электронной почтой GLOBEMail, обмениваясь своими гипотезами с учащимися других школ.

Ваши ученики должны также пользоваться сервером базы данных программы GLOBE, Учащиеся могут обнаружить, например, что самый холодный день года наступает, как правило, через один месяц после зимнего солнцестояния, или что дрозды начинают появляться после того, как средняя суточная температура поднимается до 4,5 градусов по шкале Цельсия. Обменивайтесь своими предположениями с другими школами, пользуясь электронной почтой GLOBEMail.

Учащиеся могут расширить область своих исследований сезонных изменений. Они могут выявить закономерности, связывая информацию, хранящуюся в базе данных программы GLOBE, с появлением признаков сезонных изменений. Они могут предсказывать время появления того или иного признака сезонных изменений и проверять, насколько точным оказалось их предсказание. Кроме того, они могут связывать появление признаков сезонных изменений с другими занятиями, посвященными изучению сезонов, описания которых приведены в этой главе.

Программа GLOBE предоставляет прекрасную возможность для проведения самых различных исследований. Изучение признаков сезонных изменений позволит вам и вашим ученикам проводить самостоятельные исследования, обмениваться наблюдениями и идеями с другими школами и проводить совместные исследования с участием других школ из разных стран мира. Кроме того, электронная почта GLOBEMail позволит вам, как учителю, пользоваться помощью других учителей по мере выполнения программы GLOBE и помогать другим учителям. Важнее всего то, что это занятие позволяет вам и вашим ученикам приобрести опыт участия в увлекательном научном исследовании, которое стало возможным благодаря всемирной сети связи учащихся, учителей и ученых, созданной в рамках программы GLOBE.

Изучение сезонов: педагогика

Поиск информации с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE

Исследование в миниатюре: как определить, взаимосвязаны ли два фактора?

Изучение сезонов: педагогика

В ходе изучения сезонов каждое из занятий начинается с выполнения, в определенной последовательности, нескольких этапов. Тем не менее, по мере завершения каждого занятия учащимся предоставляется все большая свобода в направлении проведения самостоятельных исследований. Такой подход позволяет подготовить учащихся к проведению самостоятельных исследований посредством развития необходимых навыков, углубления понимания ими важнейших концепций и стимуляции формулирования ими интересных вопросов, заслуживающих дальнейшего изучения.

Каким образом это занятие способствует развитию представления о процессе научного исследования как о процессе постоянного уточнения знаний

Общие этапы процесса уточнения знаний

1. Формулирование вопросов и разработка гипотез
2. Планирование исследования
3. Сбор и анализ данных
4. Формулирование выводов

   Если количество данных недостаточно для обоснования вывода, повторяется этап 3.

   Если количество данных достаточно для обоснования вывода, выполняется этап 5.
5. Представление выводов.
6. Формулирование дальнейших вопросов и разработка новых гипотез.

Поиск информации с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE

Поиск данных об участке исследований на странице программы GLOBE в сети Web

1. Выберите щелчком мыши заголовок «Сервер базы данных учащихся» (Student Data Server) на адресной странице программы GLOBE.
2. Пользуясь меню, вызывайте другие страницы программы GLOBE, соответствующие искомым участкам исследований.

Если на вашей широте расположены только несколько участков исследований, можно поручить учащимся определить крупные города мира, находящиеся на широте вашей школы. Суточные значения максимальной и минимальной температуры, зарегистрированные в этих городах, публикуются в метеорологическом разделе большинства газет. Тем не менее, многие крупные города находятся на берегу океана; поэтому убедитесь в том, что учащиеся выбирают города, расположенные в разнообразных географических районах.

Поиск соседней школы, участвующей в программе GLOBE

1. Выберите щелчком пиктограмму с изображением людей (пятую кнопку) в строке кнопок в нижней части адресной страницы программы GLOBE.
2. В нижней части страницы «Взаимодействие школ-участниц программы GLOBE» (GLOBE School Interaction) выберите щелчком мыши кнопку «Список» (List).
3. Появившиеся на экране меню позволят вам выбрать соответствующую страну и область (штат).
4. После того, как на экране появится список индивидуальных школ (Individual School), просмотрите этот список, чтобы найти соседнюю школу, рядом с наименованием которой имеется пиктограмма данных (изображение графика в третьем столбце).
5. Выберите щелчком мыши эту пиктограмму данных, чтобы проверить, сколько точек данных имеется в отношении интересующего вас параметра. Если количество таких точек данных недостаточно или если имеющиеся данные не относятся к интересующему вас периоду времени, продолжайте просматривать список до тех пор, пока вы не найдете данные, удовлетворяющие вашим требованиям. Если ни одна из щкол, расположенных в вашей области, не соответствует вашим требованиям, вы можете воспользоваться наборами данных, сообщенных школами, находящимися на той же широте и в сходных географических условиях. Несмотря на то, что в этом случае на результаты сравнения данных, зарегистрированных вашими учениками и другой школой, может повлиять непредусмотренный фактор, такое сравнение будет способствовать началу интересного обсуждения вопроса об различии погодных и климатических условий в разных частях света. Кроме того, в этом случае можно будет обратить внимание учащихся на важность регистрации и загрузки в базу данных программы GLOBE информации, зарегистрированной в вашем регионе.

Поиск участков исследований по программе GLOBE, для которых данные были зарегистрированы в определенный день

1. Выберите щелчком мыши архивную базу данных учащихся (Student Data Archive) на адресной странице программы GLOBE.
2. Пользуясь меню выбора последних зарегистрированных данных или данных за определенный период времени (Get data for most recent day or for some other time period), найдите участок исследований, соответствующий вашим требованиям.

Другой способ поиска участков исследований по программе GLOBE, для которых данные были зарегистрированы в определенный день

1. Вызовите страницу средств визуального представления данных участников программы GLOBE (GLOBE Visualizations) на странице сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE (GLOBE Student Server).
2. Выберите щелчком мыши заголовок «Новости» (What's New).
3. Выберите щелчком мыши функцию «Опробование новой системы» (Try out new system).
4. Выберите заголовок «Карты GLOBE» (GLOBE Maps).
5. Прокрутите список функций и выберите функцию «Показать таблицу» (Show Table) под заголовком «Прочие функции» (Other Options).
6. Соответствующий список появится в нижней части страницы. Для того, чтобы отсортировать таблицу на основе того или иного критерия, выбирайте щелчком мыши соответствующие заголовки столбцов таблицы.

Поиск участков исследований по программе GLOBE, сообщивших данные о множестве параметров

1. Выберите заголовок «Звезды программы GLOBE» (GLOBE Stars) на адресной странице сервера базы данных учащихся (Student Data Server).
2. Выберите строку «Школы, сообщающие множество результатов наблюдений» (Schools providing many observations).
3. Нажимая щелчками мыши на стрелку, найдите наименования школ, относящихся к каждой категории.
4. Выберите щелчком мыши одну из пиктограмм, чтобы получить доступ к зарегистрированным школой данным, или чтобы получить дополнительную информацию о школе.
5. Таким образом можно быстро найти участок исследований, на котором было зарегистрировано множество различных данных, если необходимо получить данные об участке, расположенном в определенном географическом районе; вы можете распечатать список школ, относящихся к каждой категории, и сохранить его для дальнейшего использования.

Получение усредненных данных за месяц

1. На адресной странице программы GLOBE выберите щелчком мыши архивную базу данных учащихся (Student Data Archive).
2. Введите первые несколько букв наименования искомой школы.
3. Выберите щелчком мыши функцию поиска (Search).
4. По окончании поиска выберите щелчком мыши пиктограмму данных, соответствующую искомой школе.
5. Отметив щелчком мыши квадратное поле «Сводка данных за месяц» (Monthly Summary) и выбрав желаемые параметры измерений, выберите щелчком мыши функцию «Считывание данных» (Retrieve).
6. После получения сводки данных за месяц можно построить их график вручную или загрузить их в программу электронных таблиц.

Получение архивных данных с помощью программного обеспечения GLOBE

В ходе этого занятия учащиеся начнут понимать важность получения надежных данных, зарегистрированных на протяжении длительных периодов времени, и смогут оценить интересные выводы, которые можно сделать на основе архивных климатических данных, вызываемых с помощью сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE. Для доступа к этим данным:

1. Выберите щелчком мыши заголовок «Отдел ресурсов программы GLOBE» (GLOBE Resource Room) на адресной странице программы GLOBE.
2. Выберите щелчком мыши заголовок «Метеорологическая информация» (Weather Information).
3. Выберите страницу базы данных, в которой содержатся архивные метеорологические данные (например, Intellicast или Purdue Weather Processor). Краткие описания каждой из метеорологических страниц приведены в нижней части страницы «Метеорологическая информация» (Weather Information).

Другой набор архивных данных о температуре и количестве осадков можно получить с помощью программного обеспечения GLOBE в Национальном центре климатических данных (National Climatic Data Center). В базе данных этого центра содержатся температурные данные, регистрировавшиеся более чем 6 тысячами метеорологических станций в разных странах мира, в некоторых случаях на протяжении нескольких сот лет. Эти данные могут представлены несколькими различными способами: в виде усредненных данных за каждый год, в виде последовательности усредненных годовых данных за определенный период времени, или в виде данных, усредненных за каждый месяц. Пользователь может получить также значения среднего и среднеквадратического отклонения значений температуры в зависимости от широты. Эта информация является первичным источником данных, на основе которых можно проводить обсуждения температурных и сезонных изменений во всем мире.

Исследование в миниатюре

Как определить, взаимосвязаны ли два фактора?

Обзор

Учащиеся строят графики климатических данных, зарегистрированных на их участке исследований и на двух других участках, изученных в ходе учебного занятия *«Каковы некоторые из факторов, влияющих на сезонные изменения?»*. Учащиеся анализируют каждый из графиков климатических данных, определяя, взаимосвязаны ли закономерности изменения температуры и количества осадков. После этого учащиеся изучают, насколько сходны или различны иссле-дуемые участки, судя по выявленным на них закономерностям изменения температуры и количества осадков. Наконец, учащиеся делают предположения в отношении возможных причин выявленных различий между этими закономерностями. Они повторяют этот анализ в отношении других параметров.

Последовательность выполнения исследования

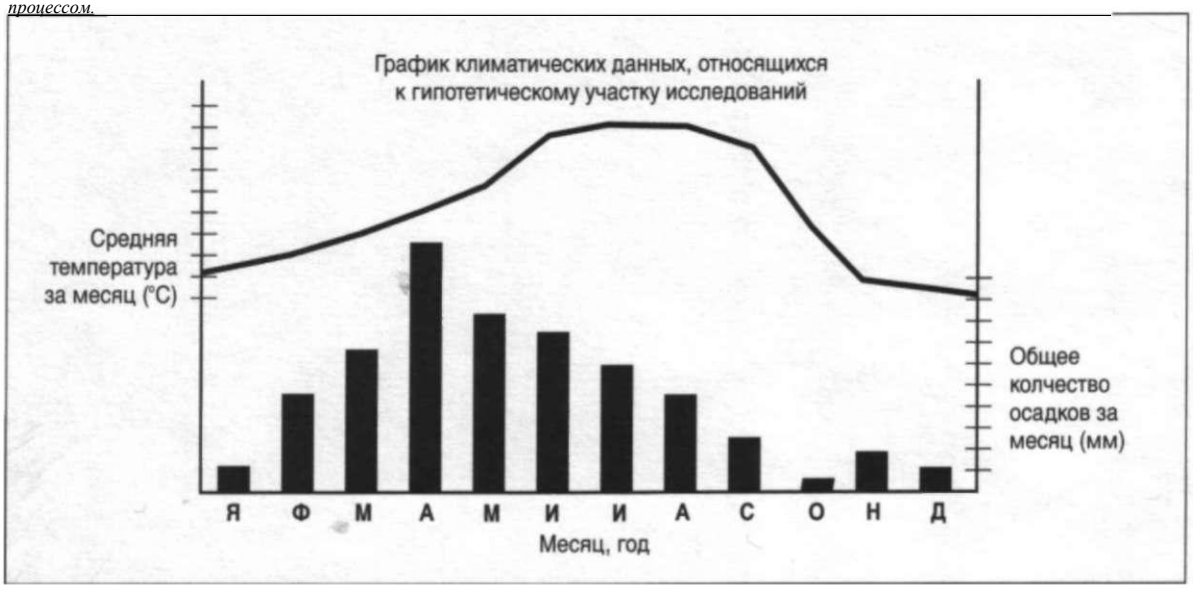
Этап 1. Поручите нескольким группам учащихся получить месячные сводки данных о *температуре атмосферы, количестве дождевых осадков* и, если это требуется, о количестве *твердофазных осадков* в отношении их участка исследо¬ваний и двух других участков, изученных в ходе *учебного занятия «Каковы некоторые из факторов, влияющих на сезонные изменения?»*

Примечание. Вы можете раздать учащимся распечатанные сводки данных или поручить им пользоваться архивной базой данных учащихся. Если в отношении вашего участка исследований имеется лишь ограниченное количество данных, воспользуйтесь меню адресной страницы архивной базы данных учащихся с тем, чтобы найти близлежащий участок исследований по программе GLOBE, в отношении которого имеются данные, соответствующие вашим требованиям. Для того, чтобы генерировать таблицу ежемесячных сводок данных, см. раздел *«Получение усредненных данных за месяц»* в этом *приложении.*

Этап 2. Если в отношении выбранных вами участков исследований имеются данные о количестве *твердофазных осадков* (снега и льда), поручите учащимся рассчитать общее количество осадков за каждый месяц, суммируя значения, приведенные в столбце *«Жидкостный эквивалент»* (Water Equivalent) под заголовком *«Твердофазные осадки»* (Précipitation Solid) и в столбце *«Количество дождевых осадков»* (Précipitation Rain).

Этап 3. Поручите учащимся построить годовые графики усредненных ежемесячных значений *текущей температуры* (Average Current Température) и общего количества осадков (т.е. *Количество дождевых осадков* (Précipitation Rain) *плюс Жидкостный эквивалент* (Water Equivalent)

Рис. 3Е-Л-1. График климатических данных, демонстрирующий изменение уровней температуры и количества осадков. Количество осадков показано в виде столбцовой диаграммы, так как выпадение осадков не является непрерывным процессом.



Твердофазные осадки (Precipitation Solid)), рассчитанного на предыдущем этапе (см. рис. SE-A-1).

Примечание. Все три температурных параметра, усредненные за месяц — текущая, максимальная и минимальная температура — одинаково позволяют выявлять закономерности изменения температуры на протяжении года, и учащиеся могут построить график любого из этих параметров. Проследите за тем, чтобы каждый учащийся включил копию своего графика (построенного вручную или распечатанного) в свой научный дневник участника программы GLOBE.

Этап 4. Поручите учащимся проанализировать каждый из графиков. Проверьте, умеют ли они анализировать графики самостоятельно. Если им потребуется содействие, задавайте им вопросы следующего типа.

- В течение какого месяца наблюдается наибольшее количество осадков? Какой месяц был самым засушливым? Какой месяц был самым теплым? Какой месяц был самым холодным?
- Как распределяется количество осадков на протяжении всего года?
- Каковы максимальные зарегистрированные значения температуры и количества осадков? Каковы минимальные зарегистрированные значения этих параметров?
- Какие диапазоны изменения температуры соответствует максимальному и минимальному количеству осадков?

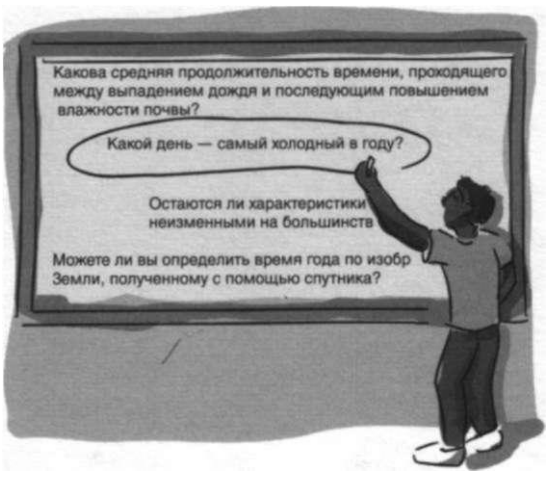
Примечание. Разделите учащихся на небольшие группы и поручите им проанализировать данные, относящиеся к каждому из трех участков исследований, а затем обменяться результатами выполненного ими анализа в ходе обсуждения с участием всего класса с тем, чтобы выявить закономерности изменения параметров на каждом из участков. Выполнение такого анализа можно поручить также в качестве домашнего задания.

Этап 5. Поручите учащимся записать в свои научные дневники участников программы GLOBE сводку результатов анализа взаимосвязи закономерностей изменения количества осадков и температуры на каждом из выбранных участков исследований. Кроме того, поручите им сформулировать и записать от трех до пяти вопросов, относящихся к закономерностям изменения температуры и количества осадков.

Примечание. Закономерности считаются взаимосвязанными, если изменение одного параметра вызывает изменение другого. Тем не менее, эти закономерности могут быть неодинаковыми. Например, когда во многих регионах регистрируется максимальная температура, наблюдается наименьшее количество осадков. Даже если эти параметры изменяются в противоположных направлениях, они могут быть взаимосвязаны, так как после окончания жаркого времени года и снижения уровня температуры количество осадков, как правило, возрастает. Такой причинно-следственной взаимосвязью характеризуется взаимозависимость наблюдаемых явлений.

Этап 6. Поручите учащимся сравнить три графика климатических параметров, подготовив описания сходства и различия трех изучаемых участков исследований. Проверьте, умеют ли они анализировать графики самостоятельно. Если им потребуется содействие, задавайте им вопросы следующего типа.

- В целом, какой из участков исследований отличается самым жарким (самым холодным, самым влажным, самым засушливым) климатом?
- В чем заключается самое очевидное сходство закономерностей изменения параметров на всех трех участках исследований? В чем заключается самое очевидное различие между ними?



- Опишите каждое время года на основе закономерностей изменения температуры и количества осадков на изучаемых участках.
- Опишите, какие растения и животные могут наблюдаться на удаленном от вашей школы участке исследований.
- Опишите, каким образом закономерности изменения температуры и количества осадков могут влиять на распорядок жизни людей в районе, где находится удаленный от вашей школы участок исследований.
- Каким климатическим особенностям соответствует каждый из построенных графиков климатических данных? (Задавайте этот вопрос только в том случае, если учащиеся уже готовы ответить на него.)

  Примечание. Разделив учащихся на небольшие группы, поручите им произвести самостоятельный предварительный анализ, а затем обменяться результатами выполненного ими анализа в ходе обсуждения с участием всего класса с тем, чтобы выявить характерные особенности каждого из участков исследований. Выполнение такого анализа можно поручить также в качестве домашнего задания.

Этап 7. Поручите учащимся сформулировать и записать в своих научных дневниках участников программы GLOBE гипотезы, относящиеся к тем причинам, которые, по их мнению, вызывают различия между закономерностями изменения температуры и количества осадков на трех изучаемых участках. Кроме того, поручите им сформулировать и записать от трех до пяти вопросов, относящихся к закономерностям изменения температуры и количества осадков на различных участках исследований в разных регионах мира.

Примечание. В ходе учебного занятия *«Каковы некоторые из факторов, влияющих на сезонные изменения?»* изучается воздействие широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик на закономерности ежегодных сезонных изменений. Различия между любыми из этих факторов приводят к возникновению различий между ежегодными закономерностями изменения температуры. Так как количество осадков зависит от взаимосвязи между температурой и количеством водяных паров в атмосфере, любое воздействие, влияющее на любой из этих факторов, влияет также и на количество осадков. См. более подробное обсуждение этого вопроса под заголовком *«Два важнейших фактора, влияющих на количество осадков»* в подразделе *«Предпосылки»*.

Этап 8. Поручите учащимся обсудить некоторые из их гипотез и вопросов, относящихся к закономерностям изменения температуры и количества осадков, и подготовить перечень основных гипотез и вопросов. Если учащиеся не сформулируют перечисленные ниже вопросы, добавьте их к перечню.

- Взаимосвязаны ли уровни температуры и количества осадков?
- Сходны ли закономерности изменения температуры и количества осадков в различных частях света?
- Почему закономерности изменения количества осадков на участке, удаленном от вашей школы, отличаются от закономерностей изменения количества осадков на вашем участке исследований?
- Зависит ли количество осадков от широты, высоты над уровнем моря и географических характеристик так же, как и температура?

  Примечание. Пользуясь настенной картой мира или картами, найденными на странице средств визуального представления данных GLOBE, обратите внимание учащихся на различия между участками исследований, связанные с их широтой и высотой над уровнем моря, а также на расстояние от этих участков до морского побережья и другие существенные географические характеристики.

Этап 9. Производя анализ, сходный с анализом, выполнявшимся на этапах 3-8, поручите учащимся выбрать другие параметры, регистрируемые в рамках программы GLOBE, и изучить взаимосвязь ежегодных закономерностей изменения этих параметров с изменениями температуры и количества осадков.

Этап 10. Поручите учащимся записать в их научных дневниках участников программы GLOBE определение взаимосвязи параметров, измеряемых в

рамках программы GLOBE.

Расширение объема исследования

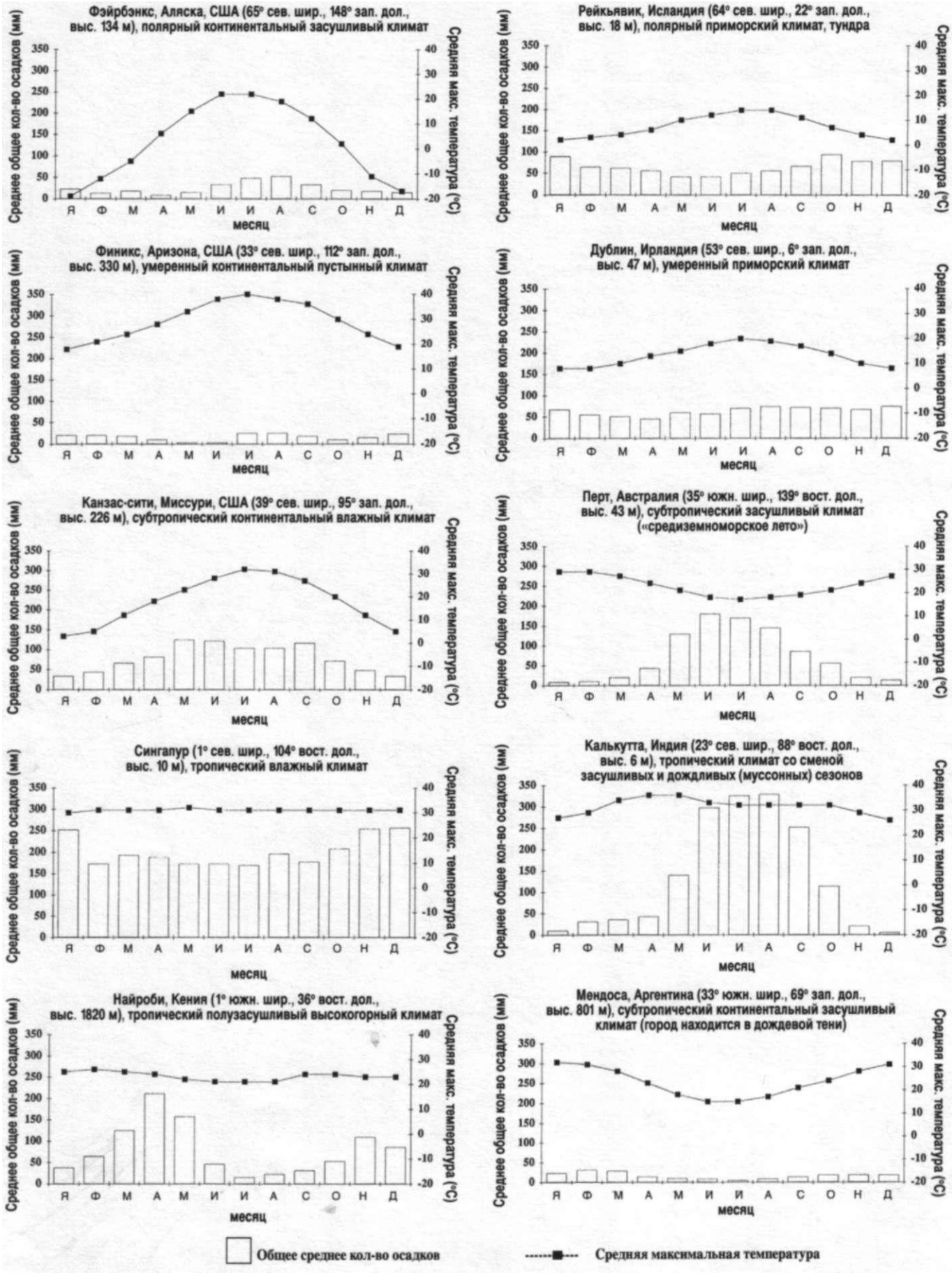
- Можно поручить учащимся исследовать некоторые из гипотез, сформулированных на этапах 8 и 9.
- Построив графики климатических параметров участков исследований, расположенных в разных частях света, поручите учащимся идентифицировать как можно большее количество различных климатических условий (см. десять графиков климатических параметров, приведенных на рис. SE-A-2).

Оценка успехов учащихся

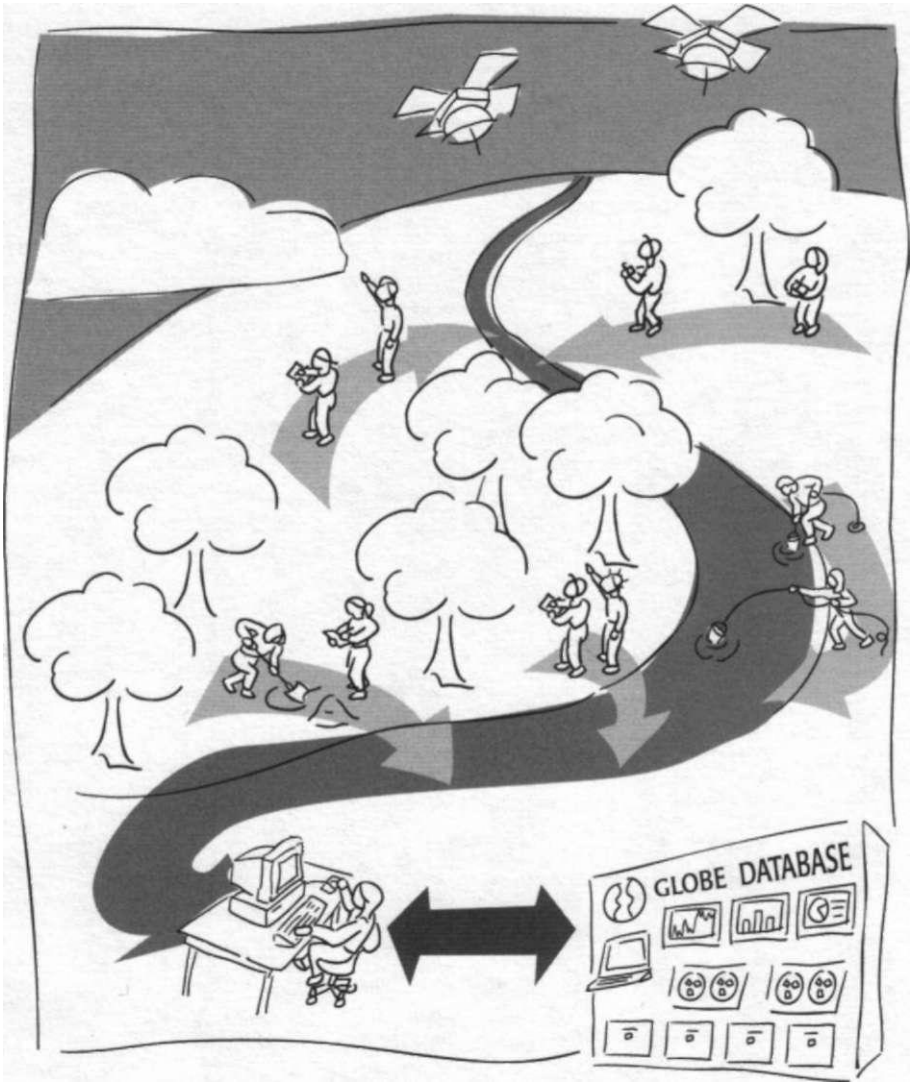
Закончив занятие, учащиеся должны уметь пользоваться графиками и данными в целях:

- построения графиков климатических данных;
- анализа графиков климатических параметров с выявлением закономерностей изменения температуры и количества осадков на соответствующих участках исследований;
- формулирования осмысленных выводов относительно наблюдающихся на участке растений и животных на основе графика климатических данных, относящихся к этому участку;
- обоснования того вывода, что закономер¬ности сезонных изменений зависят от сочетания таких факторов, как широта, высота над уровнем моря и географические характеристики;
- демонстрации взаимосвязи между ежегодными закономерностями изменения параметров, измеряемых в рамках программы GLOBE.

Рис. 5Я-А-2. *Образцы графиков климатических данных: закономерности, связанные с различными климатическими условиями.*



Комплект приборов и материалов



Программа GLOBE™
Руководство для учителей

Комплект приборов и материалов - 1997 г.

Содержание

Измерения в рамках программы GLOBE
И необходимые приборы ..... Комплект приборов и материалов - 4

Научные приборы для выполнения
измерений в рамках программы GLOBE . . . Комплект приборов и материалов - 6

Технические требования к приборам,
используемым в рамках программы
GLOBE ..... Комплект приборов и материалов - 9

Планы укрытия для приборов ..... Комплект приборов и материалов - 21

Использование программного
обеспечения графопостроителя GLOBE .... Комплект приборов и материалов - 24

Классификация вручную: учебное
пособие по интерпретации изображения
участка в г. Беверли, штат Массачусетс .... Комплект приборов и материалов - 25

Программа MultiSpec: основные методы
обработки изображений ..... Комплект приборов и материалов - 33

Классификация с использованием
заданных параметров: учебное пособие . . . . Комплект приборов и материалов - 96

Измерения в рамках программы GLOBE и необходимые приборы

В рамках программы GLOBE производятся измерения следующих параметров окружающей среды: атмосферных и климатических параметров, гидрологических параметров, параметров земного покрова и биологических параметров, а также параметров почвы. На следующих страницах приводится сводка текущих технических требований к приборам. Измерения, выполняемые в рамках программы GLOBE, и соответствующие приборы классифицированы в зависимости от уровня

Измерение	Прибор	Уровень подготовки
Атмосферные и климатические параметры		
Плотность и тип облачного покрова	Таблица типов облаков	Любой
Количество жидких осадков	Дождемер	Любой
Количество твердофазных осадков	Снегомер, дождемер, шест для измерения глубины снежного покр.	Любой
Кислотность (pH) осадков	Лакмусовая бумага	Начальный уровень
	Ручка для измерения pH, один буферный раствор	Средний уровень
	Прибор для измерения pH, три буферных раствора	Высокий уровень
Максимальная, минимальная и текущая температура воздуха	Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, калибровочный термометр, укрытие для приборов	Любой
Гидрологические параметры		
Прозрачность воды (только на участках с глубокими водоемами)	Диск Секки, веревка длиной 5 м	Любой
Прозрачность воды (на участках с мелководными водоемами)	Трубка для замера мутности воды	Любой
Температура воды	Термометр с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью	Любой
Содержание растворенного кислорода	Набор для определения содержания растворенного кислорода	Средний и высокий уровни
Кислотность (pH) воды	Лакмусовая бумага	Начальный уровень
	Ручка для измерения pH, один буферный раствор	Средний уровень
	Прибор для измерения pH, три буферных раствора	Высокий уровень
Электропроводность воды (только на участках с пресноводными водоемами)	Прибор для измерения общего количества растворенных твердых веществ (электропроводности), калибровочный раствор	Любой
Соленость воды (на участках с соленой и солоноватой водой)	Депсиметр, прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл, термометр с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью	Любой
Определение солености методом титрования (только на участках с соленой и солоноватой водой)	Набор для определения солености	Средний и высокий уровни (факультативное занятие)

Измерение	Прибор	Уровень подготовки
Гидрологические параметры (продолжение)		
Щелочность воды	Набор для определения щелочности воды	Средний и высокий уровни
Содержание нитратов в воде	Набор для определения содержания нитратов в воде	Средний и высокий уровни
Изучение почвы		
Определение характеристик почвы (уклон почвенного слоя, глубина горизонтов: структура, цвет, консистенция, текстура, содержание карбонатов)	Клинометр (уклономер), фотоаппарат, измерительная планка, таблица цветов, контейнеры для сбора образцов, другие контейнеры, лопата или почвенный бур	Любой
Определение характеристик почвы (лабораторный анализ объемной плотности, крупности частиц, pH и плодородности почвы)	Сушильная печь, мензурка вместимостью 100 мл, прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл, денсиметр: термометр, диспергирующий раствор, лакмусовая бумага, ручка или прибор для измерения pH, буферные растворы для измерения pH, набор для определения плодородности почвы	Любой
Влажность почвы	Весы, измерительная планка, сушильная печь (для сушки образцов почвы), контейнеры для сбора образцов, другие контейнеры для почвы, почвенный бур (для отбора образцов с заданной глубины), измерительная рулетка длиной 50 м (для измерения почвенного разреза)	Любой
Определение влажности почвы с помощью гипсовых блоков	Прибор для измерения влажности почвы, гипсовые блоки, поливинилхлоридная труба	Высокий уровень (факультативное занятие)
Инфильтрация (просачивание влаги)	Инфильтрометр со сдвоенным кольцом	Любой
Температура почвы	Почвенный термометр	Любой
Изучение земного покрова и биологические исследования		
Картографирование земного покрова	Изображение, полученное дистанционными методами, программное обеспечение MultiSpec	Любой
Идентификация видов	Дихотомические ключи	Любой
Биометрические измерения окружности стволов деревьев, высоты деревьев, плотности лесной кроны, плотности наземного растительного покрова	Клинометр и денситометр (оба прибора могут быть изготовлены учащимися), измерительная рулетка длиной 50 м	Любой
Биометрические измерения биомассы трав	Сушильная печь для растений	Любой
Определение координат		
Определение широты и долготы участков исследований	Приемник глобальной системы позиционирования (GPS)	Любой

Научные приборы для выполнения измерений в рамках программы GLOBE

Для надлежащего выполнения измерений в рамках программы GLOBE требуется ряд приборов, потребляемых материалов и принадлежностей. Многие из этих приборов, материалов и принадлежностей могут быть приобретены у поставщиков, а другие могут быть изготовлены учащимися или лицами, участвующими в школьной общественной деятельности. Измерения, выполняемые участниками программы GLOBE, и соответствующие приборы классифицируются в зависимости от требуемого уровня подготовки учащихся. В столбце «Комплект» приведенной ниже таблицы буквами «Н», «С» и «В» обозначены приборы, входящие в комплект приборов и материалов для учащихся с начальным уровнем подготовки («Н»), средним уровнем подготовки («С») и высоким уровнем подготовки («В»). В каждый из комплектов включено минимальное количество приборов, которые большинство школ должны приобрести для того, чтобы учащиеся с соответствующим уровнем подготовки могли выполнять практические работы по программе GLOBE. Буквой «Д» обозначаются дополнительные приборы, которые не включены в комплекты потому, что большинство школ уже имеют доступ к таким приборам, либо потому, что несколько школ одного района могут пользоваться одним таким прибором, либо потому, что использование этого прибора требуется только при выборе определенных дополнительных вариантов практических работ по программе GLOBE. Буквой «И» обозначены приборы, которые могут быть изготовлены в школе или с помощью представителей местной общественности.

Прибор	Комплект (Н,С,В,Д,И)	Измеряемый параметр	Уровень подготовки
Таблица типов облаков	Д	Плотность и тип облачного покрова	Любой
Термометр для измерения минимальной и максимальной температуры	Н, С, в	Температура воздуха — минимальная, максимальная и текущая температура	Любой
Калибровочный термометр (с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью)	Н, С, в	Температура воздуха, температура воды, соленость, крупность частиц почвы	Любой
Укрытие для приборов	Н, С, Н, И	Температура воздуха	Любой
Дождемер	Н, С, Н	Количество осадков (жидких и твердофазных)	Любой
Снегомер	И	Количество твердофазных осадков	Любой
Шест для измерения глубины снежного покрова	Д, И	Количество твердофазных осадков	Любой
Лакмусовая бумага для измерения pH	Н	pH осадков, pH воды, pH почвы	Начальный
Ручка для измерения pH	С	pH осадков, pH воды, pH почвы	Средний
Буферный раствор (pH 7)	С, В, И	pH осадков, pH воды, pH почвы	Средний, высокий
Прибор для измерения pH	в	pH осадков, pH воды, pH почвы	Высокий
Буферные растворы (pH – 4 и pH – 10)	в, И	pH осадков, pH воды, pH почвы	Высокий
Набор для определения содержания растворенного кислорода	С, в	Содержание растворенного кислорода	Средний, высокий
Набор для определения щелочности воды	С, в	Щелочность воды	Средний, высокий
Защитные средства - пластиковые перчатки и защитные очки	С, в	Гидрологические параметры: содержание растворенного кислорода, щелочность воды, солепость воды, титрование, содержание цитратов в воде	Средний, высокий
Прибор для определения общего содержания растворенных твердых веществ (электропроводности воды)	Н, С, в	Электрическая проводимость (измеряется только на участках с пресной водой)	Любой
Калибровочный раствор	Н, С, в, И	Электрическая проводимость (измеряется только на участках с пресной водой)	Любой

Один экземпляр таблицы выдается каждому из участвующих в программе GLOBE учителей в ходе подготовительного семинара.
Входит в комплект приборов и материалов, используемый только на участках с пресной водой.

Прибор	Комплект (Н,С,В,Д,И)	Измеряемый параметр	Уровень подготовки
Денсиметр	Н С, В	Крупность частиц почвы, соленость воды (только на участках с соленой или солоноватой водой)	Любой
Прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл	Н С, В	Крупность частиц почвы, соленость воды (только на участках с соленой или солоноватой водой)	Любой
Набор для определения солености	Д	Определение солености методом титрования	Дополнительное занятие, средний и высокий уровень
Набор для определения содержания нитратов в воде	С, В	Гидрологические исследования: содержание нитратов	Средний, высокий
Диск Секки, веревка	Д,и	Прозрачность воды (только на участках с глубокими водоемами)	Любой
Трубка для замера мутности воды	И	Прозрачность воды (только на участках с мелкими водоемами)	Любой
Данные оборудования для дистанционного получения изображений	См. прим.[1]	Картографирование земного покрова	Любой
Программное обеспечение МиШБрес	См. прим.[2]	Картографирование земного покрова	Любой
Дихотомические ключи	д[3]	Идентификация видов	Любой
Рулетка (метр) длиной 50 м	Н, С, В	Определение планировки участка, окружность стволов деревьев, высота деревьев	Любой
Клинометр	Д,и	Высота деревьев, уклон почвенного слоя	Любой
Денситометр	И	Плотность лесной кроны	Любой
Сушильная печь для растительных образцов	Д	Биомасса трав	Любой
Бур для отбора образцов почвы[4]	Д	Почвенный профиль, объемная плотность почвы, влажность почвы	Любой
Бур для отбора образцов песка[5]	Д	Почвенный профиль, объемная плотность почвы, влажность почвы	Любой
Бур для отбора образцов торфа[6]	Д	Почвенный профиль, объемная плотность почвы, влажность почвы	Любой
Ковшовый бур[7]	Д	Почвенный профиль, объемная плотность почвы, влажность почвы	Любой
Лопата	Д	Почвенный профиль, объемная плотность почвы, влажность почвы	Любой
Фотоаппарат	Д	Почвенный профиль, определение планировки участка	Любой
Измерительная планка	д	Глубина почвенного слоя, влажность почвы	Любой
Таблица цветов	Н, С, В	Цвет почвы	Любой
Уксусная эссенция	Д	Содержание не связанных карбонатов в почве	Любой
Пластиковая бутылка с кислотой	Н, С, В	Содержание не связанных карбонатов в почве	Любой
Решето №. 10 (размер ячейки 2 мм)	Н, С, В	Объемная плотность почвы, крупность частиц почвы	Любой
Сушильная печь для образпов почвы	д	Влажность почвы, объемная плотность почвы	Любой
Аналитические весы	Д	Определение влажности почвы гравиметрическим методом, объемная плотность почвы	Любой

Данные оборудования для дистанционного получения изображений предоставляются работниками программы GLOBE или координатором программы GLOBE в вашей стране.
Программное обеспечение можно загрузить с Web-страницы Университета им. Пурдью (http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/Index.html).
Выберите дихотомический ключ, соответствующий составу местной растительности: на подготовительном семинаре каждому учителю выдается дихотомический ключ общего назначения.
Выберите бур, соответствующий типу местного почвенного покрова.

Прибор	Комплект (Н, С, **В**, Д, **И**)	Измеряемый параметр	Уровень подготовки
Банки для образцов почвы (15 шт.)	ДИ	Определение влажности почвы гравиметрическим методом, определение объемной плотности почвы с приготовлением почвенного разреза или поверхностным методом	Любой
Прочие контейнеры для почвы	д	Определение влажности почвы гравиметрическим методом, объемная плотность почвы	Любой
Диспергирующий раствор	Н, С, В, И	Крупность частиц почвы	Любой
Мензурка вместимостью 100 мл	Н с, в	pH почвы, объемная плотность почвы	Любой
Набор для определения плодородности почвы	с, в	Плодородность почвы	Средний, высокий
Садовая лопатка (совок)	д	Определение влажности почвы гравиметрическим методом	Любой
Поливинилхлоридная труба	Д и	Определение влажности почвы с помощью гипсовых блоков	Дополнительное занятие, высокий уровень
Гипсовые блоки (требуется 4 шт.)	Д	Определение влажности почвы с помощью гипсовых блоков	Дополнительное занятие, высокий уровень
Прибор для измерения влажности почвы	д	Определение влажности почвы с помощью гипсовых блоков	Дополнительное занятие, высокий уровень
Инфильтрометр со сдвоенным кольцом	А и	Инфильтрация почвы	Любой
Почвенный термометр	Н, с, В	Температура почвы	Любой
Приемник глобальной системы позиционирования (GPS)	Д[7]	Определение широты, долготы и высоты над уровнем моря	Любой

7 Приемник выдается участникам программы GLOBE по соглашению с Навигационным консорциумом университетов (UNAVCO).

Технические требования к приборам, используемым в рамках программы GLOBE

Измерение атмосферных и климатических параметров

Плотность и тип облачного покрова (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к таблице для определения типа облаков

В таблице типов облаков, используемой в рамках программы GLOBE, должны быть приведены изображения 10 основных типов облаков (как минимум по одной иллюстрации каждого типа облаков) — перистых, перисто-слоистых, перисто-кучевых, высокослоистых, высококучевых, кучевых, слоисто-дождевых, слоистых, кучеводождевых и слоисто-кучевых. Плотность облачного покрова оценивается визуально. В рамках программы GLOBE экземпляр таблицы типов облаков выдается каждому прошедшему подготовку учителю, работающему в США, и каждому из координаторов выполнения программы в других странах.

Измерение количества жидких осадков (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к дождемеру

Количество осадков измеряется с помощью прозрачного пластикового дождемера с накопителем диаметром как минимум 102 мм. Высота дождемера должна составлять не менее 280 мм. На внутреннем прозрачном цилиндрическом сосуде дождемера должна быть нанесена шкала, указывающая количество накопившегося дождя с точностью до не менее чем 0,2 мм. Вместимость дождемера должна быть достаточной для измерения до 280 мм дождевых осадков без переполнения. Дождемер должен быть оснащен наружным цилиндрическим сосудом, в который вода переливается в случае переполнения внутреннего цилиндрического сосуда. Форма наружного цилиндрического сосуда должна быть подходящей для отбора образцов снега этим сосудом в перевернутом положении, с целью определения количества воды, эквивалентного количеству снега. Дождемер должен быть оснащен креплениями, необходимыми для его установки на стойке. Указания, относящиеся к выбору места установки дождемера, приведены в руководстве для учителей-участников программы GLOBE.

Измерение количества твердофазных осадков (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к снегомеру

Глубина суточного снежного покрова измеряется с помощью дощечки из фанеры размером примерно 40 x 40 см и толщиной как минимум 1 см.

Технические требования к дождемеру

См. описание технических характеристик дождемера, используемого с целью измерения количества воды, эквивалентного количеству выпавшего снега, в разделе «Измерение количества жидких осадков».

Технические требования к шесту для измерения глубины снежного покрова

При измерении глубины снежного покрова, достигающей менее 1 метра, рекомендуется применять измерительную планку. Если глубина снежного покрова превышает 1 метр, требуется использовать измерительный шест. Отмерьте длину шеста (2 метра), приложив к нему, одну за другой, две метровых измерительных планки.

Кислотность (pH) осадков (любой уровень подготовки учащихся)

При измерении кислотности осадков применяются те же приборы, что и при выполнении гидрологических измерений pH воды.

Температура воздуха (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к термометру для измерения минимальной и максимальной температуры

Температура воздуха измеряется с помощью термометра для регистрации минимальной и максимальной температуры. На такой термометр должна быть нанесена шкала Цельсия; минимальная и максимальная температура должна измеряться с точностью до 1 градуса по шкале Цельсия; деления шкалы термометра должны позволять учащимся оценивать температуру с точностью до 0,5 градуса по шкале Цельсия. Термометр должен быть заключен в прочный защитный корпус, оснащенный креплениями, необходимыми для установки термометра. Термометр должен быть откалиброван изготовителем с точностью до +1,0°C. Должна быть обеспечена возможность регулировки шкалы термометра (как минимальной, так и максимальной) с целью его калибровки. На каждой шкале должны быть четко обозначены отметки градусов; в каждую шкалу должны быть встроены указатели «+» и «—», отмечающие повышение или понижение суточной температуры. Кроме того, каждая шкала должна быть четко обозначена как шкала для измерения минимальной или максимальной температуры. Инструкции по выбору места установки и установке термометра приведены в руководстве для учителей-участников программы GLOBE.

Технические требования к калибровочному термометру

Термометр для измерения минимальной и максимальной температуры можно калибровать с помощью второго термометра с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью, и со шкалой от —5°C до 50°C. Калибровочный термометр должен быть откалиброван и испытан изготовителем в соответствии со стандартами N.I.S.T. (Национального института стандартов и технологии США) с точностью до +0,5°C; расстояние между двумя соседними делениями шкалы термометра должно соответствовать 0,5°C. Калибровочный термометр должен быть заключен в металлический корпус с отверстиями на измерительном конце, обеспечивающими циркуляцию воздуха, и с отверстием в верхней части корпуса, позволяющим подвешивать термометр в укрытии для приборов с целью калибровки термометра для измерения минимальной и максимальной температуры.

Технические требования к укрытию для приборов

Укрытие для приборов, в котором устанавливаются термометр для измерения минимальной и максимальной температуры и калибровочный термометр, должно обеспечивать условия измерения температуры воздуха, соответствующие научным стандартам. Укрытие для приборов должно быть изготовлено из материала, теплоизоляционные свойства которого соответствуют теплоизоляционным свойствам выдержанных сосновых досок толщиной 1,8 см, или превосходят их. Укрытие для приборов должно быть окрашено белой краской, устойчивой к воздействию погодных условий. Укрытие должно проветриваться; размеры укрытия должны быть достаточными для циркуляции воздуха вокруг термометра. Минимальные допустимые внутренние размеры укрытия: высота 45 см, ширина 22,8 см, глубина 15,25 см. Укрытие должно быть оснащено передней дверцей на петлях; с передней стороны и с боковых сторон укрытия должны быть предусмотрены вентиляционные жалюзи (щели). Если жалюзи не достигают верхней части боковых панелей укрытия, в основании и в верхней части боковых панелей укрытия должны быть проделаны отверстия, способствующие более активной циркуляции воздуха. Дверца укрытия должна закрываться на замок. Укрытие для приборов должно быть закреплено на стене или на стойке (на столбе). Верхняя панель укрытия должна быть наклонена вниз от задней панели к передней панели. Части укрытия должны быть прочно скреплены шурупами или гвоздями и клеем. Соединения между частями укрытия должны быть герметизированы замазкой, устойчивой к воздействию погодных условий.

Гидрологические исследования

Измерение температуры воды (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к термометру с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью

Измерения температуры воды производятся с использованием калибровочного термометра, технические требования к которому описываются в разделе «Измерение температуры воздуха».

Определение прозрачности воды (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к диску Секки с принадлежностями (используется только на участках с глубокими водоемами)

Требуется веревка длиной 5 м и диск диаметром 20 см. Диск должен быть окрашен краской или другим красящим материалом таким образом, чтобы его поверхность была поделена на четыре чередующихся белых и черных квадранта. Диск должен быть изготовлен так, чтобы многократное погружение в воду (в том числе в морскую воду) не приводило к его деформации или повреждению. Диск должен быть оснащен грузилом, позволяющим ему сохранять горизонтальное положение при погружении в воду на веревке.

Технические требования к трубке для замера мутности воды (используется на участках с мелкими водоемами)

Требуется прозрачная пластиковая трубка длиной примерно 1,2 м и диаметром примерно 4,5 см, с белой крышкой, плотно надевающейся на один конец трубки. Внутренняя поверхность белой крышки (т. е. та сторона крышки, которая видна наблюдателю, смотрящему в трубку с другого конца) должна быть разделена на чередующиеся белые и черные квадранты.

Определение кислотности (pH) воды (любой уровень подготовки учащихся)

Примечание. Требования, предъявляемые к приборам и материалам для измерения кислотности воды, различны в зависимости от уровня подготовки учащихся. Пожалуйста, выберите метод измерения кислотности, соответствующий навыкам учащихся.

Начальный уровень подготовки

Технические требования к лакмусовой бумаге

Показатель pH стоячей воды измеряется учащимися с начальным уровнем подготовки с помощью лакмусовой бумаги, которая поставляется в виде полосок или рулонов. Точность измерения pH воды с помощью лакмусовой бумаги должна составлять +1,0 единицы pH в диапазоне от pH = 1 до pH = 14.

Средний уровень подготовки

Технические требования к ручке для измерения pH

Учащиеся со средним уровнем подготовки измеряют pH стоячей воды с помощью ручки для измерения pH. Точность показаний ручки для измерения pH, применяемой в рамках программы GLOBE, должна составлять +0,2 единицы pH в диапазоне от pH = 1 до pH = 14. Прибор должен функционировать без ухудшения характеристик в диапазоне температуры от 0°C до 50°C. Должна быть предусмотрена возможность калибровки ручки для измерения pH с помощью буферного раствора.

Высокий уровень подготовки

Технические требования к прибору для измерения pH

Учащиеся с высоким уровнем подготовки измеряют pH стоячей воды с помощью прибора для измерения pH. Точность показаний прибора для измерения pH, применяемой в рамках программы GLOBE, должна составлять +0,1 единицы pH в диапазоне от pH = 1 до pH = 14. Прибор должен функционировать без ухудшения характеристик в диапазоне температуры от 0°C до 50°C. Прибор должен автоматически корректировать показания в зависимости от изменения температуры. Должна быть предусмотрена возможность калибровки прибора для измерения pH с помощью буферных растворов известной концентрации.

Средний и высокий уровни подготовки

Технические требования к буферным растворам

Буферные растворы с известным значением pH требуются для калибровки ручки и прибора для измерения pH. Значения pH буферных растворов должны составлять 4,0, 7,0 и 10,0; в случае калибровки ручки для измерения pH учащимися со средним уровнем подготовки требуется только буферный раствор с показателем pH = 7,0.

Определение содержания растворенного в воде кислорода (средний и высокий уровни подготовки учащихся)

Технические требования к набору для определения содержания растворенного кислорода

Набор для определения содержания растворенного кислорода можно приобрести. Учителя или другие лица, намеревающиеся использовать или приготавливать самодельные наборы для определения содержания растворенного кислорода, должны проверять соответствие этих наборов следующим требованиям.

- Набор должен обеспечивать измерение содержание растворенного в воде кислорода с точностью как минимум до +/- 1 мг/л.
- Набор должен содержать все реактивы и специальные емкости, необходимые для выполнения измерений на основе метода титрования Винклера. Этот метод описывается в справочнике «Стандартные методы анализа воды и жидких отходов» *(Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater),* 19 изд., 1995 г., опубликованном издательством Американского общества общественного здравоохранения (American Public Health Association) в Вашингтоне, округ Колумбия, США.
- К набору должны быть приложены понятные инструкции по его использованию с целью измерения содержания растворенного кислорода по методу титрования Винклера.

Определение щелочности воды (средний и высокий уровни подготовки учащихся)

Технические требования к набору для определения щелочности воды

Набор для определения щелочности воды можно приобрести. Учителя или другие лица, намеревающиеся использовать или приготавливать самодельные наборы для определения щелочности воды, должны проверять соответствие этих наборов следующим требованиям.

- Набор должен обеспечивать измерения общего содержания растворенных в воде щелочей (оснований) с точностью как минимум до 6,8 мг/л $CaC0_3$ (в нижнем диапазоне щелочности до 136 мг/л) и до 17 мг/л $CaC0_3$ (в верхнем диапазоне щелочности свыше 136 мг/л).
- Набор должен содержать все рекативы и емкости, необходимые для титрования щелочности, в том числе: 1) бромокрезоловый зеленый и метиловый красный индикаторы и мерную лопаточку для добавления требуемого количества реактивов в образцы; 2) серную кислоту для титрования и принадлежности для добавления кислоты в образцы с требуемой точностью и 3) измерительные емкости (мензурки) и сосуды для титрования. Применяемый метод титрования щелочности описывается в справочнике «Стандартные методы анализа воды и жидких отходов» (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater), 19 изд., 1995 г., опубликованном издательством Американского общества общественного здравоохранения (American Public Health Association) в Вашингтоне, округ Колумбия, США.
- К набору должны быть приложены понятные инструкции по его использованию с целью измерения щелочности по методу титрования бромокрезоловым зеленым и метиловым красным до конечной точки титрования (точки эквивалентности).
- Требуются пластиковые перчатки и защитные очки.

Технические требования к применению принадлежностей для обеспечения безопасности

При выполнении измерений щелочности необходимо надевать пластиковые перчатки и защитные очки.

Определение электропроводности воды на участках с пресной водой (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к электродному тестеру для определения общего содержания растворенных твердых веществ (прибору для измерения электропроводности воды)

Используемое устройство должно измерять электрическую проводимость (электропроводность) жидких растворов двумя электродами, отстоящими один от другого на известное расстояние. Устройство должно быть портативным и работающим от аккумуляторной батарейки, без подсоединенного провода электропитания. Устройство должно обеспечивать автоматическую коррекцию показаний в зависимости от изменения температуры раствора. Устройство должно измерять электропроводность в диапазоне от 0 до 1990 микроСименсов на сантиметр с разрешением 10 микроСименсов на сантиметр и с точностью до +/- 2% всего диапазона измерительной шкалы при температуре от 0°С до 50°С. Должна быть предусмотрена возможность калибровки устройства с помощью стандартного раствора.

Технические требования к калибровочному стандартному раствору

Применяется раствор КС1 в воде или №С1 в воде с электропроводностью, составляющей примерно 450 микроСименсов на сантиметр (225,* мг/л КС1 или 215,5 мг/д №СЬ).

Определение солености воды на участках с соленой (морской) или солоноватой водой (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к методу измерения солености денсиметром

При измерении солености воды используется тот же прибор, что и при определении крупности частиц почвы (см. соответствующий раздел).

Требуются прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл и термометр с измерительной трубкой, заполненной органической жидкостью, в сочетании с денсиметром. Можно использовать мензурку вместимостью 500 мл, применяемую при определении крупности частиц почвы. Можно использовать термометр, применяемый при измерении температуры воздуха.

Технические требования к методу определения солености титрованием (дополнительный вариант для учащихся со средним и высоким уровнями подготовки)

Набор для определения солености воды можно приобрести. Учителя или другие лица, намеревающиеся использовать или приготавливать самодельные наборы для определения солености воды, должны проверять соответствие этих наборов следующим требованиям.

- Диапазон показаний: от 0 до 20 частей на тысячу.*
- Точность показаний: 0,4 части на тысячу.
- Химический метод: титрование хлоридом.
- Примерное число анализов, выполняемых с использованием одного набора: 50.
- К набору должны быть приложены понятные инструкции по его использованию с целью измерения солености воды методом титрования хлоридом.

* Должна быть предусмотрена возмжность повторного заполнения титратора при измерении солености воды с высоким содержанием солей.

Определение содержания нитратов (средний и высокий уровни подготовки учащихся)

Технические требования к набору для определения содержания нитратов в воде

Набор для определения содержания нитратов в воде можно приобрести. Учителя или другие лица, намеревающиеся использовать или приготавливать самодельные наборы для определения содержания нитратов в воде, должны проверять соответствие этих наборов следующим требованиям.

- Диапазон показаний: от 0 до 10 частей NO_3~N на миллион.
- Точность показаний: 0,05 части NO_3~N на миллион в диапазоне от 0 до 1 части NO_3-N на миллион; 0,5 части на миллион N03-N в диапазоне от 1 до 10 частей N03-N на миллион.
- Химический метод: восстановление кадмием.
- Примерное число анализов, выполняемых с использованием одного набора: 50.
- К набору должны быть приложены понятные инструкции по его использованию с целью измерения содержания нитратов в воде методом восстановления кадмием.

Определение характеристик почвы

Уклон почвенного слоя (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к инклинометру

Устройство инклинометра, используемого при измерении уклона почвенного слоя, описывается в разделе «Изучение земного покрова: измерение высоты деревьев».

Определение характеристик почвенного разреза (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к фотоаппарату

Допускается, что учащиеся могут воспользоваться фотоаппаратом с цветной пленкой.

Технические требования к измерительной планке

Требуется изготовленная из прочного материала линейка с сантиметровыми и миллиметровыми делениями.

Определение структуры почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к приборам и материалам не предъявляются.

Определение цвета почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к таблице цветов

Таблица цветов образцов почвы, подготовленная специально для участников программы GLOBE, может быть приобретена. В этой таблице приведены образцы как минимум 200 различных оттенков цветов, обозначенных в соответствии с системой классификации цветов Munsell. Запрессованная в пластик таблица цветов устойчива к воздействию погодных условий и содержит расположенные по краям таблицы образцы цветов, упрощающие сравнение образцов почвы с таблицей. В таблицу включены образцы всех оттенков цветов почвы, иллюстрируемых в полном международном наборе образцов цветов почвы; при этом таблица содержит выборочный комплект значений и категорий цветовых оттенков, способствующий упрощению идентификации цветов учащимися. Лицам, намеревающиеся самостоятельно приготавливать таблицы для определения цвета образцов почвы, рекомендуется обратиться к представителю программы GLOBE и получить полный набор цветовых образцов.

Консистенция почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к приборам и материалам не предъявляются.

Текстура почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к приборам и материалам не предъявляются.

Содержание несвязанных карбонатов (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к уксусной эссенции.

Используется бесцветная пищевая уксусная эссенция. Можно использовать также столовый уксус.

Технические требования к пластиковой бутылке с кислотой

Требуется бутылка, обеспечивающая безопасное хранение как минимум 200 мл кислоты.

Подготовка образцов в ходе определения объемной плотности почвы, крупности частиц почвы, pH почвы и плодородности почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к ситу

Требуется сито №10 (с размером ячейки 2 мм), закрепленное на раме.

Определение объемной плотности почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к мензурке вместимостью 100 мл

Требуется стеклянная мензурка вместимостью 100 мл с делениями, позволяющими отмерять количество жидкости с точностью до 1 мл или менее в диапазоне от 10 мл до 100 мл.

Технические требования к аналитическим весам и почвенным бурам

При измерении объемной плотности почвы применяются те же аналитические весы и почвенные буры, что и при измерении влажности почвы гравиметрическим методом.

Технические требования к контейнерам для образцов почвы и другим контейнерам для почвы

При измерении объемной плотности почвы применяются контейнеры для образцов почвы, соответствующие тем же требованиям, что и контейнеры, применяемые при измерении влажности почвы гравиметрическим методом.

Определение крупности частиц почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к денсиметру

Используемый денсиметр должен соответствовать следующим требованиям.

- Денсиметр должен быть откалиброван в соответствии с известной температурой воды и образца (например, 15,**C/15,**C).
- Диапазон показаний (удельный вес): от 1,0000 до 1,0700.
- Точность показаний: 0,0005.

Технические требования к термометру

Измерения крупности частиц почвы производятся с использованием калибровочного термометра, технические требования к которому описываются в разделе «Измерение температуры воздуха».

Технические требования к прозрачной пластиковой мензурке вместимостью 500 мл

Требуется прозрачная пластиковая мензурка вместимостью 500 мл, как минимум с одной меткой на уровне 500 мл. Мензурка должна быть изготовлена из прозрачного, а не из матового пластика и не из стекла. Требуемые технические характеристики содержимого: диспергирующий раствор порошка гексаметафосфата натрия, 10-процентный раствор гексаметафосфата натрия или другого детергента, не образующего щелочной (мыльный) раствор.

Определение pH почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к устройствам и материалам для измерения pH

Используются те же материалы и приборы, что и при выполнении гидрологических исследований; измеряется pH содержащейся в почве воды.

Технические требования к мензурке вместимостью 100 мл

Используется та же мензурка, что и при определении объемной плотности почвы.

Определение плодородности почвы (средний и высокий уровни подготовки учащихся)

Технические требования: набор для определения плодородности почвы (содержания питательных веществ).

Аналитический набор должен удовлетворять следующим требованиям.

- Набор должен содержать реактивы, расфасованные в количествах, соответствующих единичным используемым дозам, и емкости, необходимые для экстрагирования питательных веществ, содержащихся в 50 образцах почвы, а также для выполнения 50 аналитических тестов с определением содержания азота, фосфора и калия.
- Набор должен предусматривать применение метода экстрагирования Спервэя (Бришау), метода восстановления азота цинком и хромотропического кислотного метода определения содержания азота, метода восстановления фосфора аскорбиновой кислотой и метода определения содержания калия тетрафенилборатом натрия (турбидиметрического метода).
- К набору должны быть приложены понятные инструкции по его использованию, в том числе схемы.
- В набор должна быть включена устойчивая к воздействию воды таблица цветов для интерпретации результатов колориметрических тестов и таблица степеней мутности для регистрации результатов турбидиметрического теста.

Определение влажности и температуры почвы

Определение влажности почвы гравиметрическим методом (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к аналитическим весам

Используемые аналитические весы должны обеспечивать возможность взвешивания отмеряемых веществ в количестве до 300 граммов с точностью до +/- 0,1 грамма. Можно пользоваться как механическими, так и электронными аналитическими весами. Допускается, что школьные учителя имеют доступ к таким весам; их можно взять, например, в школьной научной лаборатории.

Технические требования к печи для сушки образцов почвы

Требуется сушильная печь, в которой можно поддерживать температуру 95—105°C в течение не менее чем 10 часов или температуру 75—95°C в течение 24 часов. Сушильная печь должна вентилироваться. Внутренние размеры печи должны составлять как минимум 25 x 30 x 25 см. Предполагается, что школьные учителя имеют доступ к такой печи; например, можно использовать сушильную печь школьной научной лаборатории.

Технические требования к микроволновой сушильной печи

Можно использовать любую микроволновую печь, соответствующую требованиям, предъявляемым к школьному оборудованию.

Технические требования к контейнерам для образцов почвы

Требуется 15 жестяных контейнеров круглого сечения для образцов почвы. Годятся любые металлические контейнеры диаметром примерно 7 см и высотой примерно 5 см, со снимающейся крышкой, например, небольшие очищенные консервные банки. Донышко жестяных банок должно быть достаточно тонким для того, чтобы в нем можно было проделать небольшое отверстие.

Технические требования к другим контейнерам для почвы

Требуется 15 контейнеров, достаточно крупных для того, чтобы в них можно было непосредственно перекладывать, без остатка, образцы почвы, полученные с помощью почвенного бура. Годятся большие стеклянные банки, пластиковые пищевые контейнеры с крышками или другие контейнеры, которые могут быть закрыты и в которых можно содержать образцы почвы, пока они сушатся в печи.

Технические требования к почвенному буру (для сложносоставных почв)

Требуется «голландский» почвенный бур (или почвенный бур Эдельмана) для отбора образцов сложносоставных почв, с головкой шириной как минимум 7 см и длиной как минимум 18 см. Длина всего бура (головки и поворотного вала) должна составлять как минимум 120 см для того, чтобы можно было брать образцы почвы с глубины до 1 метра. Бур должен быть цельным, сварной конструкции.

Технические требования к почвенному буру (для песчанистых почв)

Требуется бур, предназначенный для отбора образцов песчанистых почв, с головкой шириной как минимум 7 см и длиной как минимум 18 см. Длина всего бура (головки и поворотного вала) должна составлять как минимум 120 см для того, чтобы можно было брать образцы почвы с глубины до 1 метра. Бур должен быть цельным, сварной конструкции.

Технические требования к ковшовому буру

Требуется ковшовый бур, предназначенный для отбора образцов плотных и хрупких почв, с головкой шириной как минимум 7 см и длиной как минимум 18 см. Длина всего бура (головки и поворотного вала) должна составлять как минимум 120 см для того, чтобы можно было брать образцы почвы с глубины до 1 метра. Бур должен быть цельным, сварной конструкции.

Технические требования к почвенному буру (для торфа)

Требуется бур, предназначенный для отбора торфяных почв, с головкой шириной как минимум 7 см и длиной как минимум 18 см. Длина всего бура (головки и поворотного вала) должна составлять как минимум 120 см для того, чтобы можно было брать образцы почвы с глубины до 1 метра. Бур должен быть цельным, сварной конструкции.

Определение влажности почвы с помощью гипсовых блоков (дополнительный вариант для учащихся с высоким уровнем подготовки)

Технические требования к гипсовым блокам

Требуется отлить гипсовые блоки высотой примерно 25 мм и диаметром примерно 20 мм, внутри которых должны быть размещены концентрические сетчатые электроды из нержавеющей стали; к наружным выводам электродов должен припаян изолированный электрический провод длиной 1,5 — 2,0 м.

Технические требования к прибору для измерения влажности почвы

Требуется портативный прибор переменного тока для измерения электрической проводимости, используемый в сочетании с гипсовыми блоками (см. описание выше). В конструкции прибора должны быть предусмотрены кнопочное устройство калибровки и коррекции показаний и кнопочное устройство вывода показаний на цифровой дисплей. Показания электропроводности могут быть нормализованы в диапазоне от 0 до 100. Прибор должен иметь два вывода, позволяющих ежедневно подсоединять и отсоединять электрические провода. Портативный прибор должен работать от аккумуляторной батареи с тем, чтобы его можно было использовать на отдаленных участках.

Технические требования к поливинилхлоридным трубам

Поливинилхлоридные трубы используются при размещении датчиков в гипсовых блоках под землей. Требуются отрезки труб длиной 90 см и диаметром примерно 2 см. Дополнительные поливинилхлоридные трубы требуются для обозначения мест установки датчиков. Эти отрезки труб должны быть длиной 23 см и диаметром примерно 5 см. Требуются четыре отрезка такой трубы.

Измерение инфильтрации почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к инфильтрометру со сдвоенным кольцом

Требуются два концентрических металлических цилиндра. Диаметр внутреннего цилиндра должен составлять от 10 до 25 см. Диаметр наружного цилиндра должен быть как минимум на 10 см больше диаметра внутреннего цилиндра. Высота обоих цилиндров должна составлять от 10 до 15 см; цилиндры должны быть открыты с обоих концов. Можно подобрать стальные консервные банки, из которых можно изготовить подходящие цилиндры.

Измерение температуры почвы (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к почвенному термометру

Требуется термометр с циферблатом усиленной конструкции или цифровым дисплеем и зондом из нержавеющей стали длиной от 11 до 20 сантиметров, измеряющий температуру как минимум в диапазоне от -10°C до 50°C (только по шкале Цельсия) с точностью до 1% всей измерительной шкалы (охватывающей диапазон не более 200°C) или с более высокой точностью. Датчик должен находиться в нижней трети зонда. Датчик должен давать стабильные показания после погружения в изотермическую ванну на менее чем 60 секунд. Если это требуется, к прибору должны быть подсоединены аккумуляторные батареи. Должна быть предусмотрена возможность калибровочной регулировки датчика с достижением требуемой точности показаний, указанной изготовителем. Циферблатный термометр должен быть герметизирован так, чтобы предотвращалось запотевание циферблата; циферблат должен быть закрыт стеклом из небьющегося материала. Рекомендуется пользоваться циферблатным термометром с делениями шкалы, позволяющими считывать показания с точностью до 1,0 градуса по шкале Цельсия, или цифровым термометром, дающим показания с точностью до 0,1°C. Использование термометров со стеклянной измерительной трубкой НЕ допускается.

Изучение земного покрова и биологические исследования

Определение плотности земного покрова (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к изображениям, полученным с помощью тематического картографического оборудования спутников Landsat и к программному обеспечению MultiSpec

Изображения, полученные с помощью спутникового тематического оборудования, предоставляются всем американским школам, участвующим в программе GLOBE. Программное обеспечение MultiSpec может быть загружено с помощью сети Internet.

Идентификация видов (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к дихотомическим ключам

Дихотомические ключи для идентификации видов деревьев не поставляются централизованно — их следует приобрести у местных поставщиков.

Биометрические измерения
Определение планировки участка биологических исследований (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к измерительной рулетке

Требуется рулетка длиной 50 метров, с делениями на одной стороне, позволяющая измерять расстояния с точностью до 2 мм или менее.

Измерение окружности стволов деревьев (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к измерительной рулетке

При измерении окружности стволов деревьев используется рулетка, применяемая в ходе определения планировки участка биологических исследований.

Измерение высоты деревьев (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к измерительной рулетке

При измерении высоты деревьев используется рулетка, применяемая в ходе определения планировки участка биологических исследований.

Технические требования к инклинометру

Инклинометр может быть изготовлен учащимися на основе планов, приведенных в руководстве для учителей-участников программы GLOBE; можно применять также инклинометр, состоящий из подвижного циферблата в металлическом корпусе с видоискателем. Если используется иклинометр с подвижным циферблатом, требуется установить шкалу в диапазоне от 0 до 90 градусов, с делениями шкалы, позволяющими измерять углы с точностью до 1 градуса.

Определение плотности лесной кроны (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к денситометру

Денситометр может быть изготовлен учащимися в соответствии с инструкциями, приведенными в руководстве для учителей-участников программы GLOBE.

Определение плотности земного покрова (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к приборам и материалам не предъявляются

Измерение биомассы трав (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к аналитическим весам

Аналитические весы должны позволять взвешивать до 300 граммов материала с точностью до +/- 0,1 грамма. Можно применять как механические, так и электронные весы. Предполагается, что школьные учителя имеют доступ к таким весам; их можно взять, например, в школьной научной лаборатории.

Технические требования к сушильной печи (для сушки растений)

Сушильная печь должна обеспечивать возможность сушки образцов при температуре 50—70°C на протяжении двух суток. Сушильная печь должна вентилироваться. Внутренние размеры печи должны составлять как минимум 25 x 30 x 25 см. Предполагается, что школьные учителя имеют доступ к такой печи; например, можно использовать сушильную печь школьной научной лаборатории. Печь должна быть предназначена для сушки биологических образцов или пищевых продуктов; использование обычной духовки не допускается, так как сушка биологических образцов в духовке может привести к возникновению пожара.

Глобальная система позиционирования (GPS)

Определение широты, долготы и высоты над уровнем моря участков исследований по программе GLOBE (любой уровень подготовки учащихся)

Технические требования к приемнику глобальной системы позиционирования (GPS)

Прибор должен отличаться следующими характеристиками.

- Значения широты и долготы должны выражаться в целых градусах, минутах и десятичных минутах с точностью до 0,01 минуты.
- Значение времени, выведенное на дисплей, должно выражаться в часах, минутах и секундах всемирного (гринвичского) времени.
- Прибор должен использовать картографическую систему координат WGS-84.
- Значения высоты над уровнем моря должны выражаться в метрах.

Американские школы могут направлять запросы о предоставлении приемников GPS в аренду в Навигационный консорциум университетов UNAVCO по адресу:

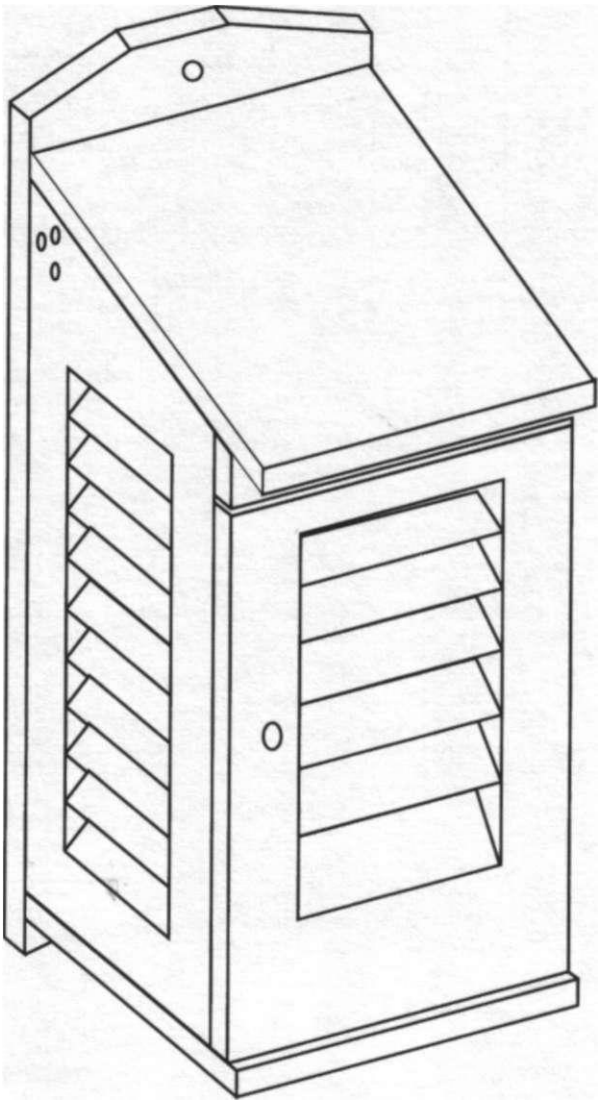
UNAVCO/UCAR
PO Box 3000, UN 393
Boulder, CO 80307-3000 *
Тел.: (303) 497-8000
Факс: (303) 497-7857

Представителям школ, расположенных за пределами США, рекомендуется обращаться за информацией, относящейся к приемникам GPS, к координатору выполнения программы GLOBE в их стране.

Планы укрытия для приборов

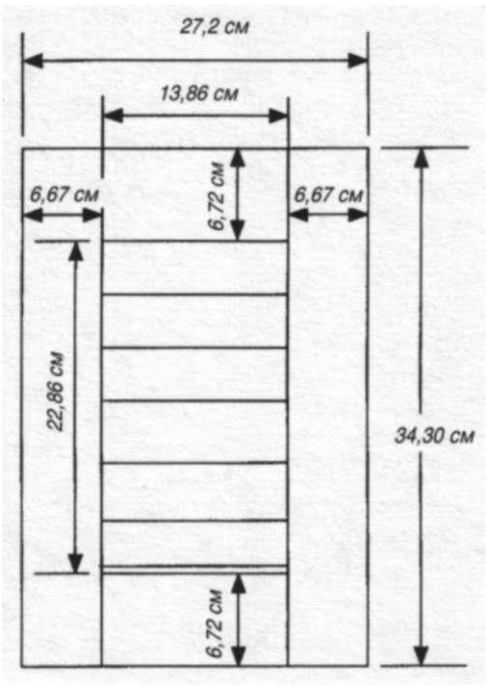
Укрытие для приборов, используемое в рамках программы GLOBE, должно быть изготовлено из сосновых досок толщиной 1,9 см или из другого дерева со сходными характеристиками. Внутренние и внешние поверхности укрытия должны быть окрашены в белый цвет. Должен быть установлен замок, предотвращающий доступ посторонних лиц к приборам. Внутри укрытия должны быть установлены крепежные блоки, предотвращающие контактирование термометра для измерения минимальной и максимальной температуры с задней панелью укрытия. Дверца укрытия должна быть установлена на боковых петлях (дверца не показана на рисунке). Части укрытия должны быть соединены шурупами или гвоздями и клеем. На планах указаны размеры в метрических единицах, хотя первоначально укрытие было изготовлено в соответствии с размерами, указанными в английских (имперских) единицах.

Рис. TK-1

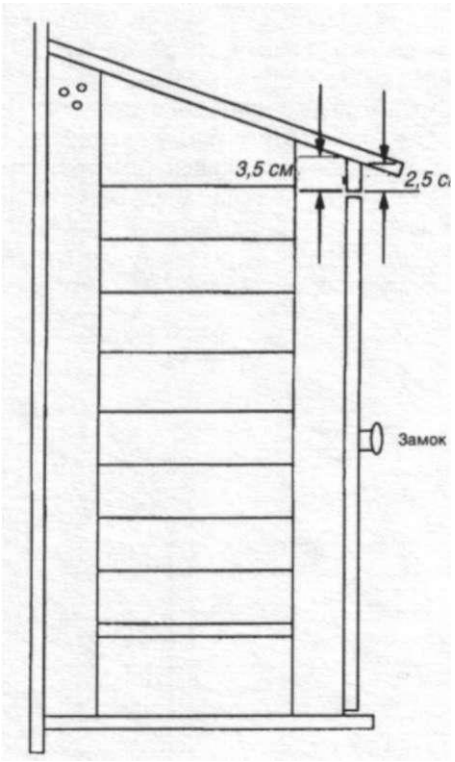


Планы укрытия для приборов

Рис. ТК-2

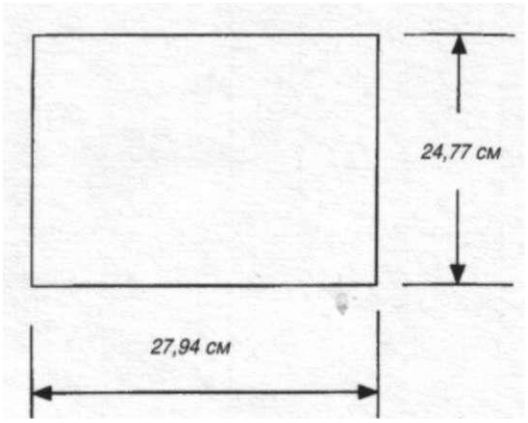


Передняя дверца

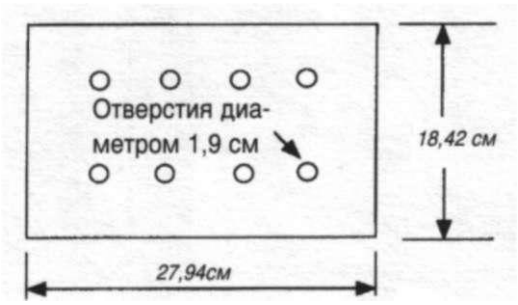


ВИД сбоку

Примечание. Размеры прорезей жалюзи: высота 0,64 см, ширина 4,13 см.



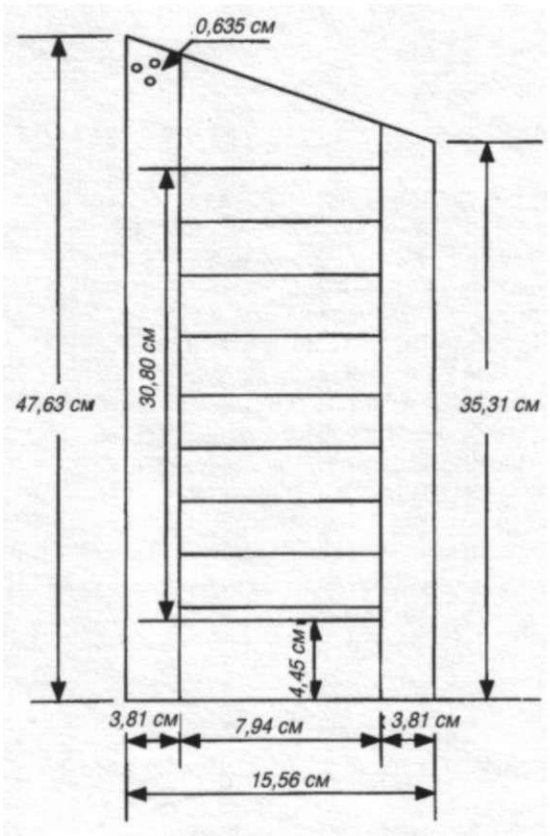
Верхняя панель

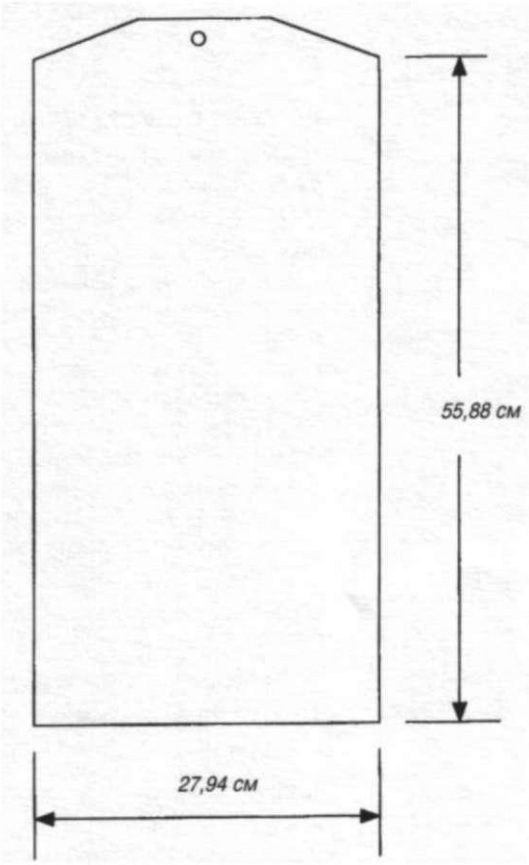


Нижняя панель

Планы укрытия для приборов

Рис. ТК-3





Использование программного обеспечения графопостроителя GLOBE

1. Откройте страницу «Визуализация» (Visualizations) сервера базы данных учащихся-участников программы GLOBE.
2. Выберите щелчком мыши функцию «Новости» (What's New).
3. Выберите щелчком мыши функцию «Опробование новой системы» (Try out new system).
4. Выберите щелчком мыши функцию «Графики GLOBE - График зависимости данных учащихся от времени» (GLOBE Graphs - Time Plot of Student Data).
5. Выберите один из методов вызова данных учащихся вашей школы или другой интересующей вас школы. Если вы пользуетесь методом 2, «Поиск по широте и долготе» (Latitude-Longtitude Search), введите значения искомых широты и (или) долготы. Если один из параметров не будет введен, поиск будет осуществляться с использованием только введенного параметра. Северные широты и восточные долготы обозначаются положительными числами. Южные широты и западные долготы обозначаются отрицательными числами. Таким образом, «40 градусов северной широты, 70 градусов западной долготы» вводятся как «40» и «—70». Для того, чтобы определить регион, в котором будет производиться поиск, откройте меню «Поиск школ-участниц программы» (Find the Schools Within). Один градус широты или долготы примерно соответствует расстоянию в 100 км. Выбор большого региона приведет к получению списка множества участков исследований по программе GLOBE; загрузка чрезмерного количество результатов может привести к переполнению оперативной памяти вашего компьютера (т. е. к «замерзанию экрана). Если это произойдет, перезапустите компьютер и произведите поиск в регионе меньших размеров.
6. Выберите щелчками мыши интересующие вас школы. Вы можете построить графики следующих типов.
   - График 1 параметра на основе данных, полученных 1 школой.
   - График 2 параметров на основе данных, полученных 1 школой.
   - График 1 параметра на основе данных, полученных 2 школами.
7. Для того, чтобы начать построение графика, выберите щелчком мыши функцию «Построение графика зависимости от времени» (Plot Time Series).
8. Следующие элементы экрана позволяют учащимся выбирать параметры и продолжительность периода времени, в отношении которого будет строиться график.

Выбрав щелчком мыши соответствующий элемент экрана, выбирайте элементы появляющегося на экране меню. Для того, чтобы построить график, нажмите щелчком мыши на кнопку «Построить график зависимости от времени» (Create Time Series Plot). Программа масштабирует ось ординат в соответствии с амплитудой данных. В различных графиках одного и того же параметра, построенных на основе данных, полученных разными школами, может использоваться различный масштаб по оси ординат.

Примечание. Программное обеспечение графопостроителя периодически обновляется; качество построения графиков и функциональные возможности программы будут улучшены со временем.

Классификация вручную

Учебное пособие по интерпретации изображения участка в г. Беверли, штат Массачусетс

Следующее учебное пособие представляет собой описание метода интерпретации карты земного покрова вручную на примере изображения участка в городе Беверли, штат Массачусетс, полученного с помощью тематического спутникового оборудования (см. рис. ТК-4). После того, как учащиеся закончат выполнение этого учебного упражнения, поручите им выполнить те же операции в отношении спутникового изображения участка вашей школы. Как первоначальное спутниковое изображение (512 x 512 пикселов), так и цветные увеличенные части изображения при¬ готовляются учителем и раздаются группам учащихся. На рис. ТК-4 приведено полученное в ложных цветах инфракрасное увеличенное изоб¬ ражение участка в городе Беверли, штат Масса¬ чусетс, площадью 101 x 101 пиксел (3x3 км). Увеличенный участок изображения соответ- ствует району Манчестер в штате Массачусетс, США, и используется с целью демонстрации процесса выполнения классификации земного покрова «вручную». Следует отметить, что распознавание воды и типов растительного покрова значительно упрощается, если используется инфракрасное изображение земного покрова, полученное в ложных цветах.

Метод интерпретации изображения вручную предусматривает выполнение следующих опе¬ раций.

1. Выберите картографируемое изображе- ние, полученное с помощью тематического оборудования спутника Ьапава! (в данном случае полученное в ложных цветах инфракрасное изображение участка Манчестер площадью 3x3 км, приведен¬ ное на рис. ТК-4). На инфракрасном изображении в ложных цветах активно растущая часть растительного покрова выглядит ярко-красной, а участки, поросшие вечнозелеными (хвойными) растениями, отображаются цветовой гаммой от темно-красного до черного. Вода выглядит черной, а участки городских застроек и грунт без раститель¬ ного покрова выглядят синими.

Приведенное на рисунке ТК-4 изображение — увеличенная часть первоначального изображения площадью 512x512 пикселов (15 x 15 км) города Беверли в штате Массачусетс. Вы можете увеличивать участки спутниковых изображений, пользуясь цветной копировальной машиной или распечатывая изображения из файла Landsat с помощью программного обеспечения MultiSpec. Можно поручить классификацию различных увеличенных участков первоначального изображения площадью 512x512 пикселов нескольким небольшим группам учащихся.

Наложите на цветную распечатку изобра- жения прозрачный пластиковый лист стан¬ дартного страничного размера, надежно закрепив его липкой лентой. После этого пометьте на пластиковом листе края изображения, чтобы после удаления листа его можно было снова наложить на изображение точно в том же положении. Это позволит вам накладывать схему, раз¬ меченную на пластиковом листе, как на изображение, полученное в обычном (ви¬ димом) спектре, так и на инфракрасное изображение, полученное в ложных цветах, пользуясь преимуществами обоих типов отображения земного покрова.

Процесс классификации вручную зак¬ лючается в тщательном обозначении границ замечаемых различных типов земного покрова на пластиковом листе с помощью цветных восковых карандашей или фломастеров. Пользуйтесь различ¬ ными цветами, обозначая различные типы земного покрова, и присвойте каждому типу земного покрова номер, соответству¬ ющий классификации MUC уровня 4 (MUC — модифицированная система клас¬ сификации ЮНЕСКО, описание которой можно найти в разделе *«Изучение земного покрова и биологические исследования»).*

- Наметьте границы водоемов и рек так, как показано на иллюстрации «Этап 1», обоз¬ начив морскую воду номером 72 в соот¬ ветствии с классификацией MUC уровня 2, устье реки номером 63 и озеро номером 64 (следует отметить, что в отношении не¬ которых типов земного покрова в системе MUC не предусмотрены классифика¬ ционные категории 3 или 4 уровня).

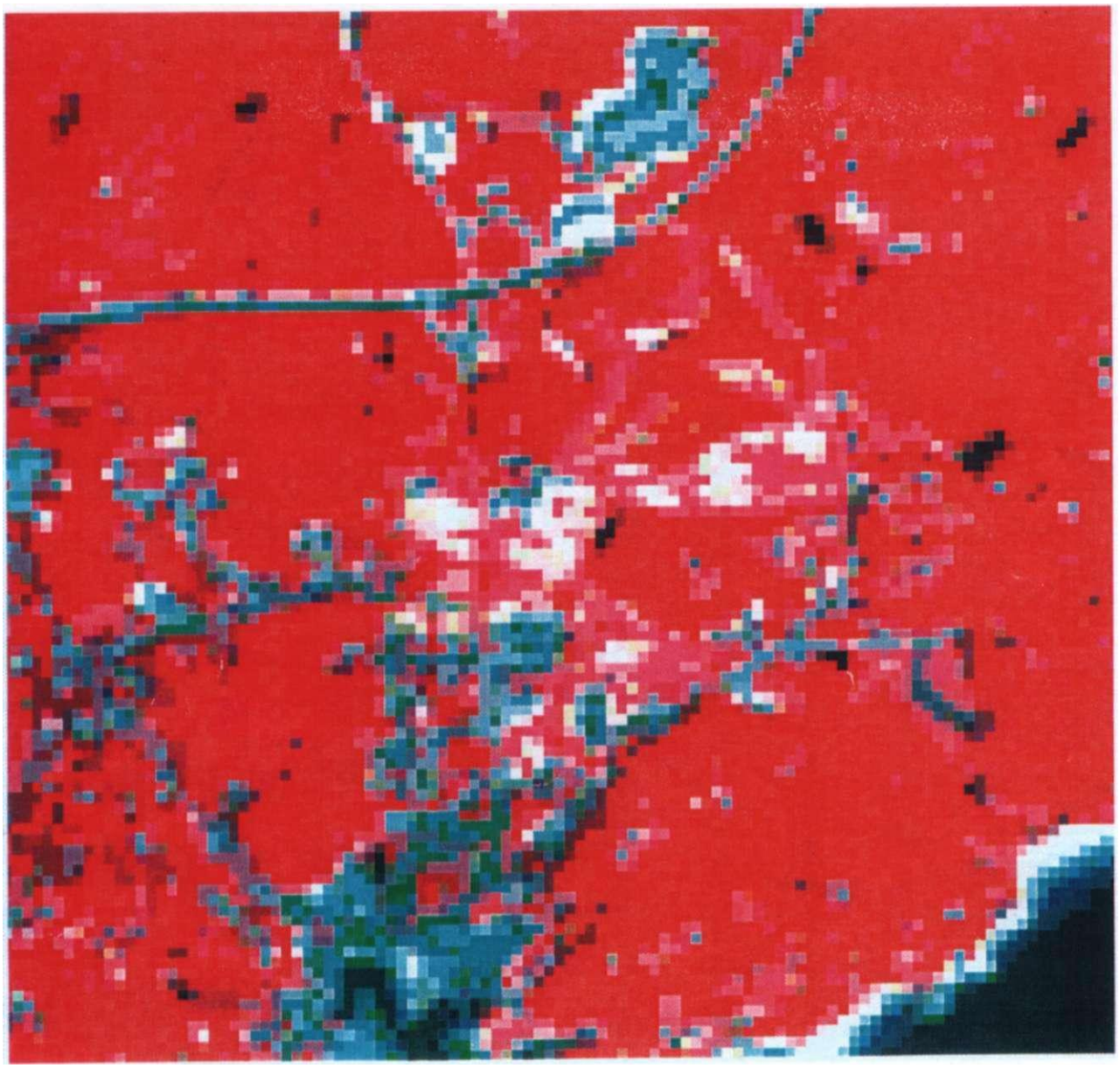
Затем обозначьте границы городских транспортных инфраструктур так, как показано на иллюстрации «Этап 2». Транс¬ портным инфраструктурам присваивается номер 93 по классификации MUC.

Обозначьте районы городских застроек так, как показано на иллюстрации «Этап 3». К городским застройкам относятся коммерческие и промышленные участки (номер 92), жилые районы (номер 91) и площадка для игры в гольф, относящаяся к категории «прочих городских застроек» (номер 94).

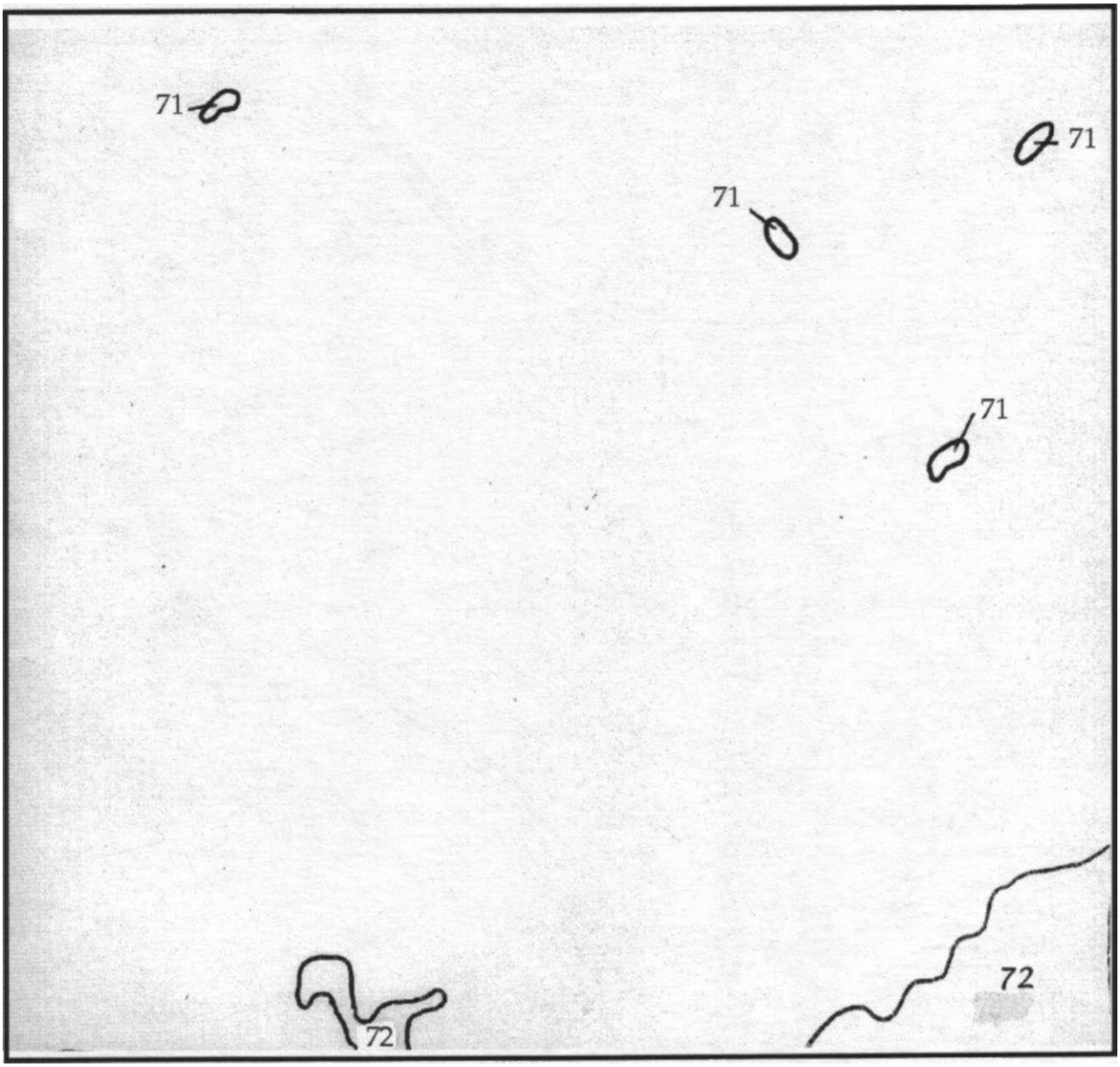
Наконец, обозначьте различные типы лес¬ного растительного покрова; например, вечнозеленые леса, типичные для восточ¬ного Массачусетса, относятся к катего¬рии 0192, смешанные леса, состоящие из хвойных и лиственных деревьев, относятся к категории 0222, а леса, состоящие в основном из лиственных деревьев, — к категории 0231 (см. иллюстрацию «Этап 4»).

Конечным результатом (см. иллюстрацию «Этап 4») является карта земного покрова района Манчестер в штате Масачусетс. В данном случае вы и учащиеся не сможете практически проверить состав земного покрова на участках, вызывающих сомнения (например, на участке карьера для добычи гравия, обозначенного вопросительным знаком на иллюстрации «Этап 3»). В ходе дальнейшей классификации земного покрова на вашем участке исследований, если учащиеся не уверены в том, к какой категории отнести тот или иной участок изображения, обсудите с ними этот вопрос и попросите учащегося, живущего рядом с вызывающим сомнения участком, практически проверить высказанные предположения. Составление карты земного покрова может занять несколько классных занятий. Попросите учащихся быть внимательными, как можно точнее обозначать границы различных типов земного покрова, замечаемых на изобра¬жении, и правильно присваивать им классификационные номера. Желаем вам успеха!

Рис. ТК-4. Изображение г. Беверли, полученное спутником La.nd.sat.



Этап 1

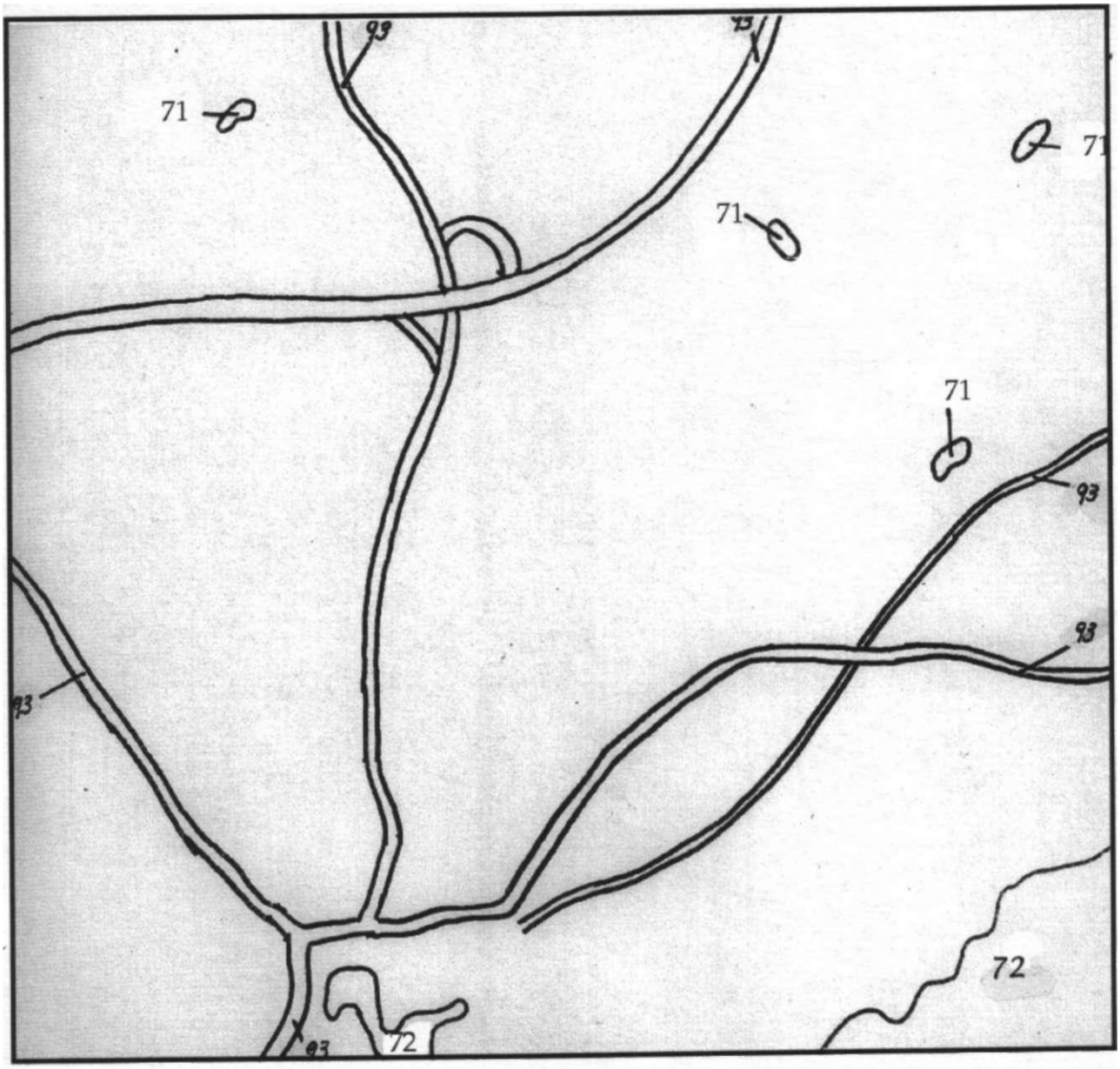


Этап 1. Обозначение границ участков, покрытых водой.

Номер 72 — Морская вода.

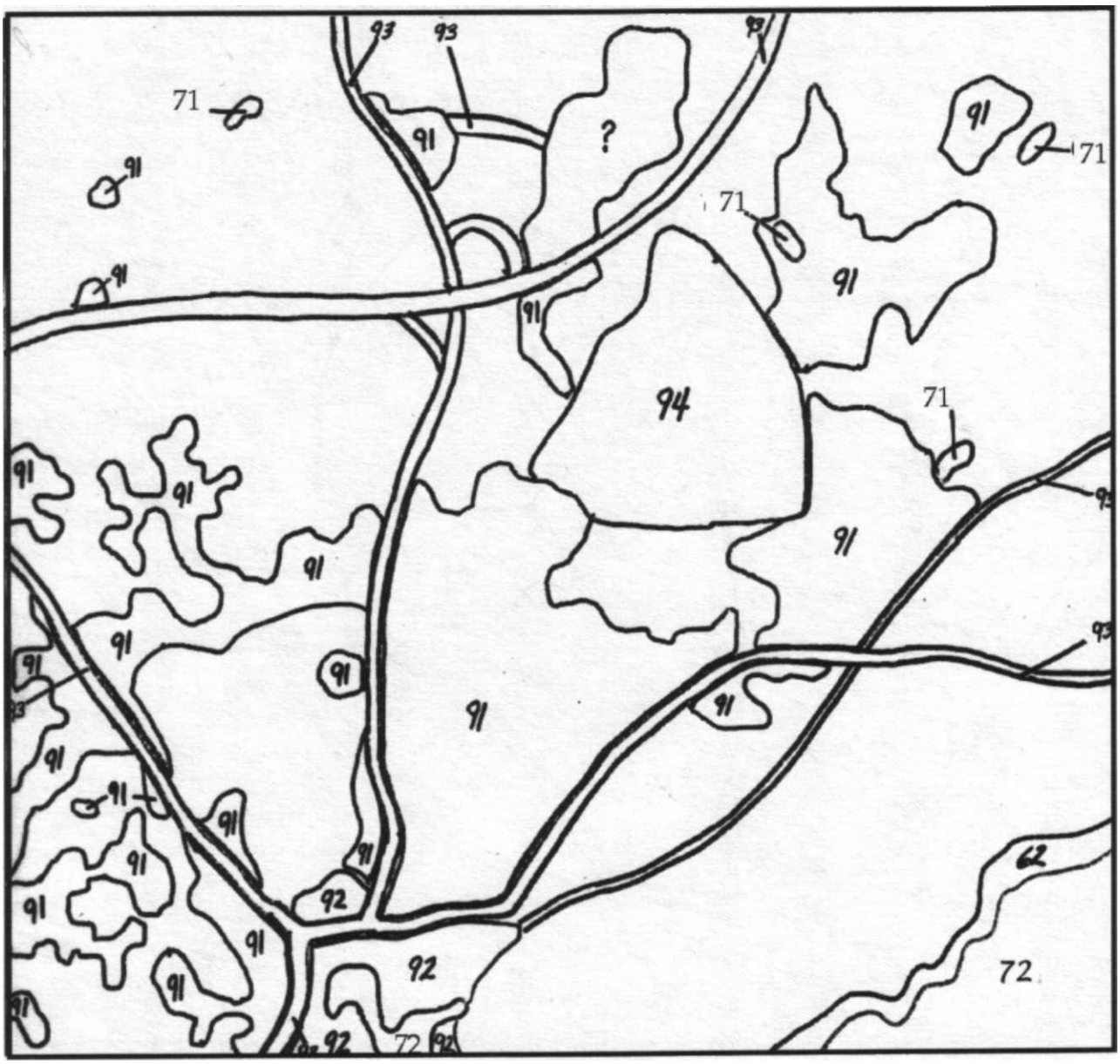
Номер 71 — Пресная вода.

Этап 2



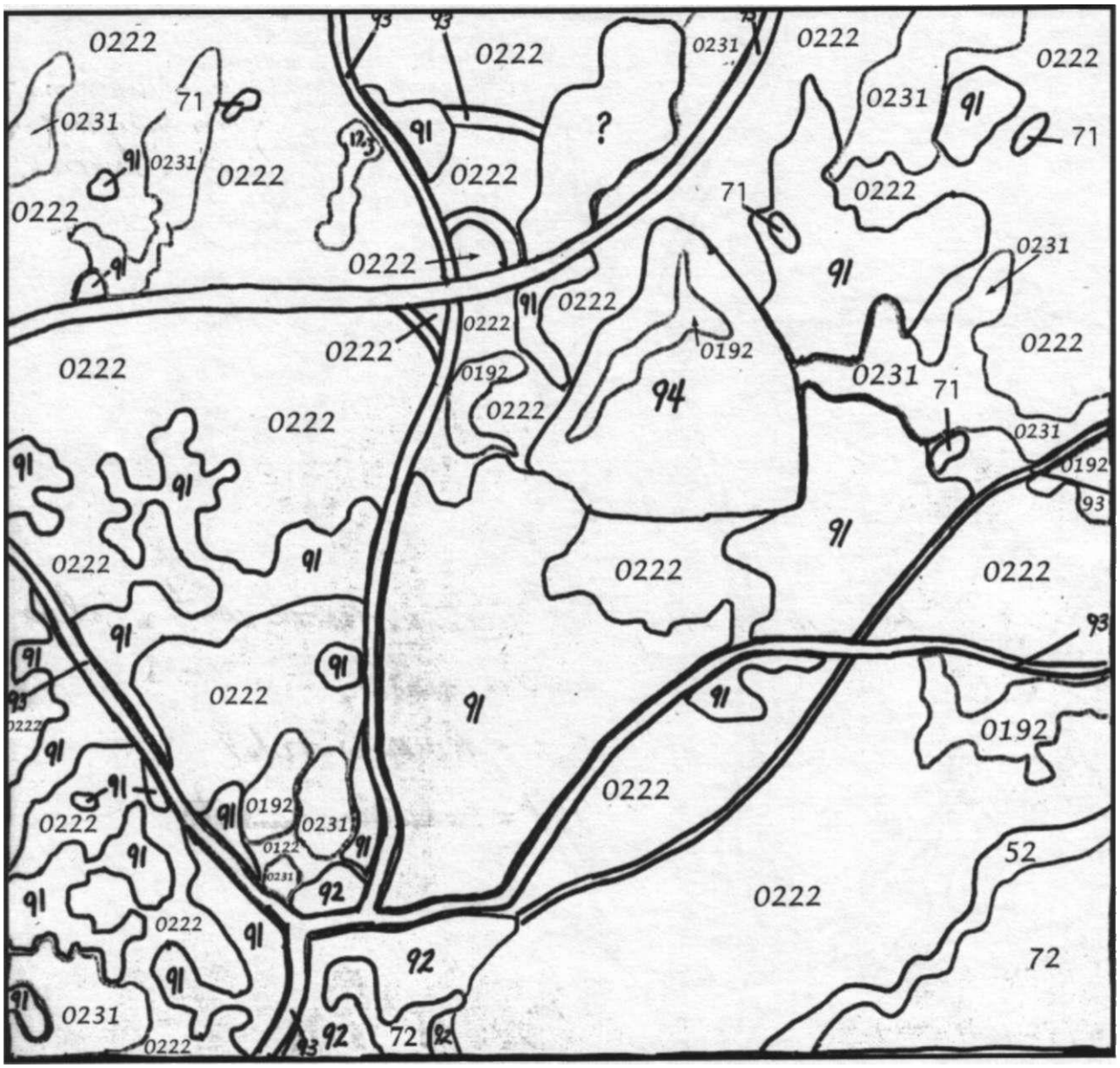
Этап 2. Обозначение границ транспортных инфраструктур (автомобильных дорог, железных дорог и т. п.).

Этап 3



Этап 3. Обозначение границ участков городских застроек (жилых районов, коммерческих и промышленных участков и т. п.). Следует отметить, что участок карьера для добычи гравия (отмеченный вопросительным знаком) выглядит, как коммерческий участок, но требуется практическое подтверждение этого предположения.

Этап 4



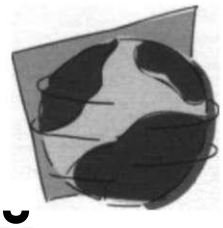
Этап 4. Обозначение границ участков с различными типами растительного покрова (окончательный этап).

Номер 0192 — Вечнозеленые деревья.

Номер 0222 — Смешанные хвойно-лиственные леса (в основном лиственные деревья, с небольшим количеством хвойных).

Номер 0231 — Лиственные леса (лиственные деревья без хвойных).

Программа MultiSpec®: основные методы обработки изображений



Пользуясь субсидией, предоставленной NASA (Национальным управлением США по аэронавтике и космическим исследованиям), Дэйвид Лэндгриб, в сотрудничестве с Исследовательским фондом им. Пурдью, разработал программное обеспечение MuMSpec (© Purdue Research Foundation), дающее возможность изучать изображения, полученные с помощью спутников, в образовательных учреждениях. Несмотря на то, что первоначально программа MultiSpec была предназначена для университетов, было показано, что она чрезвычайно способствует мотивации учащихся общеобразовательных начальных и средних школ. В настоящее время программа МиШ8респредоставляется всем желающим по лицензии исследовательского фонда им. Пердью. Вы можете пользоваться этим программным обеспечением в ходе классных занятий.

Корпорация EOSAT, по лицензии NASA, обрабатывает и распространяет изображения участков площадью 32930 кв. км, полученные с помощью спутников Landsat. Так как обработка изображений, полученных на основе спутниковых данных, — чрезвычайно сложный процесс, в настоящее время стоимость каждого спутникового изображения составляет примерно 4400 долларов США. Изображения, в том виде, в каком они распространяются, требуют дальнейшей обработки с помощью сложного компьютерного оборудования с тем, чтобы их формат позволял вести научные исследования. Изображения, получаемые участниками программы GLOBE, — части первоначальных спутниковых изображений, относящиеся к участкам площадью 9,3 x 9,3 мили (14,9 x 14,9 км), и приобретенные в образовательных целях университетами или исследовательскими институтами. Размер этих изображений ограничивается объемом дискового пространства на стандартных гибких дискетах диаметром 3,5 дюйма с высокой плотностью записи данных. Каждое из получаемых вами изображений может быть записано на один такой диск. Вам может предоставиться возможность получить спутниковые изображения местности бесплатно из государственных учреждений вашей страны или области. Для того, чтобы получить такие изображения, обратитесь в университеты, расположенные в вашем регионе, и попробуйте найти специалистов, ведущих исследования с использованием изображений, полученных с помощью спутников Landsat. Попросите этих специалистов предоставить вам часть полного спутникового изображения в формате ASCII. Они могут записать соответствующие фалы данных в формате MS-DOS с помощью своих АРМ, после чего вы можете скопировать эти файлы на внутренний диск своего совместимого с IBM персонального компьютера (или компьютера Macintosh, если на нем установлен универсальный дисковод, позволяющий считывать дискеты в формате MS-DOS).

Требования к компьютерному оборудованию пользователей программы MultiSpec®

Для того, чтобы пользоваться программой MultiSpec на компьютере Macintosh, необходимо иметь в своем распоряжении внутренний жесткий диск, как минимум 2 мегабайта (2000K) оперативной памяти (RAM) и цветной монитор. Такая конфигурация оборудования позволяет выбирать 8-битовый режим обработки цветных изображений. Для того, чтобы пользоваться 24-битовым режимом обработки цветных изображений, требуется как минимум 4 мегабайта (4000K) оперативной памяти. 24-битовые цветные изображения позволяют лучше распознавать детали изображений на дисплее. Если ваш компьютер Macintosh позволяет пользоваться виртуальной (дисковой) оперативной памятью, и если вам нетрудно пользоваться такой памятью, можно включить режим виртуальной памяти, хотя это и не обязательно.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВАРИАНТ

Для того, чтобы пользоваться программой на персональном компьютере, совместимом с IBM, требуется процессор Intel 386, Intel 486 или Pentium, жесткий диск с записанным на нем программным обеспечением операционной системы MS-Windows версии 3.0 или более поздней версии и цветной монитор. Рекомендуется использовать монитор типа SVGA, позволяющий получать изображения самого высокого качества.

Получение программного обеспечения MultiSpec

Программное обеспечение и документацию к программе можно загрузить с помощью сети Internet, вызвав следующий адрес (URL):

http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/

Программу можно также заказать по электронной почте, обратившись по следующему адресу:

landgreb@ecn.purdue.edu

Существуют четыре версии программы, одна из которых предназначена для пользователей компьютеров Power Macintosh и Macintosh с математическими сопроцессорами обработки чисел с плавающей десятичной точкой, другая — для пользователей компьютеров Macintosh без математических сопроцессоров, третья — для пользователей IBM-совместимых персональных компьютеров с математическими сопроцессорами, и четвертая — для пользователей IBM-совместимых персональных компьютеров без математических сопроцессоров. Если вы не знаете, установлен ли математический сопроцессор обработки чисел с плавающей десятичной точкой на вашем компьютере Macintosh, получите обе версии программы для компьютеров Macintosh. Пользователи IBM-совместимых компьютеров могут без труда узнать, установлены ли на их компьютерах математические сопроцессоры.

Предусмотрены отдельные инструкции по установке и использованию программного обеспечения MultiSpec© для пользователей компьютеров Macintosh и IBM-совместимых компьютеров. Ниже приводятся инструкции для пользователей компьютеров Macintosh. Инструкции для пользователей IBM-совместимых компьютеров начинаются на странице 63 настоящего раздела «Комплект приборов и материалов».

Установка программы MultiSpec® на компьютере Macintosh

Примечание. Если у вас нет опыта использования компьютера Macintosh, рекомендуется затратить несколько минут на ознакомление с основными функциями этого компьютера. Один из простейших способов ознакомления с функциями компьютера Macintosh — использование учебной программы для пользователей компьютеров Macintosh (Learning to Use Your Macintosh), поставляемой вместе с компьютером.

Если вы — опытный пользователь, быстро просмотрите те из следующих разделов, в которых обсуждаются установка и варианты использования компьютерной памяти, чтобы скопировать надлежащие файлы на жесткий диск, после чего перейдите к материалу, начинающемуся с заголовка «Изучение спутникового изображения».

- Включите компьютер.
- Откройте окно со списком содержания жесткого диска (если оно уже не открыто), выбрав двойным щелчком мыши пиктограмму жесткого диска.
- Вызовите падающее меню «Файл» (File) и выберите функцию «Новый каталог» (New Folder). На экране должен появиться новый каталог без заголовка (Untitled folder). Убедившись в том, что слова «Untitled folder» выделены черным цветом, замените их заголовком «MultiSpec Folder», после чего нажмите клавишу возврата (Return).

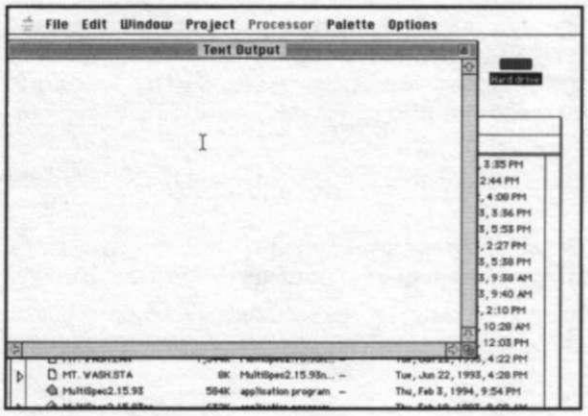
Если ваш компьютер не оборудован математическим сопроцессором или если вы не знаете, установлен ли такой сопроцессор, выполните следующие операции.

- Вставьте в дисковод дискету с надписью «MultiSpecxx.xx.xxnc Disk» на ярлыке. (Символами xx.xx.xx обозначается та или иная текущая версия программного обеспечения MultiSpec. Любая ссылка на определенную версию программы, например, «MultiSpec2.15.93», приводится только в качестве примера в целях обучения и не обязательно соответствует фактической текущей версии программы.)
- Выберите двойным щелчком мыши пиктограмму в окне дискеты MultiSpecxx.xx.xxnc. Версия MultiSpecxx.xx.xxnc предназначена для компьютеров без математического сопроцессора. Результирующий экран должен походить на пояснительную схему, приведенную на следующей странице.

- Скопируйте файл MultiSpecxx.xx.xxnc в каталог MultiSpec Folder, который вы создали на жестком диске. Для того, чтобы скопировать файл, выберите пиктограмму файла одним щелчком мыши, и, не отпуская нажатую кнопку мыши, перетащите пиктограмму файла в окно каталога MultiSpec Folder. Если на дискете записаны какие-либо файлы с расширением имени PRF, в их копировании нет необходимости (файлы с расширением имени PRF содержат используемые в учебных целях изображения, ссылки на которые приведены в полной версии руководства для пользователей программы MultiSpec исследовательского фонда им. Пердью; эти файлы не используются в настоящем учебном пособии).
- Закройте окно дискеты MultiSpecxx.xx.xxnc, выбрав щелчком мыши квадрат в верхнем левом углу окна.
- Выдвиньте дискету MultiSpecxx.xx.xxnc из дисковода, выбрав щелчком мыши пиктограмму дискеты MultiSpecxx.xx.xxnc и перетащив ее в «корзину» (Trash).
- Запустите прикладную программу MultiSpecxx.xx.xxnc, выбрав двойным щелчком мыши каталог MultiSpec Folder в окне жесткого диска и выбрав двойным щелчком мыши пиктограмму программы MultiSpecxx.xx.xxnc в этом каталоге.

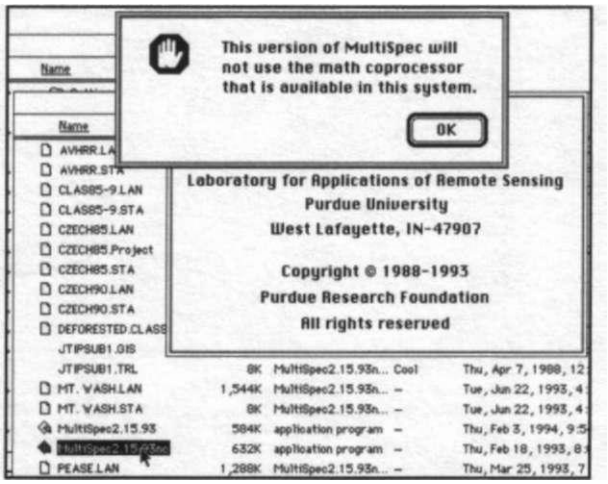
Запуск программы должен привести к одному из двух результатов.

А. Если на вашем компьютере не установлен математический сопроцессор, экран программы откроется без задержки (см. иллюстрацию ниже).



Появление такого экрана означает, что вы успешно установили программу МиШБрес. Перейдите к разделу под заголовком «Выход из программы».

Б. Если на вашем компьютере установлен математический сопроцессор, на экране появится сообщение, показанное на приведенной ниже иллюстрации.



Если появится это сообщение, нажмите щелчком мыши кнопку «OK». Если появится экран, изображенный выше (вариант А), вызовите падающее меню «Файл» (File) и выберите функцию выхода из программы (Quit).

Выберите щелчком мыши пиктограмму программы MultiSpec в окне каталога MultiSpec Folder и перетащив ее в «корзину» (Trash).

Закройте окно каталога MultiSpec Folder, выбрав щелчком мыши квадрат в верхнем левом углу окна.

Теперь вы знаете, установлен ли на вашем компьютере математический сопроцессор. Выполните приведенные ниже указания.

Если вы знаете, что на вашем компьютере установлен математический сопроцессор, выполните следующие операции.

- Вставьте в дисковод дискету с надписью «MultiSpecFatxx.xx.xx Disk».
- Выберите двойным щелчком мыши пиктограмму дискеты MultiSpecFatxx.xx.xx Disk, чтобы открыть окно этой дискеты. MultiSpecFatxx.xx.xx — предназначенная для компьютеров с математическими сопроцессорами версия программы MultiSpec. На дисплее

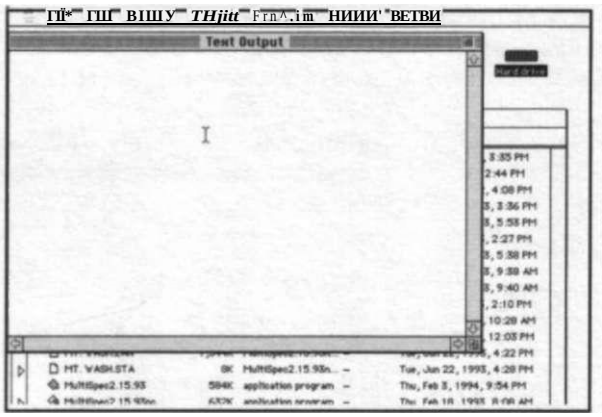
вашего компьютера должен появиться экран, сходный с пояснительной схемой, приведенной на предыдущей странице.

- Скопируйте файл MultiSpecFatxx.xx.xx в каталог MultiSpec Folder, который вы создали на жестком диске. Для того, чтобы скопировать файл, выберите пиктограмму файла одним щелчком мыши, и, не отпуская нажатую кнопку мыши, перетащите пиктограмму файла в окно каталога MultiSpec Folder. Если на дискете записаны какие-либо файлы с расширением имени PRF, в их копировании нет необходимости (файлы с расширением имени PRF содержат используемые в учебных целях изображения, ссылки на которые приведены в полной версии руководства для пользователей программы MultiSpec исследовательского фонда им. Пурдью; эти файлы не используются в настоящем учебном пособии).

- Закройте окно дискеты MultiSpecFatxx.xx.xx, выбрав щелчком мыши квадрат в верхнем левом углу окна.

- Выдвиньте дискету MultiSpecFatxx.xx.xx из дисковода, выбрав щелчком мыши пиктограмму дискеты MultiSpecFatxx.xx.xx и перетащив ее в «корзину» (Trash).

Запустите прикладную программу MuMSpecFatxx.xx.xx, выбрав двойным щелчком мыши каталог MultiSpec Folder в окне жесткого диска и выбрав двойным щелчком мыши пиктограмму программы MultiSpecFatxx.xx.xx в этом каталоге.



- Если экран на дисплее вашего компьютера выглядит похожим на иллюстрацию, приведенную на предыдущей странице, вы успешно установили программу MultiSpec.

Выход из программы

Теперь вы знаете, как запускается программа. Выйдите из программы, чтобы скопировать спутниковые изображения и выбрать надлежащий вариант адресации памяти.

- Вызовите падающее меню «Файл» (File) и выберите функцию выхода из программы (Quit).

Копирование изображений, полученных с помощью спутников LANDSAT

Вставьте в дисковод дискету с надписью Beverly.MA Disk на ярлыке.

Выберите двойным щелчком мыши пиктограмму дискеты Beverly.MA, чтобы открыть ее окно.

Выберите щелчком мыши пиктограмму файла BEVERLY,MA.LAN и перетащите ее в окно каталога MultiSpec на жестком диске, чтобы скопировать этот файл на жесткий диск.

Выберите щелчком мыши пиктограмму файла BEVERLY.MA.STA и перетащите ее в окно каталога MultiSpec на жестком диске, чтобы скопировать этот файл на жесткий диск.

Закройте окно дискеты Beverly.MA, выбрав щелчком мыши поле в верхнем левом углу этого окна.

- Выберите щелчком мыши пиктограмму дискеты Beverly,MA и перетащите ее в «корзину» (Trash), чтобы выдвинуть дискету из дисковода.
- Важно проследить затем, чтобы файлы с расширением имени .LAN и файлы с расширением имени .STA находились в окне каталога MultiSpec на жестком диске. В файле с расширением имени .STA содержатся статистические данные, появляющиеся на дисплее вместе с соответствующими изображениями.

Варианты компьютерной памяти

Полученные вами программы MultiSpec рассчитаны на пользователей компьютеров с объемом оперативной памяти (RAM) 2 мегабайта (2000K). Такой объем памяти достаточен для получения 8-битовых цветных изображений. Если объем оперативной памяти вашего компьютера Macintosh составляет менее 4 мегабайтов, или если вы предпочитаете не изменять адресацию памяти, вы можете пропустить инструкции, приведенные в этом разделе.

Если вы желаете изменить объем оперативной памяти, присвоенный программе, выполните следующие операции.

Убедитесь в том, что вы вышли из программы MultiSpec.

Если окно каталога MultiSpec Folder не открыто, откройте его, выбрав щелчком мыши стрелку слева от надписи «MultiSpec Folder» в каталоге жесткого диска. Эта стрелка повернется вниз, и под ней появится список содержимого каталога. Выберите ОДНИМ щелчком мыши пиктограмму программы MultiSpec в каталоге жесткого диска. НЕ ВЫБИРАЙТЕ пиктограмму программы двойным щелчком мыши, потому что в данном случае запуск программы не требуется. Требуется лишь выделить пиктограмму программы с ее наименованием.

Выделив пиктограмму программы MultiSpec, вызовите падающее меню «Файл» (File) и вызовите окно справочной информации (Get Info). На экране должно появиться окно, изображенное на следующей иллюстрации.

В графе «Память» (Memory), на которое указывает небольшая стрелка на иллюстрации, замените значение текущего объема оперативной памяти, присвоенной программе (Current Size); введите значение «4000» K.

Закройте окно Get Info. Теперь программа готова к работе.

Изучение спутникового изображения

Требуемые материалы и оборудование

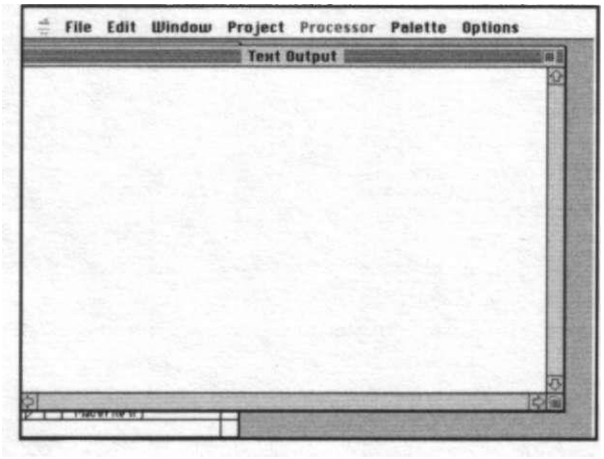
Компьютер Macintosh с файлом BEVERLY.MA.LAN, скопированным на жесткий диск.

Подготовка

Включив компьютер, откройте окно жесткого диска, выбрав пиктограмму жесткого диска двойным щелчком мыши.

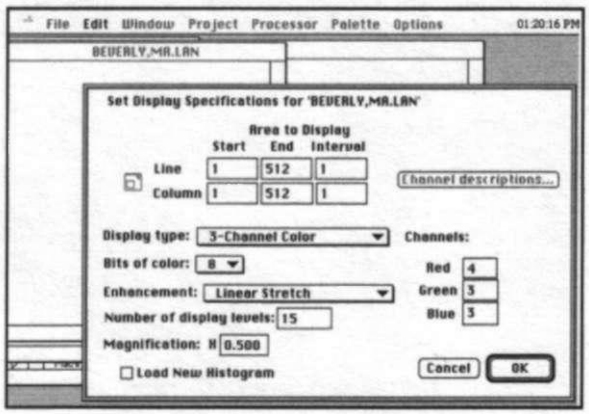
Откройте окно каталога MultiSpec Folder, выбрав его двойным щелчком мыши.

Запустите программу MultiSpec, выбрав пиктограмму MultiSpecFatxx.xx.xx (или MultiSpecxx.xx.xxnc) двойным щелчком мыши. На дисплее должно появиться окно под заголовком «Вывод текста» (Text Output). Появившийся экран должен походить на приведенную ниже иллюстрацию.



Вызовите падающее меню «Файл» (File) и выберите функцию «Открыть изображение» (Open Image). Выберите двойным щелчком мыши имя файла BEVERLY.MA.LAN, содержащего изображение, полученное с помощью спутника Landsat.

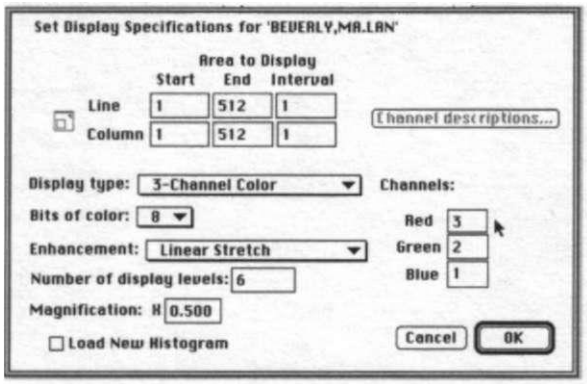
На экране должно появиться диалоговое окно под заголовком «Установка параметров дисплея для файла BEVERLY,MA.LAN» (Set Display Specifications for 'BEVERLY,MA.LAN').



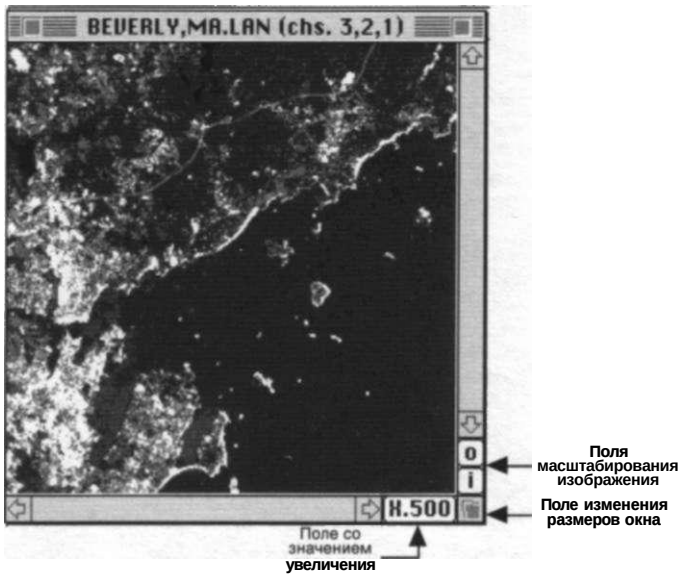
Выберите щелчком мыши элемент окна, озаглавленный «Тип дисплея» (Display type), и убедитесь в том, что выбран трехканальный цветной монитор (3-Channel Color).

Не изменяйте 8-битовый режим обработки изображения (Bits of color: 8)! (Если вы присвоили программе объем оперативной памяти, превышающий стандартный объем, и ваш компьютер поддерживает 24-битовый режим обработки изображений, вы можете выбрать щелчком мыши элемент окна «Цветовые биты» (Bits of Color) и выбрать значение «24»), Если вы выберете 24-битовый режим обработки изображений, не располагая достаточным объемом присвоенной программе оперативной памяти, на экране появится сообщение «Имеющийся объем памяти недостаточен» (Not enough memory is available), и вы столкнетесь с проблемами при просмотре изображений на экране. Это сообщение относится не к общему объему памяти, установленной в компьютере, а к объему памяти, присвоенной данной программе.

Перейдя к элементу окна «Каналы» (Channels), введите значение «3» в графе «Красный» (Red), значение 2 в графе «Зеленый» (Green) и значение «1» в графе «Синий» (Blue), после чего выберите щелчком мыши кнопку «OK». ПРИМЕЧАНИЕ. ФУНКЦИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СТИРАНИЯ ПРЕДЫДУЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА МОЖЕТ НЕ ВЫПОЛНЯТЬСЯ ЭТОЙ ПРОГРАММОЙ. Для того, чтобы отредактировать значение каждого из цветовых параметров, выберите щелчком мыши пространство слева от числового значения и, не отпуская нажатую кнопку мыши, перетащите курсор вправо или выберите элемент со значением двойным щелчком мыши. Это приведет к выделению на экране значения, которое вы желаете изменить. После того, как значение будет выделено, отпустите кнопку мыши. Если значение будет выделено, введите число, которым вы желаете заменить выделенное значение. Для того, чтобы переходить от одного элемента окна к другому, можно пользоваться клавишей табуляции (Tab).



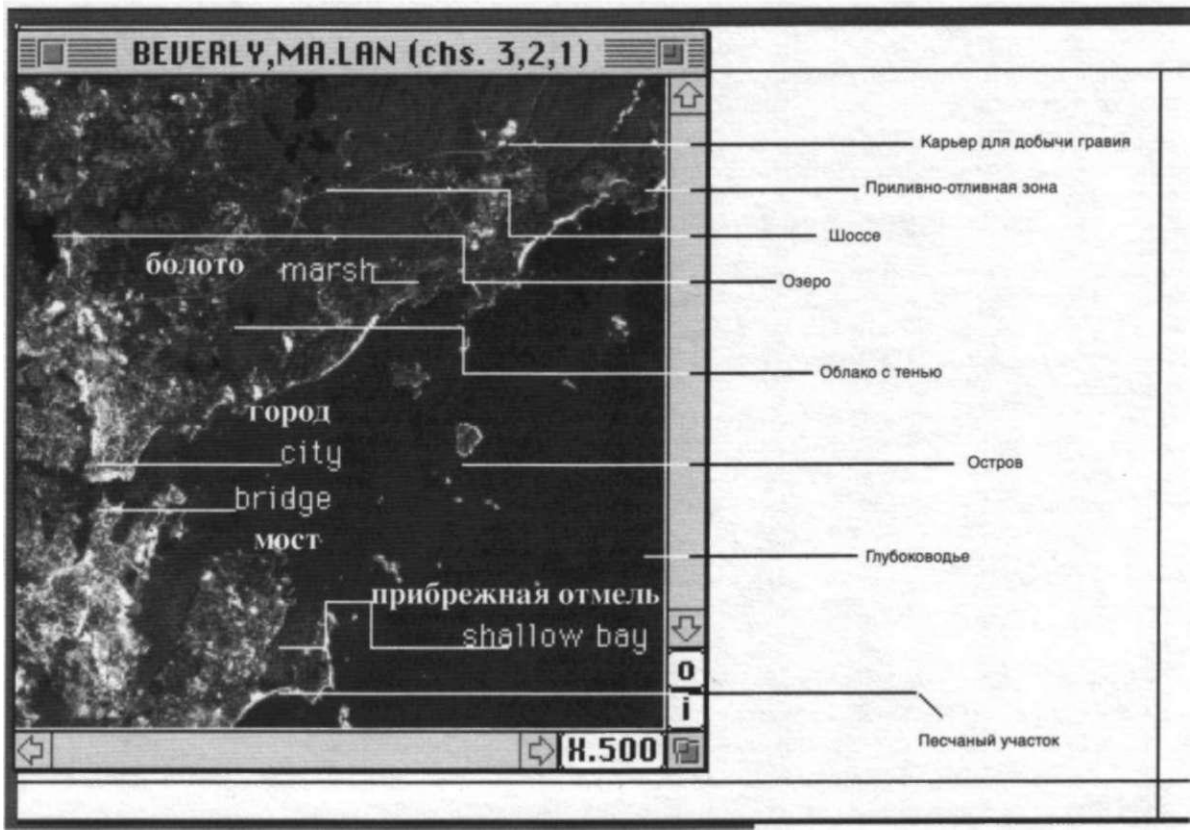
Выберите щелчком мыши кнопку «OK». В левой верхней части экрана должно появиться спутниковое изображение. При увеличении X.500 все изображение должно помещаться на экране.



Для того, чтобы увеличить размер окна, выберите щелчком мыши квадратное поле изменения размеров окна в нижнем правом углу окна и перетащите это поле вправо и вниз. В нижней правой части окна с изображением, слева от углового поля изменения размеров окна, находится поле со значением увеличения, в котором указано значение «X.500».

Выберите это поле щелчком мыши. После этого в поле появится значение «X1.O», а изображение должно увеличиться и заполнить или почти заполнить окно просмотра, в зависимости от размеров окна с изображением. Если диагональ экрана вашего монитора меньше 17 дюймов (43,2 см) для просмотра всего изображения может потребоваться его перемещение вверх и вниз с помощью стрелок прокрутки.

1. Попытайтесь распознать на изображении дороги, мосты, озера, городки, лесистые участки, пляжи, болотистые прибрежные участки и мелководные прибрежные участки океана. Какие другие объекты вы распознаете на изображении?



2. *Масштабирование изображения*

Непосредственно над полем изменения размеров окна в нижнем правом углу находятся два небольших квадратных поля, обозначенные буквами «o» и «Ь>. Это поля масштабирования, позволяющие вам увеличивать и уменьшать масштаб просматриваемого изображения. Обратите внимание на поле со значением увеличения «X1.0» в нижнем правом углу окна просмотра. Нажмите на поле «Ь> одним щелчком мыши. Затем нажмите на это поле несколько раз подряд. В конечном счете вы увидите изображение, состоящее, наподобие мозаики, из отдельных квадратов (пикселов). Наблюдайте за изменением значений в поле значений увеличения по мере того, как вы нажимаете на поля «1» и «o». По мере увеличения и уменьшения изображения в этом поле изменяется значение коэффициента увеличения. Появление значения «X1.0» соответствует просмотру всего изображения целиком. Перед тем, как перейти к этапу 3, нажмите щелчком мыши на поле значений увеличения. На экране должно появиться все изображение, а в поле значений увеличения появится значение «X1.0».

Вопросы

а) Как изменяется длина объектов, когда вы увеличиваете масштаб изображения и когда вы уменьшаете его?

Ответ. Длина объектов увеличивается и уменьшается пропорционально масштабу изображения.

б) Какую информацию вы получаете, увеличивая или уменьшая масштаб изображения? Какая информация при этом теряется?

Ответ. Увеличивая изображение, вы можете сосредоточить внимание на участке меньшей площади. В конечном счете изображение становится мозаикой отдельных пикселов. Уменьшая изображение, вы можете одновременно рассматривать участки большей площади.

Для того, чтобы вернуться к полномасштабному изображению, нажмите щелчком мыши на поле значений увеличения. После этого в нем должно появиться значение «X1.0».

3. Поля масштабирования изображения

Вы можете увеличивать изображение определенного участка, обводя его рамкой и пользуясь полями масштабирования. Поместите курсор мыши в верхнем левом углу участка, который вы желаете обвести рамкой, после чего нажмите кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите курсор мыши вправо и вниз. Обведя рамкой интересующий вас участок, отпустите кнопку мыши. Обратите внимание на то, что выбранный вами участок обрамлен пунктирными линиями. Нажмите щелчком мыши на поле увеличения изображения (i). Вы можете продолжать увеличение выбранного участка, последовательно нажимая щелчками мыши на поле Что вы наблюдаете? Если рамка, которой вы обвели участок, была не квадратной, наблюдается ли изменение пропорций изображения при увеличении? Постарайтесь обосновать ваш ответ.

Ответ. Пропорции элементов изображения не изменяются. Длины всех объектов изменяются пропорционально. Форма объектов остается неизменной при изменении их размеров.

Для того, чтобы увеличить или уменьшить изображение на одну десятую текущего масштаба каждый раз, когда вы нажимаете щелчком мыши на поле увеличения или уменьшения, нажимайте клавишу «Option» перед тем, как вы нажимаете на поле увеличения A) или уменьшения (o).

Для того, чтобы вернуться к полномасштабному изображению, нажмите щелчком мыши на поле значений увеличения. После этого в нем появится значение «X1.0».

4. Панорамирование

Для того, чтобы перемещать изображение на экране, предварительно нажмите клавишу «Option». При этом на экране появится пиктограмма руки. Нажав кнопку мыши и не отпуская ее, перемещайте мышь; изображение будет перемещаться по экрану вместе с курсором мыши (пиктограммой руки). Так же, как и в любых других прикладных программах для компьютеров Macintosh, вы можете также панорамировать изображение с помощью полос прокрутки со стрелками, обрамляющих окно снизу и справа.

(Для того, чтобы выйти из программы, вы можете в любое время вызвать меню «Файл» (File) и выбрать функцию «Выход» (Quit). Перед тем, как выбирать функцию выключения компьютера (Shut Down) в меню специальных функций (Special), закрывайте все окна, остающиеся открытыми.)

Изучение цветов на спутниковом изображении

Вывод изображения на дисплей

В меню «Процессор» (Processor) выберите функцию вывода изображения на дисплей (Display Image).

Пожалуйста, прочтите следующее описание цветов и изображений, полученных с помощью спутников Landsat. Электронно-лучевая трубка компьютерного монитора испускает пучки, формирующие красный, зеленый и синий цвета не покрытии экрана. Каждый из этих цветов окрашивает, с различной интенсивностью, каждый из пикселов изображения на экране; в результате сочетания этих цветов образуются различные цветовые оттенки. «Каналами» (channels), которые иногда называются «полосами пропускания» (bands), называются частотные полосы света, отраженного объектами на изображении, регистрируемые оборудованием спутника В полосе 1 отражается синий свет, в полосе 2 — зеленый свет, и в полосе 3 — красный свет. Красный, синий и зеленый — первичные цвета видимого спектра. Различные оттенки цветов образуются на экране в результате смешивания красного, зеленого и синего различной интенсивности электронно-лучевой трубкой компьютерного монитора. Например, сочетание красного и зеленого одинаковой интенсивности приводит к формированию желтого цвета, сочетание синего и зеленого одинаковой интенсивности приводит к формированию сине-зеленого цвета, а сочетание синего и красного одинаковой интенсивности — к формированию малинового цвета. В полосах 4 и 5 регистрируется свет, отраженный, соответственно, в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

Мы будем пользоваться следующими значениями пропускания красного, зеленого и синего (каналов RGB) с тем, чтобы получать различные сочетания каналов (полос пропускания).

Изображения в истинных цветах. Следующее сочетание полос пропускания позволяет получать изображения в истинных цветах, т. е. такое изображение, которое регистрировалось бы глазами наблюдателя, смотрящего на Землю из космоса.

Красный	3 (полоса пропускания красного света в видимом диапазоне)
Зеленый	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)
Синий	1 (полоса пропускания синего света в видимом диапазоне)

Другие сочетания полос пропускания позволяют получать изображения, которые человеческий глаз регистрировать не может. Такие изображения называются «изображениями в ложных цветах». Введите следующие сочетания значений полос пропускания и пронаблюдайте за результирующими изменениями.

А. Следующее сочетание полос пропускания имитирует инфракрасные аэрофотографии. Растительный покров, отражающий большое количество инфракрасного излучения, выделяется ярко-красным цветом при использовании этого сочетания полос пропускания. Поэтому такое сочетание полезно при изучении лесов.

Красный	4 (полоса пропускания света в ближнем инфракрасном диапазоне)
Зеленый	3 (полоса пропускания красного света в видимом диапазоне)
Синий	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)

Б. Следующее сочетание полос пропускания особенно полезно для распознавания лесов и степей. Хвойные леса выделяются на таких изображениях темно-зеленым цветом, лиственные леса — средним (центральным) оттенком зеленого, а степи и луга — светло-зеленым или желтовато-зеленым оттенком.

Красный	5 (полоса пропускания света в среднем инфракрасном диапазоне)
Зеленый	4 (полоса пропускания света в ближнем инфракрасном диапазоне)
Синий	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)

Выполняя следующие операции, пользуйтесь компьютерным изображением, содержащимся в файле BEVERLY.MA.LAN.

Определите расположение объектов, перечисленных в таблице на следующей странице, пользуясь каждым из указанных сочетаний полос пропускания красного, зеленого и синего света (RGB). Зарегистрируйте цвет каждого из этих объектов, наблюдаемый при использовании каждого сочетания полос пропускания. Сочетания полос пропускания обозначаются кодами; например, кодом RGB 321 обозначается сочетание, при котором канал 3 присваивается источнику красного цвета в электронно-лучевой трубке, канал 2 — источнику зеленого цвета, и канал 1 — источнику синего цвета. ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ ВЫБОР СОЧЕТАНИЯ ПОЛОС ПРОПУСКАНИЯ, ВЫЗОВИТЕ ПАДАЮЩЕЕ МЕНЮ «ПРОЦЕССОР» (PROCESSOR) И ВЫБЕРИТЕ ФУНКЦИЮ ВЫВОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ДИСПЛЕЙ (DISPLAY IMAGE).

Советы по устранению проблем

Если вы вызовете падающее меню «Файл» (File) и по ошибке выберете уже открытое изображение, вам придется исправить значения ВСЕХ параметров, а не только значения цветовых полос пропускания. Для того, чтобы правильно задать значения параметров, необходимо вернуться к инструкциям, приведенным в разделе «Подготовка».

Если вы увидите очень маленькое изображение, значит, вы выбрали по ошибке небольшой участок изображения и вывели его на дисплей. В меню «Процессор» (Processor) выберите функцию вывода изображения на дисплей (Display Image). Нажмите щелчком мыши на небольшое полу в верхнем левом углу, слева от слов «Строка» (Line) и «Столбец» (Column). Это приведет к возвращению на дисплей первоначального изображения площадью 512 x 512 пикселов.

Заполните следующую таблицу, регистрируя цвет каждого из перечисленных объектов, наблюдаемый при использовании каждого из сочетаний полос пропускания.

	RGB 321	RGB 432	RGB 542
Пляжи			
Шоссе			
Лесистые участки			
Океан			
Города, поселки			

Испробуйте другие сочетания полос пропускания и запишите результаты ваших наблюдений.

Определите расположение объектов, перечисленных в таблице на следующей странице, пользуясь каждым из указанных сочетаний полос пропускания красного, зеленого и синего света (RGB). Зарегистрируйте цвет каждого из этих объектов, наблюдаемый при использовании каждого сочетания полос пропускания. Сочетания полос пропускания обозначаются кодами; например, кодом RGB 321 обозначается сочетание, при котором канал 3 присваивается источнику красного цвета в электронно-лучевой трубке, канал 2 — источнику зеленого цвета, и канал 1 — источнику синего цвета. ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ ВЫБОР СОЧЕТАНИЯ ПОЛОС ПРОПУСКАНИЯ, ВЫЗОВИТЕ ПАДАЮЩЕЕ МЕНЮ «ПРОЦЕССОР» (PROCESSOR) И ВЫБЕРИТЕ ФУНКЦИЮ ВЫВОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ДИСПЛЕЙ (DISPLAY IMAGE).

Советы по устранению проблем

Если вы вызовете падающее меню «Файл» (File) и по ошибке выберете уже открытое изображение, вам придется исправить значения ВСЕХ параметров, а не только значения цветовых полос пропускания. Для того, чтобы правильно задать значения параметров, необходимо вернуться к инструкциям, приведенным в разделе «Подготовка».

Если вы увидите очень маленькое изображение, значит, вы выбрали по ошибке небольшой участок изображения и вывели его на дисплей. В меню «Процессор» (Processor) выберите функцию вывода изображения на дисплей (Display Image). Нажмите щелчком мыши на небольшое полу в верхнем левом углу, слева от слов «Строка» (Line) и «Столбец» (Column). Это приведет к возвращению на дисплей первоначального изображения площадью 512 x 512 пикселов.

Заполните следующую таблицу, регистрируя цвет каждого из перечисленных объектов, наблюдаемый при использовании каждого из сочетаний полос пропускания.

	RGB 321	RGB 432	RGB 542
Пляжи			
Шоссе			
Лесистые участки			
Океан			
Города, поселки			

Испробуйте другие сочетания полос пропускания и запишите результаты ваших наблюдений.

Справочная страница

Полосы пропускания в программе MultiSpec и их применение

Полоса пропускания	Основное применение
1 Синий свет в видимом диапазоне	Полезен для картографирования прибрежных вод, картографирования типов лесной растительности, распознавания типов почв и растений и идентификации искусственных объектов, таких, как дороги и здания
2 Зеленый свет в видимом диапазоне	Полезен для распознавания различных типов растительности, определения санитарного состояния растений и идентификации искусственных объектов
3 Красный свет в видимом диапазоне	Полезен для распознавания видов растений и идентификации искусственных объектов
4 Излучение в ближнем инфракрасном диапазоне	Полезно для определения типов растительности, санитарного состояния растений и распознавания границ водоемов
5 Излучение в среднем инфракрасном диапазоне влаги	Полезно для распознавания снежного покрова и облаков, а также для определения содержания в растительном покрове и почве
6 Тепловое инфракрасное излучение	(Не регистрируется на изображениях, полученных с помощью спутников Landsat и обработанных с целью записи на дискеты.) Полезно для определения относительной температуры поверхности и содержания влаги в почве
7 Излучение в среднем инфракрасном диапазоне с длиной волны, превышающей длину целью волны в полосе пропускания 5	(Не регистрируется на изображениях, полученных с помощью спутников Landsat и обработанных с записи на дискеты.) Полезно для распознавания различных минералов и пород, а также для определения количества удерживаемой растениями влаги

Источник: Томас М. Лиллсэнд и Ралф У. Кифер [Lillesand, Thomas M. & Kiefer, Ralph W.] 1987, «Дистанционная регистрация изображений и их интерпретация» [«Remote Sensing and Image Interpretation*], 2-е изд., Нью-Йорк, издательство John Wiley and Sons, стр. 567.

Раскрашивание мира

Предварительное чтение

Вы уже экспериментировали с изменением расцветки компьютерного изображения. По мере изменения сочетаний цветов различные объекты выделяются тем или иным цветом или становятся неразличимыми, когда они сливаются с окружающими объектами того же цвета. Пять каналов (полос пропускания), используемых в программе обработки компьютерных изображений MultiSpec, соответствуют данным, зарегистрированным в пяти различных частотных полосах спектра электромагнитного излучения. В каждой из этих пяти полос пропускания оборудование спутника Landsat 5 регистрирует отраженный свет или отраженное излучение и присваивает каждому пикселу изображения значение коэффициента интенсивности отражения (отражательной способности), определяющее уровень яркости.

Три из используемых полос пропускания соответствуют диапазону видимого света: канал 1 соответствует отраженному синему свету, канал 2 — отраженному зеленому свету, и канал 3 — отраженному красному свету. Отраженный красный, зеленый и синий свет полезен для распознавания искусственных объектов, таких, как дороги и здания, и естественных объектов, таких, как реки, озера и горы.

Другие две полосы пропускания, каналы 4 и 5, соответствуют инфракрасному диапазону излучения, невидимому для человеческого глаза. Регистрация отраженного инфракрасного излучения полезна для определения типов растений и санитарного состояния растений, для распознавания снежного покрова и облаков, а также для идентификации минералов и пород. Выбирая то или иное сочетание числовых значений трех каналов в отношении цветного изображения, содержащегося в файле BEVERLY,MA.LAN, вы даете компьютеру указание вывести на дисплей изображение, основанное на данных, зарегистрированных в соответствующих трех частотных полосах спектра электромагнитного излучения.

Вы можете вывести на дисплей изображение, полученное только на 1 канале. Такое изображение будет отражать изменение интенсивности отраженного излучения только в одной частотной полосе электромагнитного спектра, например, только в полосе видимого красного света или в только в ближнем диапазоне инфракрасного излучения.

В ходе этого занятия вы сможете практиковаться в распознавании различных категорий объектов в зависимости от их отражательной способности в различных частотных полосах электромагнитного спектра. Это поможет вам лучше понимать изображения, полученные с помощью спутника Landsat 5.

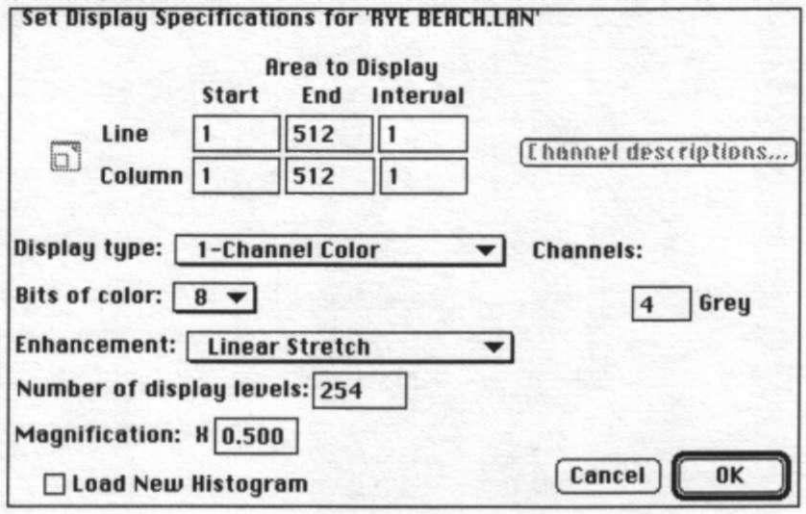
Требуемые материалы и оборудование

Два компьютера Macintosh, на каждом из которых установлено программное обеспечение MultiSpec и записан содержащий изображение файл BEVERLY,MA.LAN.

Каждая группа учащихся должна объединиться с другой и использовать оба компьютера. Если в вашем распоряжении имеется достаточное количество компьютеров для того, чтобы каждый учащийся или каждая пара учащихся могли пользоваться отдельным компьютером, вы можете провести это занятие с большой группой учащихся, пользуясь тремя компьютерами одновременно. Это занятие можно проводить также с использованием одного компьютера, если объем установленной в компьютере памяти достаточен для одновременного просмотра нескольких копий изображения, содержащегося в файле BEVERLY,MA.LAN.

Мы изучим взаимосвязь между характеристиками электромагнитного излучения и каналами (полосами пропускания), которые могут быть выбраны с помощью функции «Вывод изображения на дисплей» (Display Image) в меню «Процессор» (Processor) программы MultiSpec. В ходе занятия полезно иметь под рукой справочную страницу с таблицей «Полосы пропускания в программе MultiSpec и их применение».

> Если вы перезапустили компьютер, выполните первые четыре операции, описываемые в разделе «Подготовка», чтобы вызвать диалоговое окно под заголовком «Установка параметров дисплея» (Set Display Specifications) и задать значения параметров в отношении файлаBEVERLY,MA.LAN.



Выберите щелчком мыши поле под заголовком «Тип дисплея» (Display type) и выберите одноканальное цветовое изображение (1-channel color).

Выберите щелчком мыши поле под заголовком «Цветовые биты» (Bits of color) и выберите 8-битовый или 24-битовый режим обработки цветного изображения, в зависимости от имеющегося объема оперативной памяти.

Далее приводятся различные указания в отношении двух компьютеров.

На экране первого компьютера введите значение «4» в отношении канала, обозначенного словом «Серый» (Grey). (Не забудьте выделить заменяемое значение перед вводом нового значения. Функция стирания предыдущего значения не всегда выполняется этой программой.) Нажмите клавишу возврата (Return) или нажмите щелчком мыши кнопку «OK».

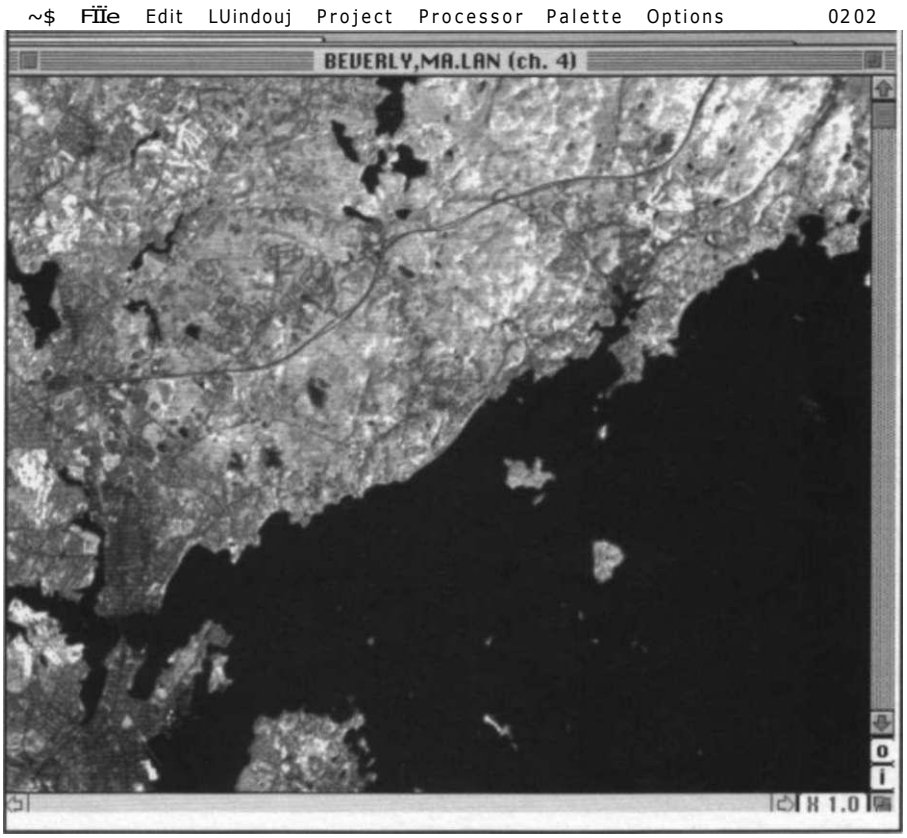
Появившееся на экране изображение, составленное из оттенков серого, соответствует распределению уровней интенсивности отражения электромагнитного излучения в одной полосе пропускания. Какая полоса пропускания отображается? Соответствует ли она диапазону видимого света?

На экране второго компьютера введите значение «3» и нажмите клавишу возврата (Return) или нажмите щелчком мыши кнопку «OK».

Какая частотная полоса электромагнитного излучения регистрируется на канале 3? Соответствует ли она диапазону видимого света?

Если у вас есть третий компьютер, выберите другую полосу пропускания в диапазоне видимого света.

После того, как изображение будет выведено на дисплей, увеличьте окно просмотра примерно в два раза. Выберите щелчком мыши поле значения увеличения (x.500) в нижнем правом углу окна просмотра, чтобы увеличить изображение. В этом поле должно появиться значение «X1.0».



- Переместите изображения так, чтобы на экранах обоих компьютеров находился один и тот же участок изображения.
- Оставив оба изображения на экранах компьютеров, дайте всем учащимся внимательно рассмотреть оба экрана. Изображения будут составлены из оттенков серого цвета.
- Для того, чтобы ответить на вопросы, приведенные ниже, потребуется изменение выбора каналов, используемых программой на обоих компьютерах. Для того, чтобы изменить выбор каналов, выберите функцию вывода изображения на дисплей «Display Image» в меню «Процессор» (Processor) программы MultiSpec и замените текущее значение канала желаемым.

Пожалуйста, прочтите следующее пояснение

Если объект отличается высокой отражательной способностью в той или иной полосе пропускания, он выглядит очень ярким (почти белым) на изображении. Если объект отличается очень низкой отражательной способностью в той же полосе пропускания, он выглядит очень темным (почти черным) на изображении. Например, если объект отражает большее количество синего цвета, чем красного света, он будет выглядеть более светлым на изображении, в отношении которого был выбран канал 1 (пропускания синего света), чем на изображении, в отношении которого был выбран канал 3 (пропускания красного света).

Дайте подробные ответы на следующие вопросы

1. Деревья и железнодорожный мост между городами Беверли и Сэлем должны быть лучше различимы на одном изображении по сравнению с другим. Дороги ярко выделены на одном изображении и остаются темными на другом. Разъясните эти наблюдения на основе отражательной способности объектов в полосе пропускания красного света и в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне.

Деревья поглощают красный свет и выглядят темными в полосе пропускания красного света, отличаясь от пляжей, степей и лугов. В ближнем инфракрасном диапазоне деревья выглядят очень яркими, потому что они отражают излучение в этом диапазоне. Поэтому на соответствующем изображении их трудно отличить от степей и лугов.

Мелководный участок к востоку от моста между городами Беверли и Сэлем отражает небольшое количество красного света и выглядит светлее, чем более глубоководная часть океана. Все покрытые водой участки поглощают излучение в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

Железнодорожный мост отражает красный свет и легко различим в полосе пропускания видимого красного света. При этом мост поглощает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне, и его трудно различить на изображении, полученном в полосе пропускания инфракрасного излучения.

Покрытие шоссе отражает видимый красный свет и поглощает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне.

2. Перечислите другие объекты, которые отличаются высокой отражательной способностью в полосе пропускания видимого красного света и низкой способностью к отражению излучения в ближнем инфракрасном диапазоне или наоборот, высокой отражательной способностью в ближнем инфракрасном диапазоне и низкой способностью к отражению излучения в полосе пропускания видимого красного света.

   Здания, которые называют искусственными объектами, потому что они построены людьми, отражают видимый красный свет, но поглощают излучение в ближнем инфракрасном диапазоне.

Примечание. Для того, чтобы ответить на следующие вопросы, необходимо изменить выбор полос пропускания на обоих компьютерах и сравнить результирующие изображения.

3. Искусственными объектами называют изготовленные людьми объекты, такие, как дороги, здания и мосты. Какими характеристиками отражения видимого света и инфракрасного излучения отличаются эти объекты? На компьютере, показывающем изображение в полосе пропускания видимого красного света, выберите, последовательно, полосу пропускания видимого зеленого света (канал 2), а затем полосу пропускания видимого синего света (канал 1), чтобы ответить на этот вопрос.

   Искусственные объекты отличаются высокой отражательной способностью во всех полосах пропускания видимого света и низкой отражательной способностью в ближнем диапазоне инфракрасного излучения.

4. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности океана в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне? Можно произвести дополнительные исследования с помощью имеющихся в библиотеке источников с тем, чтобы определить, почему водоемы выглядят синими для человеческого глаза.

   Водоемы поглощают почти всю энергию излучения, но отражают синий видимый свет в большей степени, чем свет другой частоты.

5. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности деревьев в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне?

   Деревья отражают небольшое количество красного и синего видимого света, и несколько большее количество видимого зеленого света. Они отражают большое количество излучения в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

6. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности искусственных объектов в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне?

   Искусственные объекты отражают видимый свет во всех полосах пропускания, но отличаются низкой отражательной способностью в ближнем инфракрасном диапазоне.

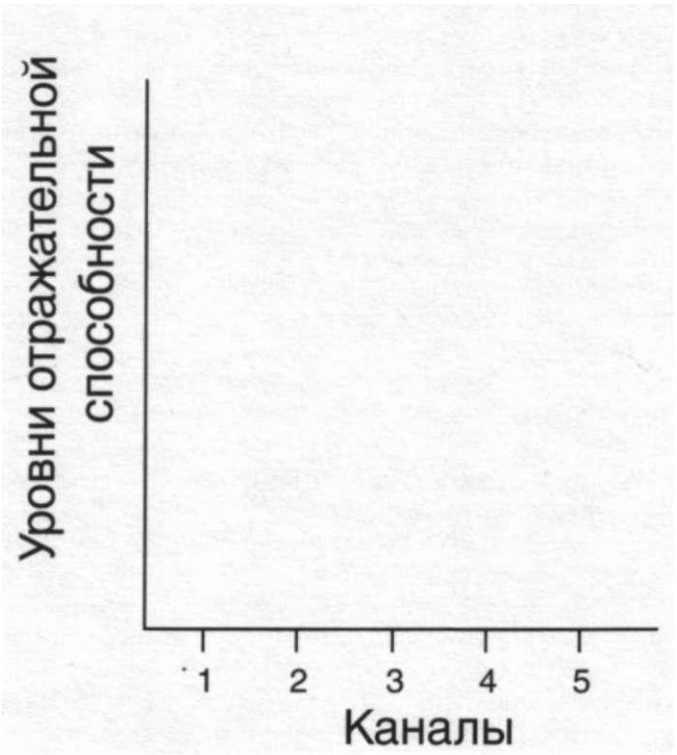
7. Над городом Беверли и на нескольких других участках изображения заметны небольшие облака. Какие наблюдения можно сделать, наблюдая отражательную способность облаков в различных полосках пропускания?

   Облака отражают весь видимый свет и все инфракрасное излучение. Поэтому получение изображений без облаков важно для распознавания характеристик поверхности Земли. Облака «скрывают» поверхность Земли. Радиолокационные сигналы проникают через облака. На спутнике Ьапд.$а1 6, который не удалось запустить, был установлен радиолокационный датчик.

8. Тени облаков и озера выглядят темными на изображении. Попробуйте найти способы отличать тени облаков от озер, выбирая различные полосы пропускания.

   Озера отражают очень небольшое количество видимого света и практически не отражают инфракрасное излучение. Тени облаков «прозрачны» для излучения, отражаемого любыми объектами, расположенными в тени. Это означает, что, например, деревья, находящиеся в тени облака, будут отражать большое количество инфракрасного излучения.

9. Сформулируйте и запишите вопрос, относящийся к цветам объектов и изображениям и ответьте на него самостоятельно или попросите другую группу учащихся ответить на этот вопрос. Запишите вопрос и ответ.



   Ответы могут быть различными, в зависимости от вопросов.

10. Человек, подготавливавший схему, приведенную ниже на иллюстрации, не закончил работу.

    а) Обозначьте шкалу оси «Уровни отражательной способности».

    б) Озаглавьте номера, обозначенные на оси «Каналы».

11. Предположим, что вы выбрали пиксел изображения, соответствующий только лесному покрову. Постарайтесь угадать значения отражательной способности лесного покрова в каждой полосе пропускания и обозначьте эти значения на диаграмме, приведенной выше (см. вопрос 10). Отвечая на этот вопрос, пользуйтесь ответом на вопрос 5.

Построение графиков

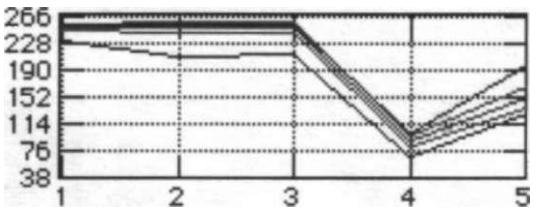
Предварительное чтение

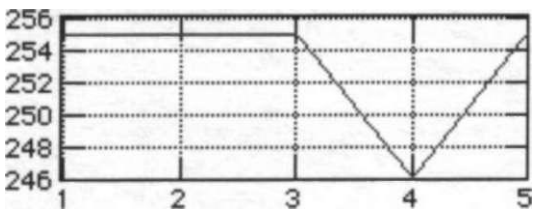
Гистограмма (столбцовая диаграмма), которую вы будете изучать, демонстрирует значения отражательной способности в каждой из 5 полос пропускания волн различной длины, регистрируемых спутниковым оборудованием. По горизонтальной оси гистограммы номера от 1 до 5 соответствуют полосам пропускания синего, зеленого и красного видимого света и излучения в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах. По вертикальной оси откладывается уровень отражательной способности от 0 (отсутствие отражения) до 255 (максимальная отражательная способность). Иногда значения, регистрируемые по вертикальной оси, превышают уровень, равный 255, но значения, отображаемые на графике, никогда не превосходят 255. Следует от метить, что значения, отображенные на графике, имеют смысл только в точках пересечения с вертикальными прямыми, соответствующими горизонтальным позициям 1, 2, 3, 4 или 5. Отрезки, соединяющие эти точки, не соответствуют каким-либо значениям отражательной способности волн другой длины. Они просто облегчают чтение графика.

Красной линией обозначается среднее значение отражательной способности, рассчитанное для всех пикселов выбранного участка. Зелеными линиями обозначены все значения отражательной способности, не отличающиеся от среднего значения более чем на 1 единицу стандартного (среднеквадратического) отклонения. Синими линиями обозначаются максимальные и минимальные значения. Формальное определение стандартного отклонения еще не разработано. В данном случае зелеными линиями ограничивается полоса значений, соответствующая примерно 66% общего количества значений отражательной способности, полученных для выбранного участка.

С математической точки зрения, основное внимание следует уделять интерпретации графиков. Вы будете просматривать графики, которые автоматически масштабируются программой таким образом, чтобы они заполняли окно просмотра. Хотя это удобно, в результате расстояния между делениями вертикальной шкалы графика могут резко изменяться, что может приводить пользователя в замешательство. Таким образом, хотя два графика могут походить один на другой, фактический вертикальный диапазон изменения значений на этих графиках может быть совершенно различным. (Мы хотим подчеркнуть разницу между графиками, относительная форма которых может быть одинакова, но абсолютная форма которых различна.)

Например, взгляните на два графика, приведенные на следующей странице. Хотя их относительная форма примерно одинакова, их абсолютные формы совершенно различны. На гистограмме слева наблюдается резкое понижение значений в полосе пропускания 4, так же, как и на гистограмме справа. Тем не менее, понижение, наблюдаемое на гистограмме справа, незначительно по сравнению с понижением, отображенным на гистограмме слева! При этом понижение на правой гистограмме кажется более выраженным. Только внимательно рассмотрев значения вертикальной шкалы, мы понимаем, что понижение значений на гистограмме слева соответствует изменению интенсивности отражения на почти 200 единиц, в то время как понижение значений на гистограмме справа соответствует уменьшению значений интенсивности отражения только на 9 единиц. Относительное расположение понижений на обоих графиках одинаково, но абсолютная величина этих понижений совершенно различна.





Каким образом участки изображения классифицируются и различаются с помощью гистограмм?

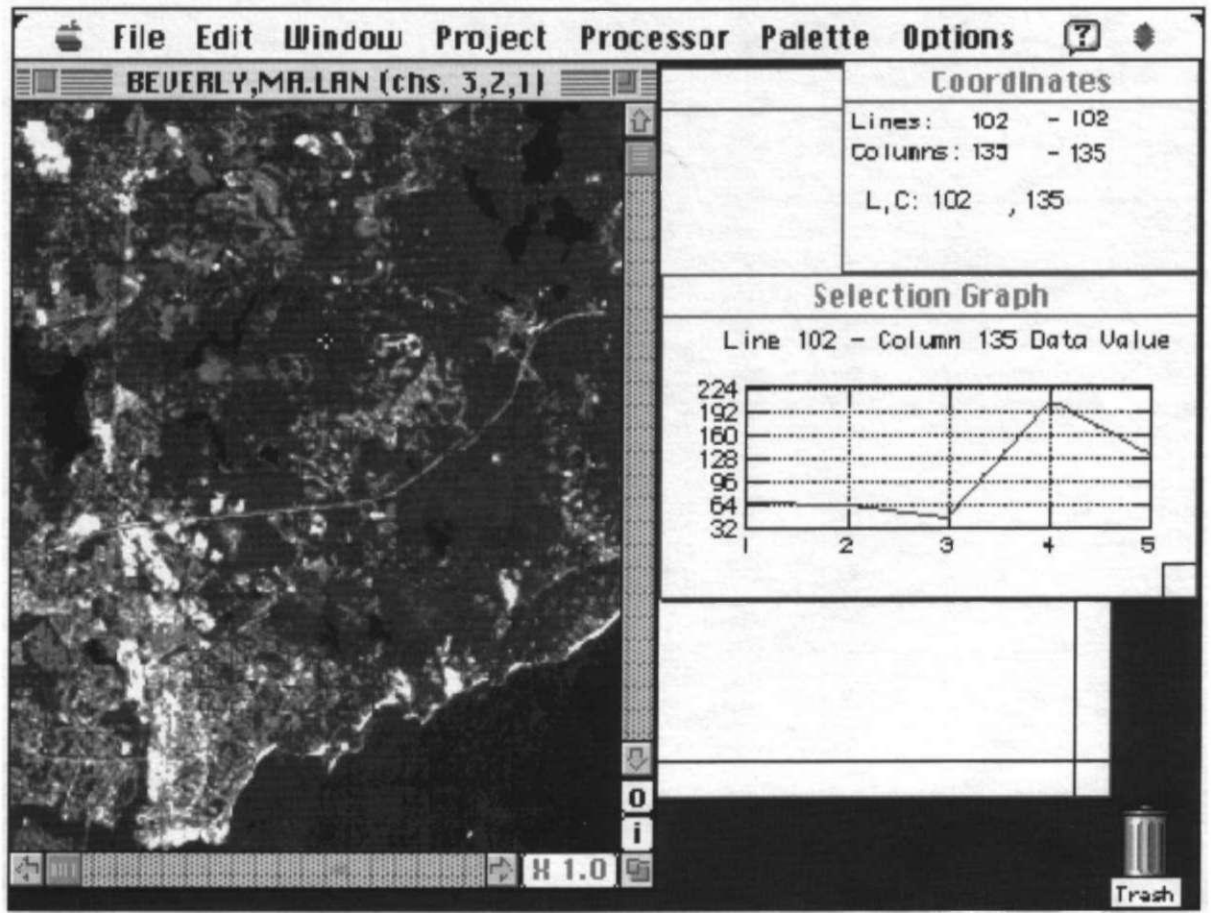
Вы уже, вероятно, понимаете, что изучаемые нами изображения были подготовлены на основе цифровых значений интенсивности света, отраженного в различных полосах частотного диапазона. Растягивание изображения и присвоение различных цветов различным длинам волн (полосам пропускания) помогло нам распознавать фактически различные участки изображения, которые на первый взгляд выглядели сходными. Но некоторые участки компьютерного изображения могут выглядеть сходными даже в том случае, если им соответствуют различные объекты на поверхности Земли. В ходе настоящего занятия мы научимся пользоваться еще одним средством программы МиШБрес, помогающим классифицировать и распознавать различные участки изображений.

Правильное расположение окон

Запустите программу MultiSpec и откройте изображение города Беверли, штат Массачусетс. Присвойте красному, зеленому и синему цветам значения каналов 3, 2 и 1, чтобы получить изображение в истинных цветах.

Выберите функцию «Вывод координат выбранного участка на дисплей» (Show Selection Coordinates) в меню «Варианты» (Options). После этого выберите функцию «Новый график параметров выбранного участка» (New Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). Выберите щелчком мыши любую точку в окне просмотра изображения, чтобы выделить это окно, а затем выберите еще одним щелчком мыши любой пиксел изображения.

Изменяя размеры окон с помощью поля в нижнем правом углу каждого окна и перемещая окна (перетаскивая мышью строку заголовка окна), расположите окна так, чтобы их конфигурация походила на конфигурацию окон на приведенной ниже иллюстрации.



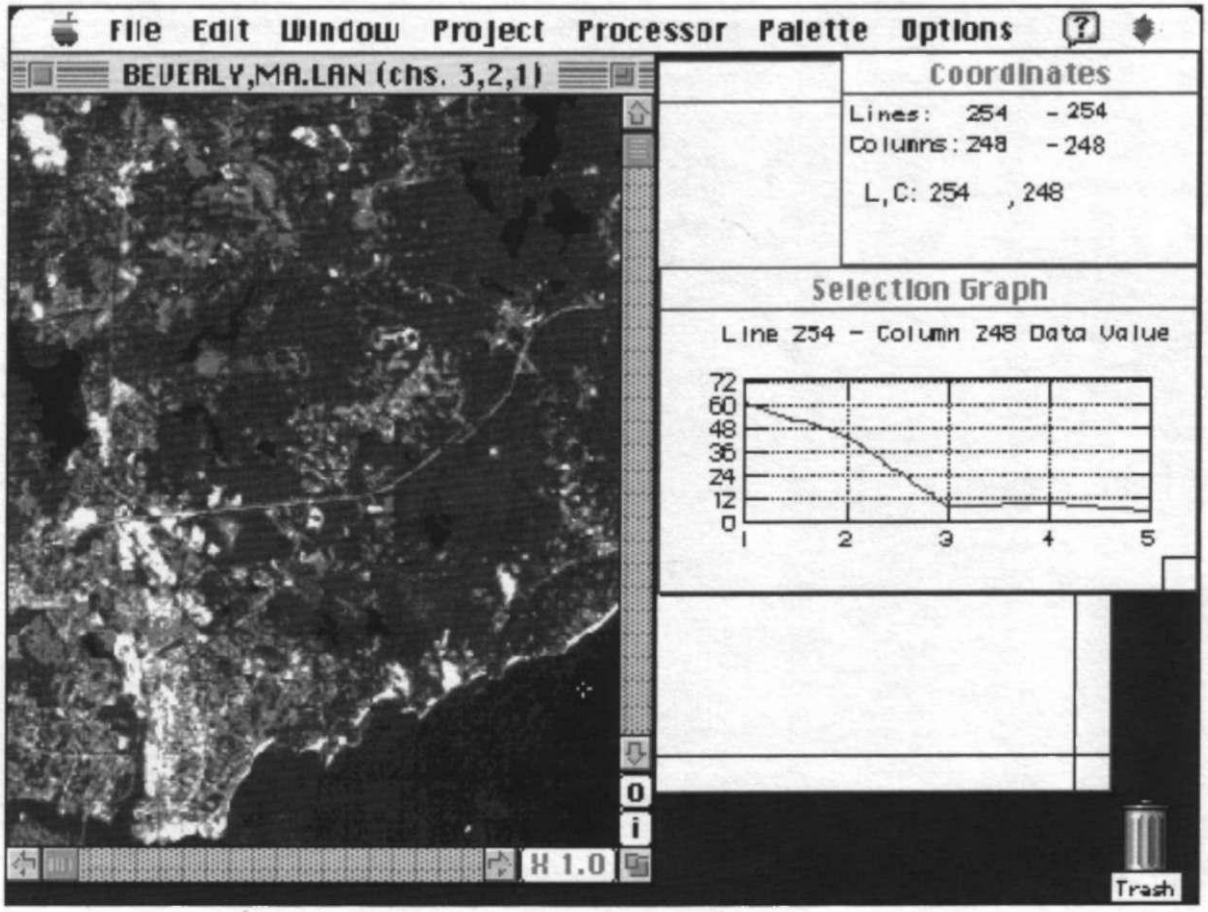
Окно координат

В верхнем правом углу иллюстрации показано окно координат (Coordinates). С помощью этого окна пользователь узнает, какой именно участок изображения он выбрал щелчком мыши. Координаты курсора приводятся в виде пар значений, причем первое значение в паре соответствует номеру строки, а второе — номер столбца изображения. В примере на иллюстрации выбранный пользователем пиксел занимает позицию с координатами (102, 135). В зависимости от степени увеличения изображения для того, чтобы найти тот или иной пиксел изображение, может потребоваться перемещение изображения с помощью стрелок прокрутки.

График параметров выбранного участка

Снизу от окна координат расположено окно графика параметров выбранного участка. Этим окном вы научитесь пользоваться в процессе работы с компьютером. В этом окне приводится график значений отражательной способности пиксела или группы пикселов, которые вы выбрали. На приведенной выше иллюстрации выбранный пользователем пиксел находится в позиции с координатами (102, 135).

График позволяет получить ценную аналитическую информацию. По горизонтальной оси откладываются значения 1,2,3,4 и 5, которые соответствуют полосам пропускания синего, зеленого и красного видимого света, а также ближнему инфракрасному и среднему инфракрасному диапазонам излучения, регистрируемого оборудованием спутников ЬапсЪа!. По вертикальной оси графика откладываются числовые значения отражательной способности, которые могут изменяться в диапазоне от 0 до 255. Нулевое значение отражательной способности соответствует практическому



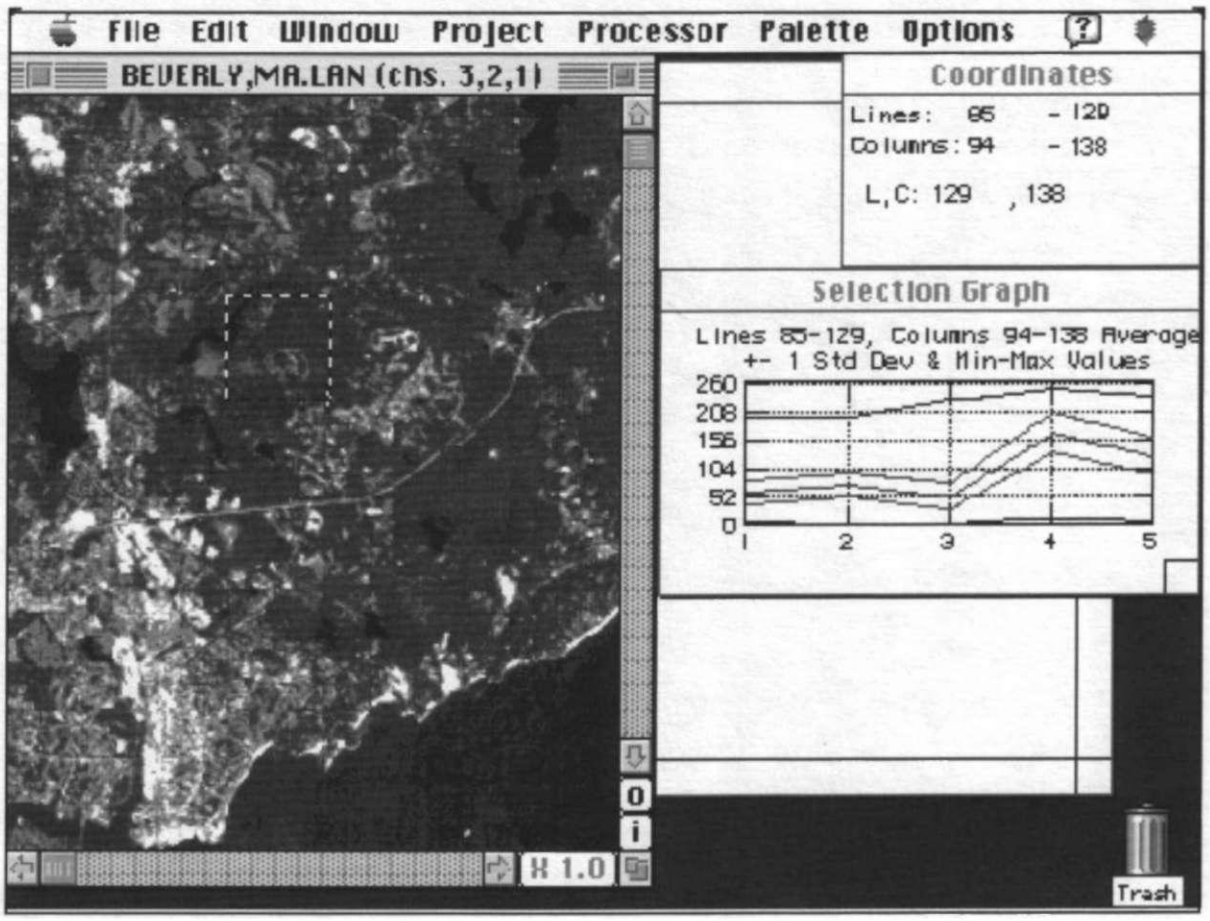
Следует отметить, что в данном случае отражательная способность поверхности Земли ниже во всех полосах пропускания, чем в случае ранее выбранного пиксела с координатами (102, 135).

отсутствию отраженного света, а значение 255 соответствует большому количеству отраженного света. Следует помнить о том, что значения, полученные для отдельного пиксела, могут оказаться результатов растягивания изображения. Выбранный нами пиксел изображения отличается наибольшей яркостью в полосе пропускания 4 и наименьшей яркостью в полосе пропускания 3. Это означает, что объект, расположенный в этой точке земной поверхности, отражает большее количество излучения в ближнем инфракрасном диапазоне, чем в других частях спектра.

Выберите щелчком мыши любую точку окна просмотра изображения, чтобы выделить его, после чего выберите щелчком мыши пиксел с координатами (Ь,С) = (254, 248), т. е. в нижней части изображения, в районе океана. Значения коэффициентов отражения в этой точке будут составлять примерно 60, 44, 10, 11 и 6. У вас на экране должно появиться примерно такое же изображение, как на приведенной ниже иллюстрации.

Эта разница имеет смысл, так как мы ожидаем, что океан будет темнее суши. Если вы когда-нибудь летели на самолете над океаном и над лесом, вы заметили, наверное, что океан выглядит почти черным, тогда как лес кажется более светлым, чем с поверхности Земли. Тот факт, что вода поглощает почти всю энергию излучения Солнца, помогает определить с помощью спутникового изображения, покрыт ли темный участок поверхности Земли водой.

Теперь нажмите кнопку мыши и перетащите курсор так, чтобы выбрать прямоугольный участок изображения, содержащий множество пикселов. Мы выбрали прямоугольник, левый верхний угол которого занимает позицию с координатами (Ь,С) = (85, 94), а правый нижний угол — позицию (Ь,С) = (129, 138). Постарайтесь выбрать те же координаты левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника. Результат показан на приведенной ниже иллюстрации.



Следует отметить, что выбранный прямоугольник содержит пять строк изображения. Красной линией на графике обозначаются средние значения отражательной способности, полученные для всех пикселов выбранного прямоугольного участка изображения.Зелеными линиями отмечена область, содержащая 66% всех значений отражательной способности в середине изображения.

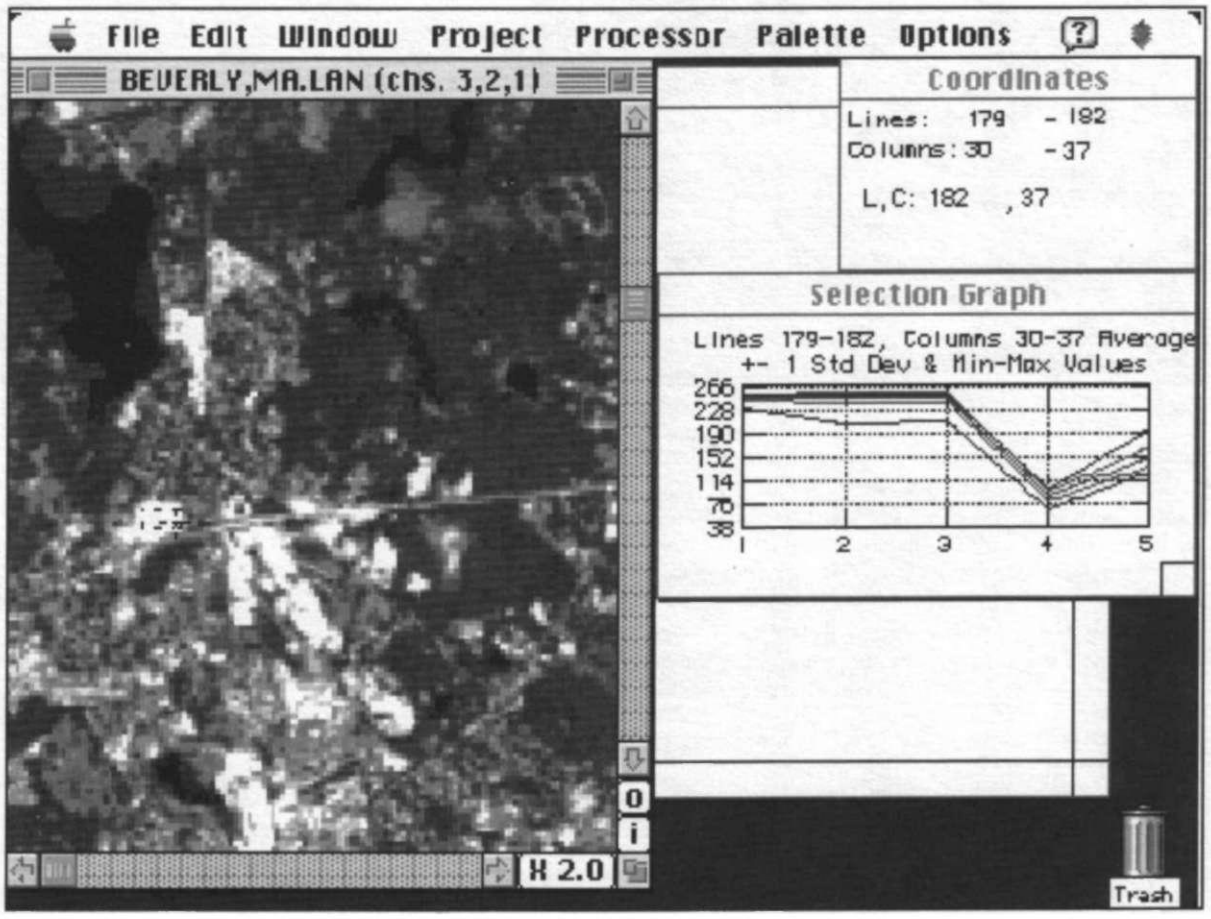
Синими линиями обозначаются максимальные и минимальные значения отражательной способности выбранных пикселов.

Например, взгляните на значение отражательной способности в полосе пропускания 4. В отношении всех пикселов, содержащихся на выбранном участке, наименьшая отражательная способность в этой полосе пропускания составляет 10 единиц, максимальное значение составляет примерно 255, 66% всех значений отражательной способности составляют от 130 до 208, и средняя отражательная способность равна примерно 160.

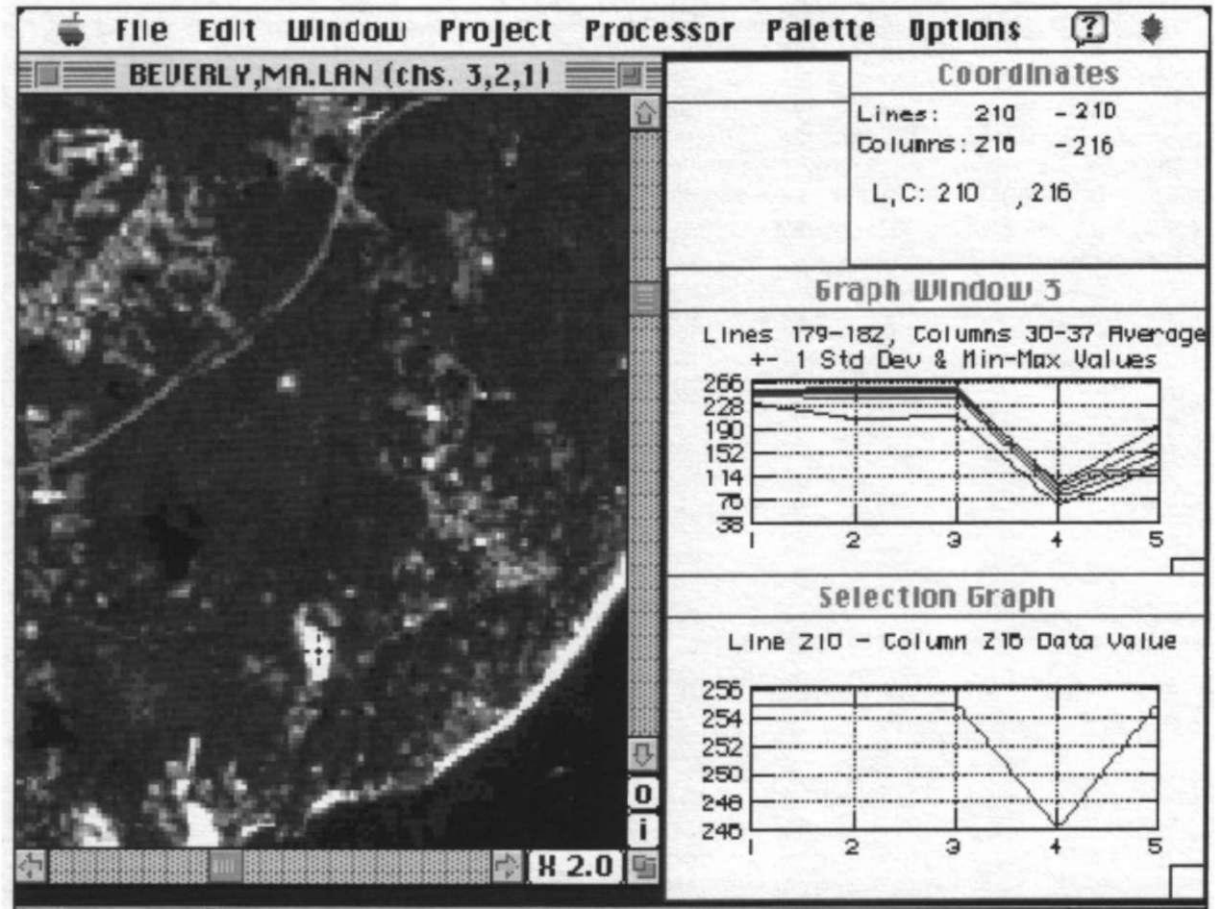
Использование окна гистограммы с целью распознавания различных участков изображения

Мы можем пользоваться окном с гистограммой, чтобы определять сходные и различные участки изображения. Мы выберем интересующий нас участок изображения и сохраним (запишем на диск) относящуюся к нему гистограмму, чтобы сравнить ее с другой гистограммой, полученной для другого интересующего нас участка.

Выберите увеличение изображения «X2.0». Нажмите кнопку мыши и перетащите курсор мыши так, чтобы выбрать прямоугольный участок, верхний левый угол которого занимает позицию с координатами (Ь,С) = (179, 30), а правый нижний угол — позицию с координатами (Ь,С) = (182, 37) (см. приведенную ниже иллюстрацию).



Выберите функцию «Сохранить график параметров выбранного участка» (Keep Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). Появится новый график отражательной способности выбранного участка, тогда как предыдущий график сохранится на экране даже после того, как вы выберете новый участок. Поместите график параметров второго выбранного участка под первым графиком (см. приведенную ниже иллюстрацию).



Абсолютная и относительная разница

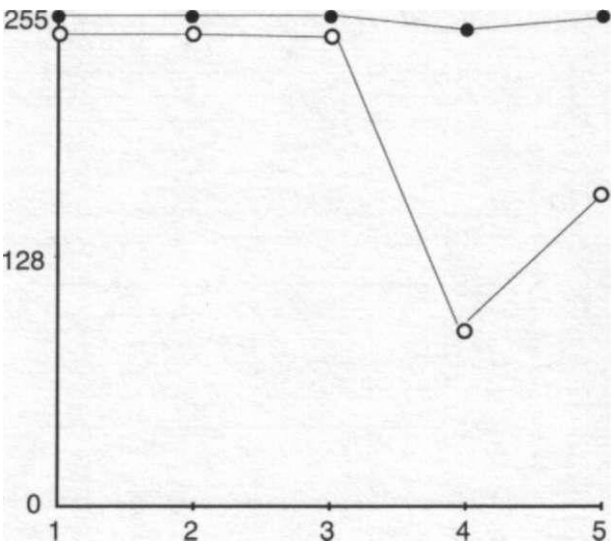
На иллюстрации, приведенной выше, сверху показан график параметров отражательной способности яркого объекта, находящегося в городе Беверли, а под ним — график параметров яркого объекта, расположенного в точке с координатами (210, 216), где находится крестообразный курсор. Одинаковы ли эти яркие участки? Относящиеся к ним графики очень похожи. На обоих графиках заметно понижение отражательной способности в полосе пропускания 4.

На первый взгляд можно было бы заключить, что оба графика почти одинаковы. Но если нам действительно важно знать, какие объекты расположены на этих участках, следует произвести проверку непосредственно на поверхности Земли. Иногда такая проверка, однако, стоит слишком дорого или практически не целесообразна. В таких случаях более внимательное изучение графиков может оказаться единственным способом идентификации объектов.

Рассмотрите оба графика более внимательно. В частности, обратите внимание на вертикальную ось значений отражательной способности. Программа МиШБрес автоматически масштабирует график в зависимости от диапазона между минимальным и максимальным значениями по вертикальной оси. В результате показанная часть вертикальной оси может соответствовать лишь небольшой части общего диапазона возможных значений отражательной способности. Преимущество такого масштабирования состоит в том, что мы видим только ту часть диапазона, которая содержит зарегистрированные значения. Недостаток, однако, заключается в том, что сравнение двух графиков с различными диапазонами по вертикали может вводить невнимательного исследователя в заблуждение.

Обратите внимание на то, что линия на верхнем графике снижается с уровня примерно 200 в полосах пропускания 1—3 до уровня примерно 90 в полосе пропускания 4. На нижнем графике линия опускается с уровня 255 в полосах пропускания 1—3 до уровня 246 в полосе пропускания 4. В масштабе общего диапазона возможных значений, это очень незначительное изменение: разница составляет только 9 единиц, в то время как на другом графике разница между уровнями отражательной способности составляет примерно 150 единиц! Если сравнивать эти графики в абсолютной системе отсчета, наблюдается очень значительная разница между ними.

Причина того, почему на первый взгляд графики казались похожими, заключается в сходстве относительной формы двух графиков. Для обоих графиков характерно снижение отражательной способности в полосе пропускания 4. Для того, чтобы выявить разницу между двумя графиками и сделать ее более очевидной, можно построить оба графика в одном и том же масштабе (см. рис. ниже).



Объект, для которого характерно резкое снижение отражательной способности в полосе пропускания 4, отражает очень небольшое количество инфракрасного излучения. Гистограмма отражательной способности другого объекта показывает, что он отражает большое количество излучения во всех полосах пропускания, регистрируемых оборудованием спутника Ьапи^а!.

Вывод заключается в том, что необходимо проверять, является ли замечаемое сходство (или различие) между графиками абсолютным или относительным.

Распознавание объектов: еще одно упражнение

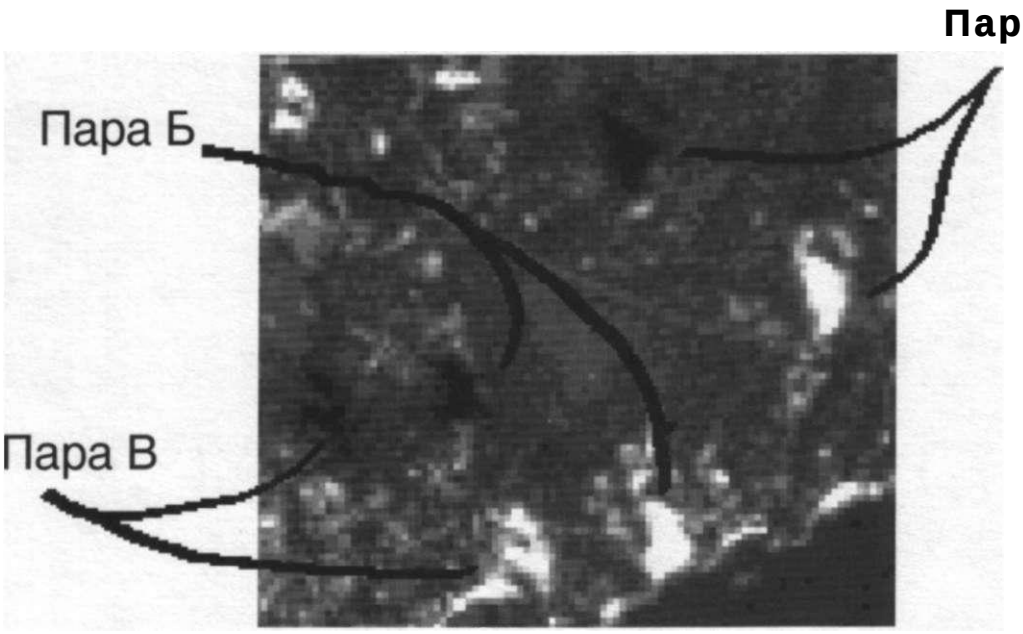
Яркие объекты, расположенные в левой части изображения (в центре города Беверли), скорее всего, являются зданиями. Теперь у нас есть свидетельства (гистограммы), позволяющие предположить, что яркий объект в правой части экрана не является районом городской застройки. Мы определили, что между этими двумя, казалось бы, сходными объектами существует разница.

Но вопрос остается открытым: какому объекту соответствует яркий участок в правой части изображения?

Увеличьте изображение в два раза (X2.0) и переместите неизвестный яркий участок в центральную часть экрана. Обратите внимание на то, что на изображении заметны три пары темных и светлых участков, причем их форма и ориентация примерно одинаковы. Темные участки находятся на одном

и том же расстоянии слева и сверху от ярких участков. Если эта мысль еще не пришла вам в голову, задайте себе вопрос: может быть, это облака и отбрасываемые ими тени?

Сходство формы отдельных ярких элементов позволяет предположить, что мы рассматриваем облака и их тени. Обратите внимание, например, на то, насколько форма темного объекта в паре А

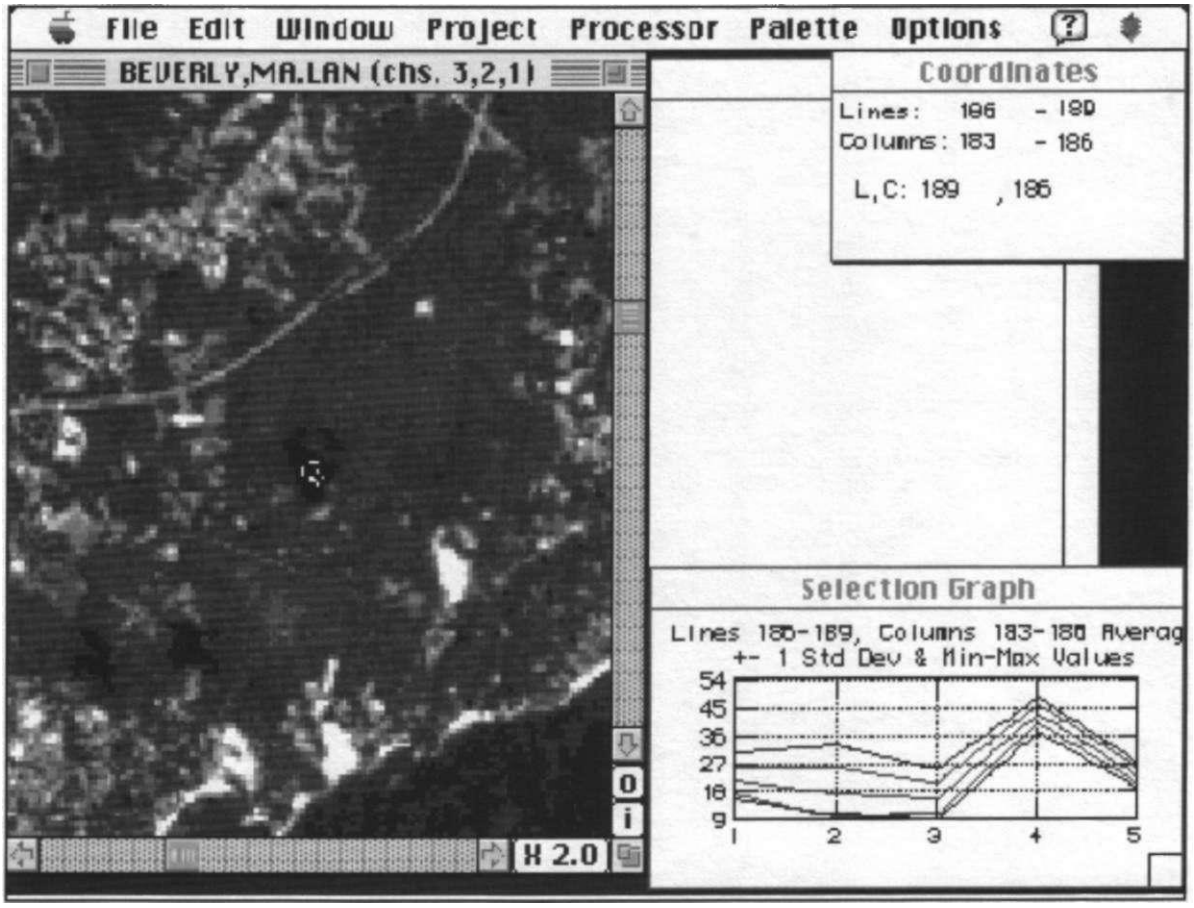


соответствует форме светлого объекта в паре А на приведенной ниже иллюстрации. Конечно же, это облака и их тени!

Давайте, однако, проявим скептицизм. Каким еще объектам могут соответствовать эти темные участки? Может быть, это озера? Получим гистограмму параметров отражательной способности одного из этих темных участков и сохраним ее. Потом мы получим гистограмму параметров участка, который, как нам точно известно, является озером, и сравним полученные гистограммы. Ниже приводится описание операций, которые требуется выполнить, чтобы произвести такое сравнение и идентифицировать изучаемые участки.

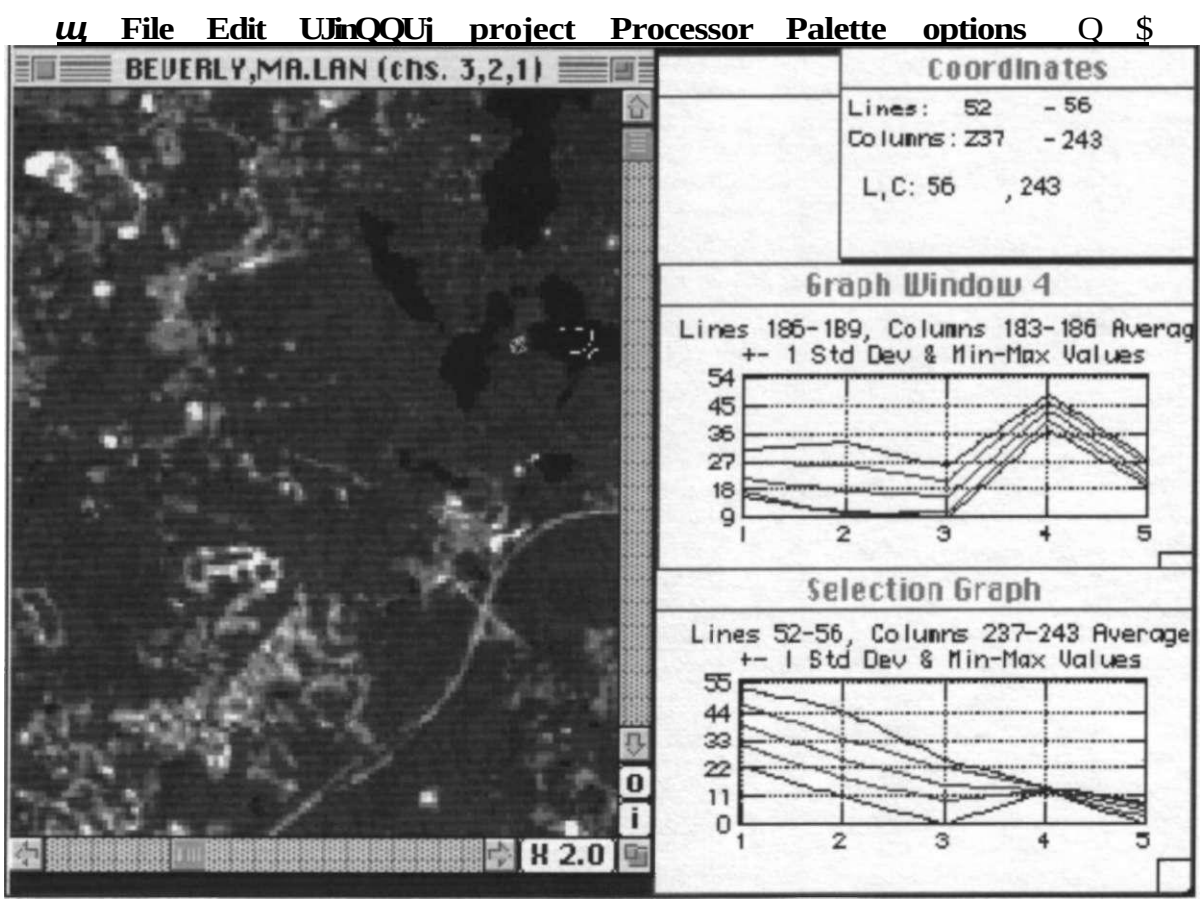
Выберите щелчком мыши верхнее окно с графиком, чтобы выделить его. Затем нажмите щелчком мыши на поле в верхнем левом углу окна, чтобы закрыть окно со старой гистограммой.

Выберите щелчком мыши окно просмотра изображения, чтобы выделить его. Затем выберите прямоугольный участок, содержащий пикселы от (Ь,С) = (186, 183) до (Ь,С) = (189, 186). Этот участок соответствует темному объекту, который может оказаться тенью облака или озером. Можно рассматривать изображение в увеличении (Х2.0) или без увеличения (Х1.0). В результате экран должен походить на иллюстрацию, приведенную ниже.



После того, как экран вашего компьютера будет походить на приведенную выше иллюстрацию, переместите график параметров выбранного участка из нижнего положения в верхнее (туда, где находился предыдущий график). Затем выберите функцию сохранения графика параметров выбранного участка (Keep Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). После этого в находящемся сверху в правой части экрана окне будет постоянно находиться гистограмма параметров отражательной способности возможной тени облака. Разместите окно для нового графика в нижней правой части экрана.

Затем найдите озеро. Выберите щелчком мыши окно просмотра изображения, чтобы выделить его, после чего переместите изображение вверх и выберите прямоугольник, содержащий пикселы от (L,C) = (52, 237) до (L,C) = (56, 243). На основе данных, полученных на поверхности Земли, точно известно, что этот на этом участке находится озеро. В нижнем правом окне экрана должна появиться гистограмма отражательной способности озера. После выбора участка озера экран вашего компьютера должен походить на иллюстрацию, приведенную ниже.



Обратите внимание на то, что вертикальные шкалы обоих графиков почти идентичны. Мы можем производить непосредственное сравнение этих графиков, не опасаясь того, что мы будем введены в заблуждение кажущимся сходством графиков, фактически различных в абсолютной системе отсчета.

В верхнем правом окне приведена гистограмма отражательной способности участка, который, как мы предположили, является тенью облака, а в нижнем правом окне — гистограмма отражательной способности озера. Одинаковы ли эти графики? Нет. Озеро поглощает гораздо большее количество излучения в ближнем инфракрасном диапазоне (в полосе пропускания 4), чем тень облака. Разница между значениями отражательной способности двух участков в полосе пропускания 4 составляет примерно 44:11, т. е. поверхность Земли, закрытая тенью облака, отражает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне примерно в 4 раза интенсивнее, чем озеро. Такая разница вполне объяснима, так как деревья в тени облака отражают большее количество инфракрасного излучения, чем озеро, поглощающее большую часть этого излучения.

Наше исследование закончилось. Воспользовавшись гистограммами, мы идентифицировали облака и их тени на спутниковом изображении. Теперь вы можете самостоятельно пользоваться гистограммами, идентифицируя различные интересные объекты на изображении района города Беверли.

Что это такое?

Пользуясь программными средствами построения гистограмм отражательной способности объектов, изучите изображение района города Беверли, штат Массачусетс, и попробуйте найти другие участки изображения, сходные на первый взгляд, для которых характерны различные характеристики отражательной способности. Сравнивая характеристики участков, вы можете выводить на экран, для сравнения, до 12 различных гистограмм одновременно.

Ниже приводятся примеры исследовательских задач, которые вы можете выполнить.

Определите, чем отличаются характеристики отражательной способности пляжей и береговой линии от характеристик прибрежного мелководья.

Определите разницу между отражательной способностью покрытия дорог или автомобильных стоянок и отражательной способностью крыш зданий.

Изучите характеристики отражательной способности различных типов растительного покрова, сходных по своей окраске, но отличающихся различными параметрами отражательной способности.

Подробно изучите характеристики берегового участка, т. е. перехода от суши к морю. Например, получите поочередно гистограммы для пиксела с координатами (138, 397) и расположенных к востоку от него пикселов с координатами (138, 398), (138, 399), (138, 400), ... до (138, 412).

Если вы обнаружите какое-либо интересное явление, подготовьте описание, позволяющее другим повторить ваши операции и познакомиться с тем же явлением. Такое описание должно быть достаточно подробным для того, чтобы другие учащиеся могли успешно повторить ваш опыт. Кроме того, подготовьте описание результатов анализа изученных вами объектов. Обосновывайте любые сделанные вами выводы с помощью гистограмм отражательной способности соответствующих объектов. Вы можете копировать гистограммы, генерированные программой MultiSpec, и переносить их с помощью межпрограммной копировальной панели (Clipboard) в другие прикладные программы, такие, как программы для редактирования текстов, формируя компьютерную библиотеку характерных гистограмм отражательной способности определенных объектов. Впоследствии вы сможете изучить характеристики неизвестного объекта и идентифицировать его, сравнивая относящуюся к нему гистограмму с гистограммами, сохраненными в компьютерной библиотеке.

Определение площади участков неправильной формы

Лесистые участки и озера, как правило, имеют неправильную форму. В этом разделе учебного пособия разъясняются методы определения площади объекта неправильной формы.

Метод определения площади с помощью описывающего и вписанного прямоугольников

Этот метод позволяет переоценить площадь участка с помощью описывающего его прямоугольника и недооценить ее с помощью вписанного прямоугольника, находя среднее значение, приблизительно соответствующее площади участка неправильной формы.

В приведенном ниже примере мы определяем площадь острова в океане у побережья в районе города Беверли, штат Массачусетс. На рис. 1 показан прямоугольник, описывающий участок, площадь которого больше фактической площади острова.

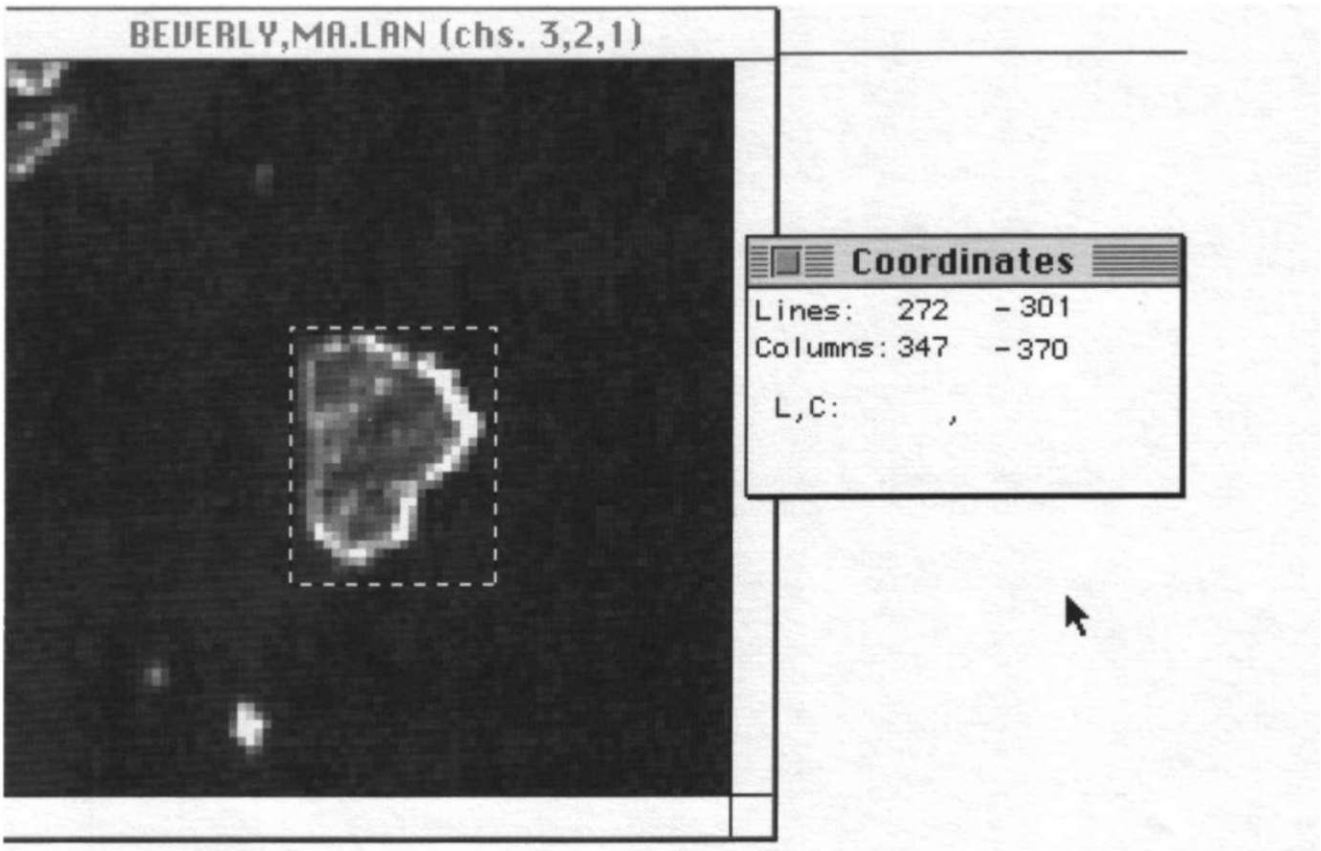


Рис. 1

Для того, чтобы определить координаты выбранного участка, выберите функцию «Вывод на дисплей координат выбранного участка» (Show Selection Coordinates) в меню «Варианты» (Options) (см. окно с координатами на рис. 1).

Допустим, что окно, содержащее изображение, представляет собой большую координатную сетку с координатами левого верхнего угла (0, 0), координатами верхнего правого угла (512, 0), координатами нижнего левого угла (0, 512) и координатами нижнего правого угла (512, 512) (см. рис. 2). Горизонтальные строки изображения нумеруются так же, как строки таблицы. Вертикальные столбцы изображения нумеруются так же, как столбцы таблицы.

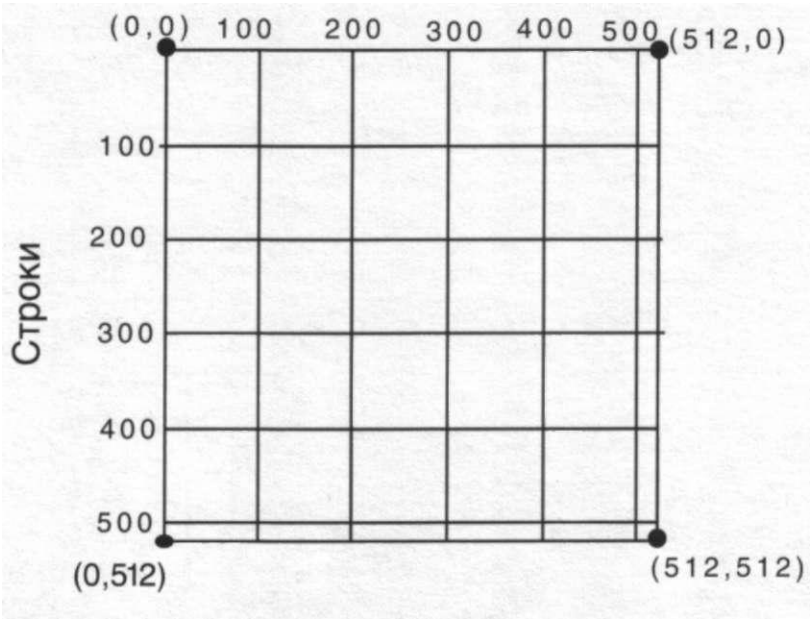


Рис. 2

Участок, выбранный на рис. 1, занимает строки от 272 до 301 и столбцы от 347 до 370. Так как 301 — 272 = 29, высота выбранного участка составляет 29 пикселов или 30 x 29 = 870 метров. Количество занимаемых участком столбцов составляет 370 — 347 = 23 пиксела, или 30 x 23 = 690 метров. Таким образом, площадь выбранного на рис. 1 прямоугольного участка равна 870 x 690 = 600300 квадратных метров.

Выполним такие же операции, чтобы определить площадь участка, выделенного на рис. 3.

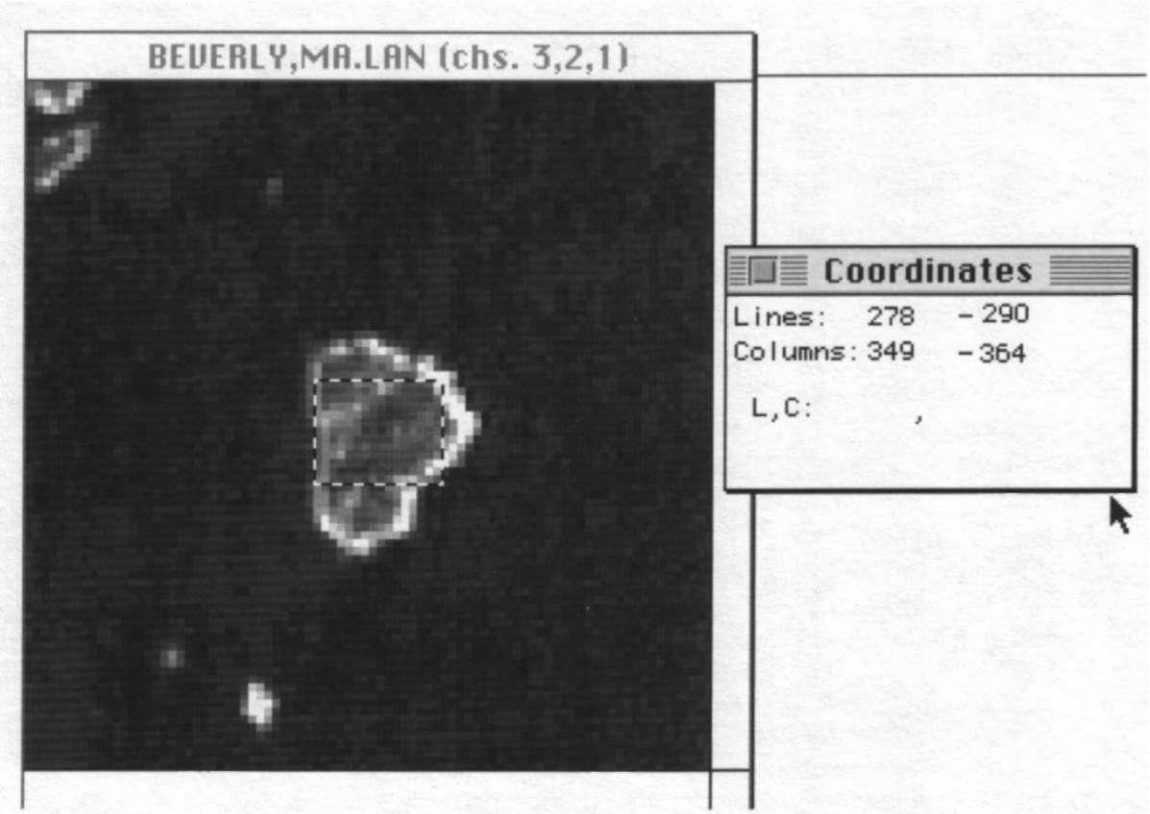


Рис. 3

(290 — 278) x 30 = 360 метров; (364 — 349) x 30 = 450 метров. Площадь участка равна 360 x 450 162000 квадратных метров.

Пользуясь полученной информацией, рассчитаем приблизительную площадь острова.

(600300 + 162000)/2 = 381150 квадратных метров. Если допустить, что результат получен с точностью до одной наиболее значащей цифры, площадь острова составляет примерно 400 тысяч квадратных метров.

На этом заканчивается учебное пособие по использованию основных функций програмым МиШБрес. Теперь вы можете пользоваться изученными методами, исследуя спутниковые изображения своего района. Программное обеспечение МиШБрес позволяет выполнять многие другие функции, о которых говорится в следующей части учебного пособия, предназначенной для более опытных пользователей.

Установка программы MultiSpec® на компьютере, совместимом с IBM

- Включите компьютер.
- Создайте каталог MULTSPEC на жестком диске, чтобы копировать в него файлы.

  Скопируйте файл MULTSPEC.EXE (если в вашем компьютере не установлен математический сопроцессор) или файл MULTSPEP.EXE (если в вашем компьютере установлен математический сопроцессор) в новый каталог MULTSPEC на жестком диске.
- Вставьте в дисковод дискету с надписью «Beverly,MA» на ярлыке.

  Скопируйте файл BEVERLY.LAN в каталог MULTSPEC на жестком диске, содержащий исполнительный файл программы MultiSpec.

  Скопируйте файл BEVERLY.STA в каталог MULTSPEC на жестком диске, содержащий исполнительный файл программы MultiSpec.
- Запустите операционную систему Windows.

  Создайте новую программную группу (Program Group).

1. В меню «Файл» (File) выберите функцию «Новый файл» (New). На экране появится диалоговое окно «Новый программный объект» (New Program Object).
2. Выберите вариант «Группа программы» (Program Group) и нажмите щелчком мыши кнопку «OK».
3. В диалоговом окне «Свойства группы программы» (Program Group Properties) введите имя «MultiSpec» в поле «Описание» (Description).
4. Нажмите щелчком мыши кнопку «OK». В окне программы-администратора (Program Manager) должна появиться новая группа пиктограмм.

- Создайте новый программный элемент (Program Item).

1. Откройте (Open) окно созданной вами программной группы (Program Group).
2. В меню «Файл» (File) выберите функцию «Новый файл» (New). На экране появится диалоговое окно «Новый программный объект» (New Program Object).
3. Выберите вариант «Программный элемент» (Program Item) и нажмите щелчком мыши кнопку «OK».
4. В диалоговом окне «Свойства группы программы» (Program Group Properties) введите имя «MultSpec» в поле «Описание» (Description).
5. В поле «Строка команд» (Command Line) введите путь доступа, имя файла программы и расширение имени программы MultiSpec.

   Например: C:\MULTSPEC\MULTSPEP.EXE
6. В поле «Рабочий каталог» (Working Directory) введите путь доступа и имя каталога, в котором записаны файлы.

   Например: C:\MULTSPEC
7. Нажмите щелчком мыши кнопку «OK». В новом окне группы программы (Program Group) должна появиться пиктограмма нового программного элемента.

- Теперь вы можете запустить программу MultiSpec так же, как запускаются любые другие прикладные программы в операционной системе Windows, выбрав пиктограмму программы двойным щелчком мыши.

Примечание. Если в процессе установки параметров программы в операционной системе Windows возникнут какие-либо проблемы или если программа MultiSpec не будет запускаться, см. дополнительную справочную информацию и рекомендации по поиску и устранению причин возникающих проблем в руководстве для пользователей операционной системы Windows, поставляемом вместе с компьютером.

Изучение спутникового изображения

Требуемые материалы и оборудование

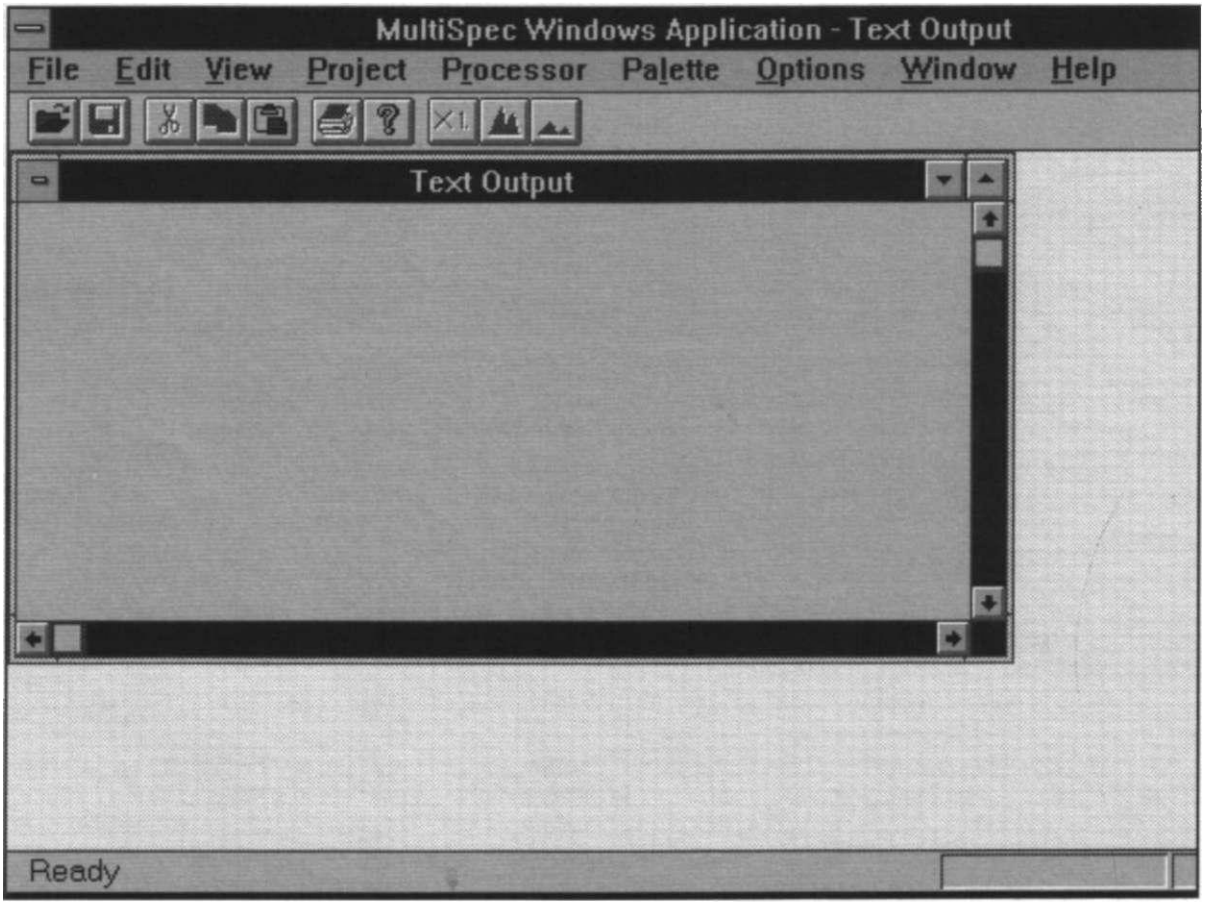
Совместимый с IBM компьютер с файлом BEVERLY.LAN, скопированным на жесткий диск.

Подготовка

Включив компьютер, запустите операционную систему Windows.

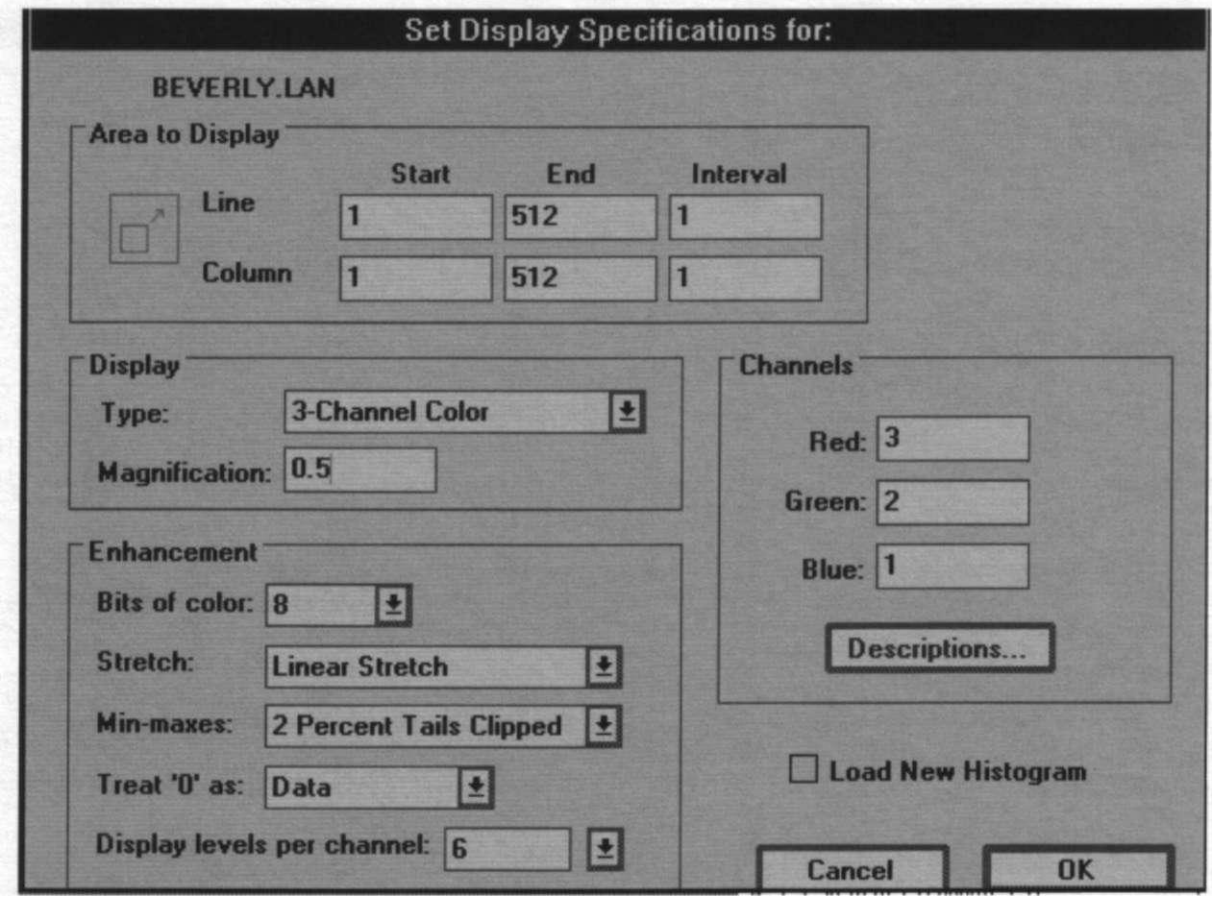
Откройте окно программной группы, выбрав двойным щелчком мыши пиктограмму группы программы MultiSpec.

Запустите программу MultiSpec, выбрав пиктограмму элемента программы MultiSpec двойным щелчком мыши. На дисплее должно появиться окно под заголовком «Вывод текста» (Text Output). Появившийся экран должен походить на приведенную ниже иллюстрацию.



Вызовите падающее меню «Файл» (File) и выберите функцию «Открыть изображение» (Open Image). Выберите двойным щелчком мыши имя файла BEVERLY.LAN, содержащего изображение, полученное с помощью спутника Landsat.

На экране должно появиться диалоговое окно под заголовком «Установка параметров дисплея для файла BEVERLY.LAN» (Set Display Specifications for 'BEVERLY.LAN').

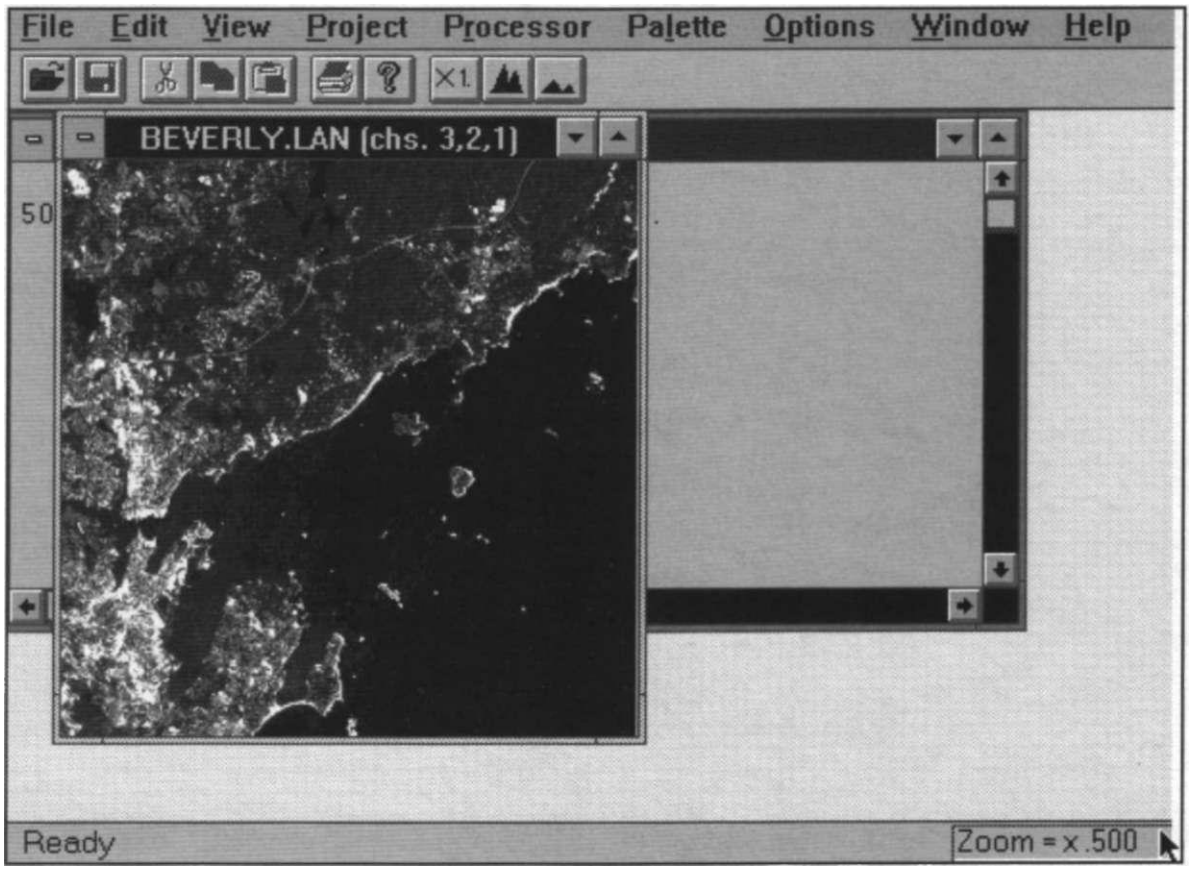


Выберите щелчком мыши элемент окна, озаглавленный «Тип дисплея» (Display type), и убедитесь в том, что выбран трехканальный цветной монитор (3-Channel Color).

Не изменяйте 8-битовый режим обработки изображения (Bits of color: 8)! (Если вы присвоили программе объем оперативной памяти, превышающий 8 мегабайт, и ваш компьютер поддерживает 24-битовый режим обработки изображений, вы можете выбрать щелчком мыши элемент окна «Цветовые биты» (Bits of Color) и выбрать значение «24»). Если вы выберете 24-битовый режим обработки изображений, не располагая достаточным объемом присвоенной программе оперативной памяти, на экране появится сообщение «Имеющийся объем памяти недостаточен» (Not enough memory is available), и вы столкнетесь с проблемами при просмотре изображений на экране. Это сообщение относится не к общему объему памяти, установленной в компьютере, а к объему памяти, присвоенной данной программе.

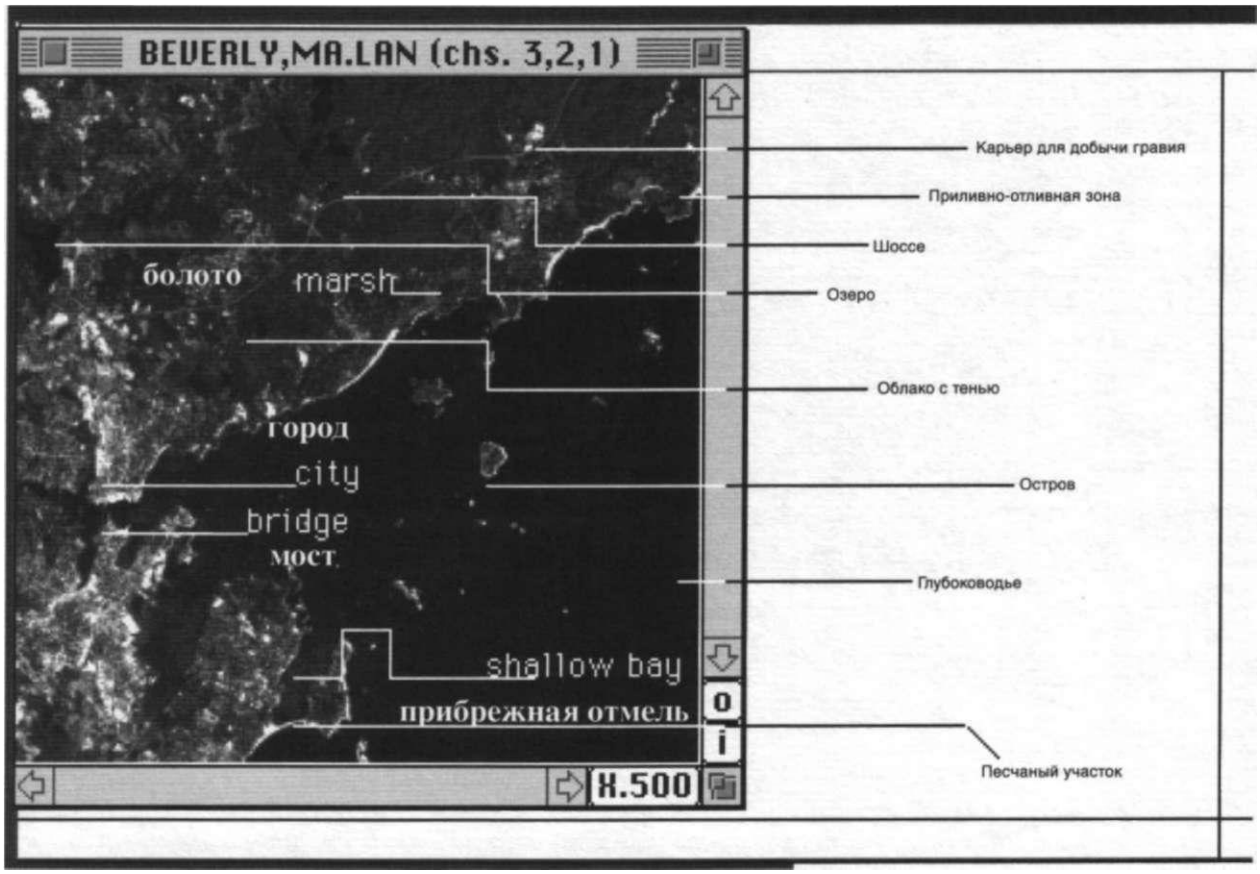
Перейдя к элементу окна «Каналы» (Channels), введите значение «3» в графе «Красный» (Red), значение 2 в графе «Зеленый» (Green) и значение «1» в графе «Синий» (Blue), после чего выберите щелчком мыши кнопку «OK». Для того, чтобы отредактировать значение каждого из цветовых параметров, выберите щелчком мыши пространство слева от числового значения и, не отпуская нажатую кнопку мыши, перетащите курсор вправо, или выберите элемент со значением двойным щелчком мыши. Это приведет к выделению на экране значения, которое вы желаете изменить. После того, как значение будет выделено, отпустите кнопку мыши. Если значение будет выделено, введите число, которым вы желаете заменить выделенное значение. Для того, чтобы переходить от одного элемента окна к другому, можно пользоваться клавишей табуляции (Tab).

Выберите щелчком мыши кнопку «OK». В левой верхней части экрана должно появиться спутниковое изображение. При увеличении x.500 все изображение должно помещаться на экране.



- Для того, чтобы увеличить размер окна, выберите щелчком мыши квадратное поле изменения размеров окна в нижнем правом углу окна и перетащите это поле вправо и вниз. В нижней правой части окна с изображением, слева от углового поля изменения размеров окна, находится поле со значением коэффициента увеличения, в котором указано значение «Zoom=x.500». В этом поле указывается текущее значение коэффициента увеличения изображения. Три крайних правых поля строки кнопок программных функций, расположенной непосредственно над окном просмотра изображения, используются с целью управления коэффициентом увеличения изображения. Выбор щелчком мыши кнопки с обозначением «XI.» всегда приводит к возвращению первоначального вида изображения (с коэффициентом увеличения 1). Выберите щелчком мыши это поле. В поле, указывающем значение коэффициента увеличения (в нижнем правом углу окна программы), будет указан коэффициент «Zoom=x.1.0»; при этом изображение должно заполнить все окно просмотра изображения, увеличившись в той или иной степени, в зависимости от выбранного вами размера окна просмотра. Если диагональ экрана вашего монитора меньше 17 дюймов (43,2 см) для просмотра всего изображения может потребоваться его перемещение вверх и вниз с помощью стрелок прокрутки.

1. Попытайтесь распознать на изображении дороги, мосты, озера, населенные пункты, лесистые участки, пляжи, болотистые прибрежные участки и мелководные прибрежные участки океана. (Приведенное ниже изображение не отражает фактические характеристики экрана персонального компьютера с операционной системой Windows; оно приведено . исключительно с целью пояснения элементов изображения.)



2. *Масштабирование изображения*

Справа от кнопки «XI.» находятся кнопки, на которых изображены символы, напоминающие большие и маленькие горные вершины. Это поля масштабирования, позволяющие вам увеличивать и уменьшать масштаб просматриваемого изображения. (Мы будем обозначать поле увеличения изображения с символом больших горных вершин как поле «1», а поле уменьшения изображения с символом маленьких горных вершин — как поле «о».) Значение в нижнем правом угловом поле окна программы (называемого далее окном значения коэффициента увеличения) изменяется каждый раз, когда пользователь выбирает щелчком мыши поле «Ь> или поле «о» в строке кнопок программных функций. Нажмите на поле «г» одним щелчком мыши. Затем нажмите на это поле несколько раз подряд. В конечном счете вы увидите изображение, состоящее, наподобие мозаики, из отдельных квадратов (пикселов). Перед тем, как перейти к этапу 3, нажмите щелчком мыши на поле значений коэффициента увеличения. На экране должно появиться все изображение, а в поле значений увеличения появится значение «x1.0».

Вопросы

а) Как изменяется длина объектов, когда вы увеличиваете масштаб изображения и когда вы уменьшаете его?

Ответ. Длина объектов увеличивается и уменьшается пропорционально масштабу изображения.

б) Какую информацию вы получаете, увеличивая или уменьшая масштаб изображения? Какая информация при этом теряется?

Ответ. Увеличивая изображение, вы можете сосредоточить внимание на участке меньшей площади. В конечном счете изображение становится мозаикой отдельных пикселов. Уменьшая изображение, вы можете одновременно рассматривать участки большей площади.

3. Поля масштабирования изображения

Вы можете увеличивать изображение определенного участка, обводя его рамкой и пользуясь полями масштабирования. Поместите курсор мыши в верхнем левом углу участка, который вы желаете обвести рамкой, после чего нажмите кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите курсор мыши вправо и вниз. Обведя рамкой интересующий вас участок, отпустите кнопку мыши. Обратите внимание на то, что выбранный вами участок обрамлен пунктирными линиями. Нажмите щелчком мыши на поле увеличения изображения (i). Вы можете продолжать увеличение выбранного участка, последовательно нажимая щелчками мыши на поле Что вы наблюдаете? Если рамка, которой вы обвели участок, была не квадратной, наблюдается ли изменение пропорций изображения при увеличении? Постарайтесь обосновать ваш ответ.

Ответ. Пропорции элементов изображения не изменяются. Длины всех объектов изменяются пропорционально. Форма объектов остается неизменной при изменении их размеров.

Для того, чтобы увеличивать или уменьшать изображение на одну десятую текущего масштаба каждый раз, когда вы нажимаете щелчком мыши на поле увеличения или уменьшения, нажимайте клавишу «Ctrl» перед тем, как вы нажимаете на поле увеличения (i) или уменьшения (o).

Для того, чтобы вернуться к полномасштабному изображению, нажмите щелчком мыши на поле значений увеличения (xl). После этого в нем появится значение «Zoom=xl.0».

4. Панорамирование

Для того, чтобы перемещать изображение на экране, вы можете пользоваться полосами прокрутки со стрелками, обрамляющими окно снизу и справа.

Изучение цветов на спутниковом изображении

ВЫВОД изображения на дисплей

В меню «Процессор» (Processor) выберите функцию вывода изображения на дисплей (Display Image).

Прочтите следующее описание цветов и изображений, полученных с помощью спутников Landsat. Электронно-лучевая трубка компьютерного монитора испускает пучки, формирующие красный, зеленый и синий цвета не покрытии экрана. Каждый из этих цветов окрашивает, с различной интенсивностью, каждый из пикселов изображения на экране; в результате сочетания этих цветов образуются различные цветовые оттенки. «Каналами» (channels), которые иногда называются «полосами пропускания» (bands), называются частотные полосы света, отраженного объектами на изображении, регистрируемые оборудованием спутника В полосе 1 отражается синий свет, в полосе 2 — зеленый свет, и в полосе 3 — красный свет. Красный, синий и зеленый — первичные цвета видимого спектра.

Различные оттенки цветов образуются на экране в результате смешивания красного, зеленого и синего различной интенсивности электронно-лучевой трубкой компьютерного монитора. Например, сочетание красного и зеленого одинаковой интенсивности приводит к формированию желтого цвета, сочетание синего и зеленого одинаковой интенсивности приводит к формированию сине-зеленого цвета, а сочетание синего и красного одинаковой интенсивности — к формированию малинового цвета. В полосах 4 и 5 регистрируется свет, отраженный, соответственно, в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

Мы будем пользоваться следующими значениями пропускания красного, зеленого и синего (каналов RGB) с тем, чтобы получать различные сочетания каналов (полос пропускания).

Изображения в истинных цветах. Следующее сочетание полос пропускания позволяет получать изображения в истинных цветах, т. е. такое изображение, которое регистрировалось бы глазами наблюдателя, смотрящего на Землю из космоса.

Красный	3 (полоса пропускания красного света в видимом диапазоне)
Зеленый	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)
Синий	1 (полоса пропускания синего света в видимом диапазоне)

Другие сочетания полос пропускания позволяют получать изображения, которые человеческий глаз регистрировать не может. Такие изображения называются «изображениями в ложных цветах». Введите следующие сочетания значений полос пропускания и пронаблюдайте за результирующими изменениями.

А. Следующее сочетание полос пропускания имитирует инфракрасные аэрофотографии. Растительный покров, отражающий большое количество инфракрасного излучения, выделяется ярко-красным цветом при использовании этого сочетания полос пропускания. Поэтому такое сочетание полезно при изучении лесов.

Красный	4 (полоса пропускания света в ближнем инфракрасном диапазоне)
Зеленый	3 (полоса пропускания красного света в видимом диапазоне)
Синий	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)

Б. Следующее сочетание полос пропускания особенно полезно для распознавания лесов и степей. Хвойные леса выделяются на таких изображениях темно-зеленым цветом, лиственные леса — средним (центральным) оттенком зеленого, а степи и луга — светло-зеленым или желтовато-зеленым оттенком.

Красный	5 (полоса пропускания света в среднем инфракрасном диапазоне)
Зеленый	4 (полоса пропускания света в ближнем инфракрасном диапазоне)
Синий	2 (полоса пропускания зеленого света в видимом диапазоне)

Выполняя следующие операции, пользуйтесь компьютерным изображением, содержащимся в файле BEVERLY.LAN.

Определите расположение объектов, перечисленных в таблице на следующей странице, пользуясь каждым из указанных сочетаний полос пропускания красного, зеленого и синего света (RGB). Зарегистрируйте цвет каждого из этих объектов, наблюдаемый при использовании каждого сочетания полос пропускания. Сочетания полос пропускания обозначаются кодами; например, кодом RGB 321 обозначается сочетание, при котором канал 3 присваивается источнику красного цвета в электронно-лучевой трубке, канал 2 — источнику зеленого цвета, и канал 1 — источнику синего цвета. ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ ВЫБОР СОЧЕТАНИЯ ПОЛОС ПРОПУСКАНИЯ, ВЫЗОВИТЕ ПАДАЮЩЕЕ МЕНЮ «ПРОЦЕССОР» (PROCESSOR) И ВЫБЕРИТЕ ФУНКЦИЮ ВЫВОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ДИСПЛЕЙ (DISPLAY IMAGE).

Советы по устранению проблем

Если вы вызовете падающее меню «Файл» (File) и по ошибке выберете уже открытое изображение, вам придется исправить значения ВСЕХ параметров, а не только значения цветовых полос пропускания. Для того, чтобы правильно задать значения параметров, необходимо вернуться к инструкциям, приведенным в разделе «Подготовка».

Если вы увидите очень маленькое изображение, значит, вы выбрали по ошибке небольшой участок изображения и вывели его на дисплей. В меню «Процессор» (Processor) выберите функцию вывода изображения на дисплей (Display Image). Нажмите щелчком мыши на небольшое полу в верхнем левом углу, слева от слов «Строка» (Line) и «Столбец» (Column). Это приведет к возвращению на дисплей первоначального изображения площадью 512 x 512 пикселов.

Заполните следующую таблицу, регистрируя цвет каждого из перечисленных объектов, наблюдаемый при использовании каждого из сочетаний полос пропускания.

	RGB 321	RGB 432	RGB 542
- Пляжи			
- Шоссе			
- Лесистые участки			
- Океан			
- Города, поселки			

Испробуйте другие сочетания полос пропускания и запишите результаты ваших наблюдений.

Справочная страница

Полосы пропускания в программе MultiSpec и их применение

Полоса пропускания	Основное применение
1 Синий свет в видимом диапазоне	Полезен для картографирования прибрежных вод, картографирования типов лесной растительности, распознавания типов почв и растений и идентификации искусственных обьектов, таких, как дороги и здания
2 Зеленый свет в видимом диапазоне	Полезен для распознавания различных типов растительности, определения санитарного состояния растений и идептификации искусственных объектов
3 Красный свет в видимом диапазоне	Полезен для распознавания видов растений и идентификации искусственных объектов
4 Излучение в ближнем инфракрасном диапазоне	Полезно для определения типов растительности, санитарного состояния растений и распознавания границ водоемов
5 Излучение в среднем инфракрасном диапазоне	Полезно для распознавания снежного покрова и облаков, а также для определения содержания влаги в растительном покрове и почве
6 Тепловое инфракрасное излучение	(Не регистрируется на изображениях, полученных с помощью спутников Ьапо^а! и обработанных с целью записи на дискеты.) Полезно для определения относительной температуры поверхности и содержания влаги в почве
7 Излучение в среднем инфракрасном диапазоне с длиной волны, превышающей длину целью волны в полосе пропускания 5	(Не регистрируется на изображениях, полученных с помощью спутников Ьапо^а! и обработанных с записи на дискеты.) Полезно для распознавания различных минералов и пород, а также для определения количества удерживаемой растениями влаги

Источник: Томас М. Лиллсэнд и Ралф У. Кифер [Lillesand, Thomas M. & Kiefer, Ralph W.] 1987, «Дистанционная регистрация изображений и их интерпретация» [«Remote Sensing and Image Interpretation*], 2-е изд., Нью-Йорк, издательство John Wiley and Sons, стр. 567.

Раскрашивание мира

Предварительное чтение

Вы уже экспериментировали с изменением расцветки компьютерного изображения. По мере изменения сочетаний цветов различные объекты выделяются тем или иным цветом или становятся неразличимыми, когда они сливаются с окружающими объектами того же цвета. Пять каналов (полос пропускания), используемых в программе обработки компьютерных изображений MultiSpec, соответствуют данным, зарегистрированным в пяти различных частотных полосах спектра электромагнитного излучения. В каждой из этих пяти полос пропускания оборудование спутника Landsat 5 регистрирует отраженный свет или отраженное излучение и присваивает каждому пикселу изображения значение коэффициента интенсивности отражения (отражательной способности), определяющее уровень яркости.

Три из используемых полос пропускания соответствуют диапазону видимого света: канал 1 соответствует отраженному синему свету, канал 2 — отраженному зеленому свету, и канал 3 — отраженному красному свету. Отраженный красный, зеленый и синий свет полезен для распознавания искусственных объектов, таких, как дороги и здания, и естественных объектов, таких, как реки, озера и горы.

Другие две полосы пропускания, каналы 4 и 5, соответствуют инфракрасному диапазону излучения, невидимому для человеческого глаза. Регистрация отраженного инфракрасного излучения полезна для определения типов растений и санитарного состояния растений, для распознавания снежного покрова и облаков, а также для идентификации минералов и пород. Выбирая то или иное сочетание числовых значений трех каналов в отношении цветного изображения, содержащегося в файле **BEVERLY.LAN,** вы даете компьютеру указание вывести на дисплей изображение, основанное на данных, зарегистрированных в соответствующих трех частотных полосах спектра электромагнитного излучения.

Вы можете вывести на дисплей изображение, полученное только на 1 канале. Такое изображение будет отражать изменение интенсивности отраженного излучения только в одной частотной полосе электромагнитного спектра, например, только в полосе видимого красного света или в только в ближнем диапазоне инфракрасного излучения.

В ходе этого занятия вы сможете практиковаться в распознавании различных категорий объектов в зависимости от их отражательной способности в различных частотных полосах электромагнитного спектра. Это поможет вам лучше понимать изображения, полученные с помощью спутника Landsat 5.

Требуемые материалы и оборудование

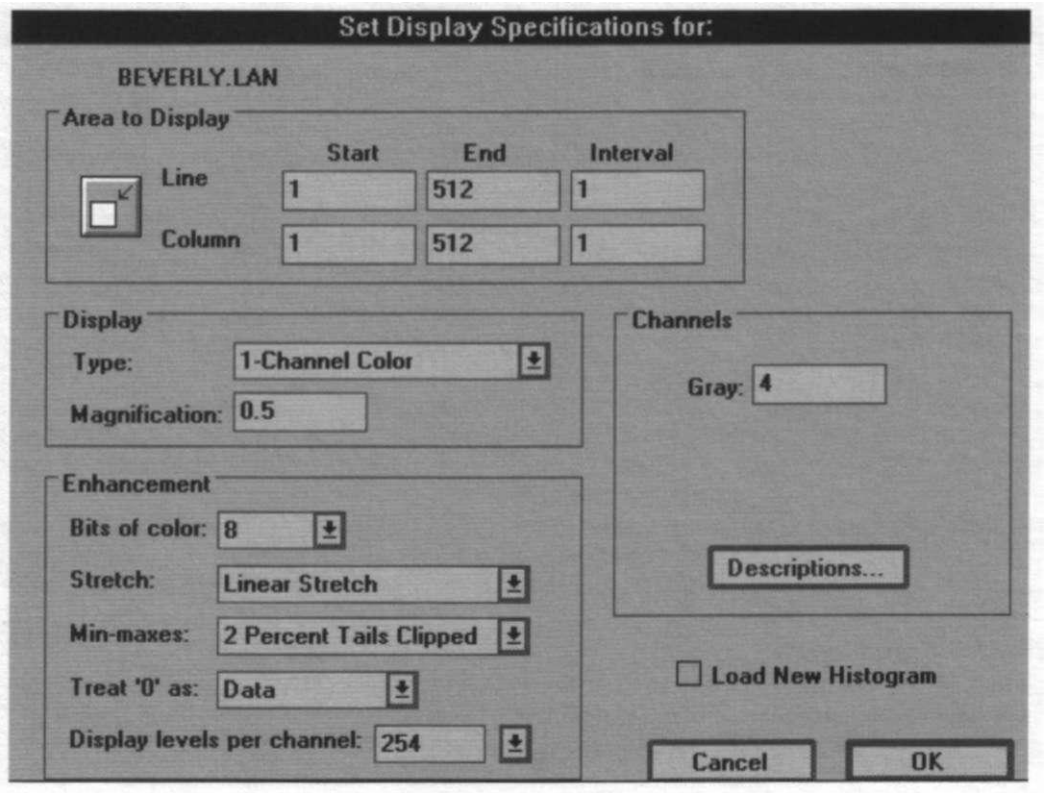
Два компьютера Macintosh, на каждом из которых установлено программное обеспечение MultiSpec и записан содержащий изображение файл **BEVERLY.LAN.**

Каждая группа учащихся должна объединиться с другой и использовать оба компьютера. Если в вашем распоряжении имеется достаточное количество компьютеров для того, чтобы каждый учащийся или каждая пара учащихся могли пользоваться отдельным компьютером, вы можете провести это занятие с большой группой учащихся, пользуясь тремя компьютерами одновременно. Это занятие можно проводить также с использованием одного компьютера, если объем установленной в компьютере памяти достаточен для одновременного просмотра нескольких копий изображения, содержащегося в файле **BEVERLY.LAN.**

Мы изучим взаимосвязь между характеристиками электромагнитного излучения и каналами (полосами пропускания), которые могут быть выбраны с помощью функции **«Вывод изображения на дисплей» (Display Image)** в меню **«Процессор» (Processor)** программы MultiSpec. В ходе занятия полезно иметь под рукой справочную страницу с таблицей «Полосы пропускания в программе MultiSpec и их применение».

- Если вы перезапустили компьютер, выполните первые четыре операции, описываемые в разделе «Подготовка», чтобы вызвать диалоговое окно под заголовком **«Установка параметров дисплея» (Set Display Spécifications)** и задать значения параметров в отношении файла **BEVERLY.LAN.**
- Выберите щелчком мыши поле под заголовком **«Тип дисплея» (Display type)** и выберите **одноканальное цветовое изображение** (1**-channel color).**

Выберите щелчком мыши поле под заголовком «Цветовые биты» (Bits of color) и выберите 8-битовый или 24-битовый режим обработки цветного изображения, в зависимости от имеющегося объема оперативной памяти.



Далее приводятся различные указания в отношении двух компьютеров.

На экране первого компьютера введите значение «4» в отношении канала, обозначенного словом «Серый» (Grey). (Не забудьте выделить заменяемое значение перед вводом нового значения. Функция стирания предыдущего значения не всегда выполняется этой программой.) Нажмите клавишу возврата (Return) или нажмите щелчком мыши кнопку «OK».

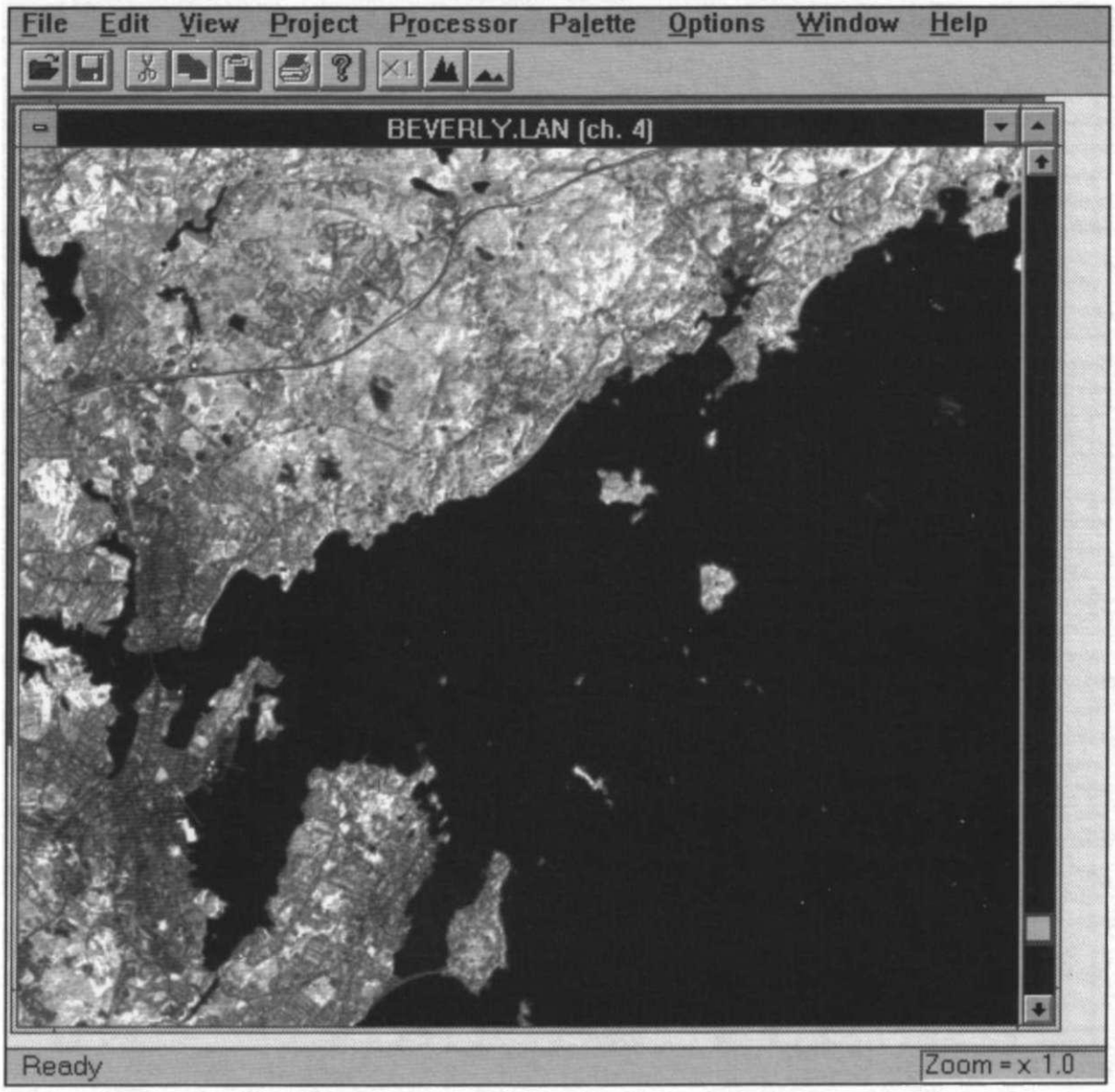
Появившееся на экране изображение, составленное из оттенков серого, соответствует распределению уровней интенсивности отражения электромагнитного излучения в одной полосе пропускания. Какая полоса пропускания отображается? Соответствует ли она диапазону видимого света?

На экране второго компьютера введите значение «3» и нажмите клавишу возврата (Return) или нажмите щелчком мыши кнопку «OK».

Какая частотная полоса электромагнитного излучения регистрируется на канале 3? Соответствует ли она диапазону видимого света?

Если у вас есть третий компьютер, выберите другую полосу пропускания в диапазоне видимого света.

После того, как изображение будет выведено на дисплей, увеличьте окно просмотра примерно в два раза. Выберите щелчком мыши поле значения коэффициента увеличения (xl) в нижнем правом углу окна просмотра, чтобы увеличить изображение. На экране должно появиться изображение, сходное с приведенным на следующей иллюстрации.



- Переместите изображения так, чтобы на экранах обоих компьютеров находился один и тот же участок изображения.
- Оставив оба изображения на экранах компьютеров, дайте всем учащимся внимательно рассмотреть оба экрана. Изображения будут составлены из оттенков серого цвета.
- Для того, чтобы ответить на вопросы, приведенные ниже, потребуется изменение выбора каналов, используемых программой на обоих компьютерах. Для того, чтобы изменить выбор каналов, выберите функцию вывода изображения на дисплей «Display Image» в меню «Процессор» (Processor) программы MultiSpec и замените текущее значение канала желаемым.

Прочтите следующее пояснение

Если объект отличается высокой отражательной способностью в той или иной полосе пропускания, он выглядит очень ярким (почти белым) на изображении. Если объект отличается очень низкой отражательной способностью в той же полосе пропускания, он выглядит очень темным (почти черным) на изображении. Например, если объект отражает большее количество синего цвета, чем красного света, он будет выглядеть более светлым на изображении, в отношении которого был выбран канал 1 (пропускания синего света), чем на изображении, в отношении которого был выбран канал 3 (пропускания красного света).

Дайте подробные ответы на следующие вопросы

1. Деревья и железнодорожный мост между городами Беверли и Сэлем должны быть лучше различимы на одном изображении по сравнению с другим. Дороги ярко выделены на одном изображении и остаются темными на другом. Разъясните эти наблюдения на основе отражательной способности объектов в полосе пропускания красного света и в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне.

   Деревья поглощают красный свет и выглядят темными в полосе пропускания красного света, отличаясь от пляжей, степей и лугов. В ближнем инфракрасном диапазоне деревья выглядят очень яркими, потому что они отражают излучение в этом диапазоне. Поэтому на соответствующем изображении их трудно отличить от степей и лугов.

   Мелководный участок к востоку от моста между городами Беверли и Сэлем отражает небольшое количество красного света и выглядит светлее, чем более глубоководная часть океана. Все покрытые водой участки поглощают излучение в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

   Железнодорожный мост отражает красный свет и легко различим в полосе пропускания видимого красного света. При этом мост поглощает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне, и его трудно различить на изображении, полученном в полосе пропускания инфракрасного излучения.

   Покрытие шоссе отражает видимый красный свет и поглощает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне.

2. Перечислите другие объекты, которые отличаются высокой отражательной способностью в полосе пропускания видимого красного света и низкой способностью к отражению излучения в ближнем инфракрасном диапазоне или наоборот, высокой отражательной способностью в ближнем инфракрасном диапазоне и низкой способностью к отражению излучения в полосе пропускания видимого красного света.

   Здания, которые называют искусственными объектами, потому что они построены людьми, отражают видимый красный свет, но поглощают излучение в ближнем инфракрасном диапазоне.

Примечание. Для того, чтобы ответить на следующие вопросы, необходимо изменить выбор полос пропускания на обоих компьютерах и сравнить результирующие изображения.

3. Искусственными объектами называют изготовленные людьми объекты, такие, как дороги, здания и мосты. Какими характеристиками отражения видимого света и инфракрасного излучения отличаются эти объекты? На компьютере, показывающем изображение в полосе пропускания видимого красного света, выберите, последовательно, полосу пропускания видимого зеленого света (канал 2), а затем полосу пропускания видимого синего света (канал 1), чтобы ответить на этот вопрос.

   Искусственные объекты отличаются высокой отражательной способностью во всех полосах пропускания видимого света и низкой отражательной способностью в ближнем диапазоне инфракрасного излучения.

4. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности океана в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне? Можно произвести дополнительные исследования с помощью имеющихся в библиотеке источников с тем, чтобы определить, почему водоемы выглядят синими для человеческого глаза.

   Водоемы поглощают почти всю энергию излучения, но отражают синий видимый свет в большей степени, чем свет другой частоты.

5. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности деревьев в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне?

   Деревья отражают небольшое количество красного и синего видимого света, и несколько большее количество видимого зеленого света. Они отражают большое количество излучения в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах.

6. Какие выводы позволяет сделать наблюдение отражательной способности искусственных объектов в полосах пропускания а) красного, б) синего и в) зеленого видимого света, а также г) в полосе пропускания излучения в ближнем инфракрасном диапазоне?

   Искусственные объекты отражают видимый свет во всех полосах пропускания, но отличаются низкой отражательной способностью в ближнем инфракрасном диапазоне.

7. Над городом Беверли и на нескольких других участках изображения заметны небольшие облака. Какие наблюдения можно сделать, наблюдая отражательную способность облаков в различных полосках пропускания?

   Облака отражают весь видимый свет и все инфракрасное излучение. Поэтому получение изображений без облаков важно для распознавания характеристик поверхности Земли. Облака «скрывают» поверхность Земли. Радиолокационные сигналы проникают через облака. На спутнике Ьапйъа! 6, который не удалось запустить, был установлен радиолокационный датчик.

8. Тени облаков и озера выглядят темными на изображении. Попробуйте найти способы отличать тени облаков от озер, выбирая различные полосы пропускания.

   Озера отражают очень небольшое количество видимого света и практически не отражают инфракрасное излучение. Тени облаков «прозрачны» для излучения, отражаемого любыми объектами, расположенными в тени. Это означает, что, например, деревья, находящиеся в тени облака, будут отражать большое количество инфракрасного излучения.

9. Сформулируйте и запишите вопрос, относящийся к цветам объектов и изображениям и ответьте на него самостоятельно или попросите другую группу учащихся ответить на этот вопрос. Запишите вопрос и ответ.

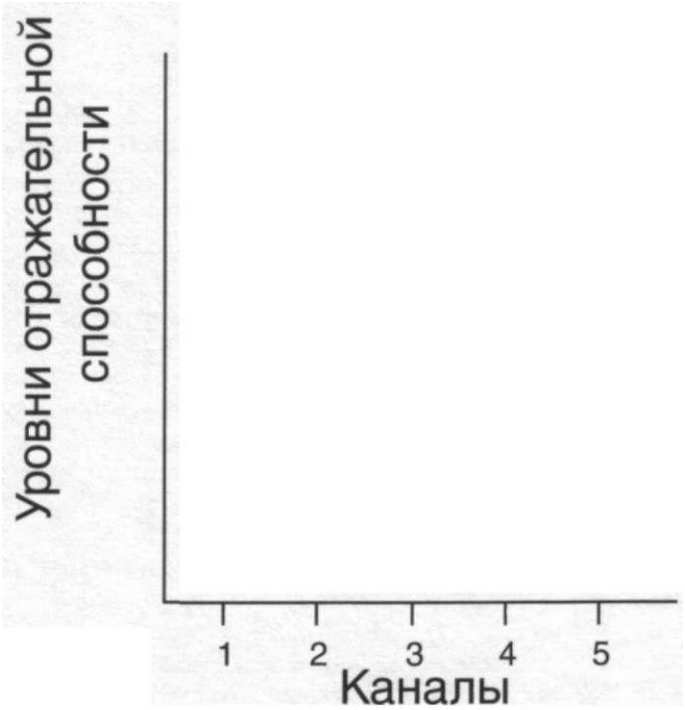
   Ответы могут быть различными, в зависимости от вопросов.

10. Человек, подготавливавший схему, приведенную ниже на иллюстрации, не закончил работу.

    а) Обозначьте шкалу оси «Уровни отражательной способности».

    б) Озаглавьте номера, обозначенные на оси «Каналы».

11. Предположим, что вы выбрали пиксел изображения, соответствующий только лесному покрову. Постарайтесь угадать значения отражательной способности лесного покрова в каждой полосе пропускания и обозначьте эти значения на диаграмме, приведенной выше (см. вопрос 10). Отвечая на этот вопрос, пользуйтесь ответом на вопрос 5. .


Уровни отражательной способности
1
2
3
4
5
Каналы

Построение графиков

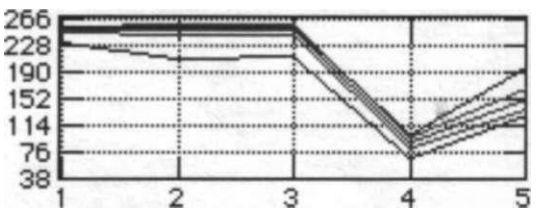
Предварительное чтение

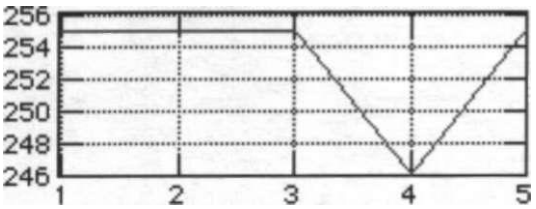
Гистограмма (столбцовая диаграмма), которую вы будете изучать, демонстрирует значения отражательной способности в каждой из 5 полос пропускания волн различной длины, регистрируемых спутниковым оборудованием. По горизонтальной оси гистограммы номера от 1 до 5 соответствуют полосам пропускания синего, зеленого и красного видимого света и излучения в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах. По вертикальной оси откладывается уровень отражательной способности от 0 (отсутствие отражения) до 255 (максимальная отражательная способность). Иногда значения, регистрируемые по вертикальной оси, превышают уровень, равный 255, но значения, отображаемые на графике, никогда не превосходят 255. Следует от метить, что значения, отображенные на графике, имеют смысл только в точках пересечения с вертикальными прямыми, соответствующими горизонтальным позициям 1, 2, 3, 4 или 5. Отрезки, соединяющие эти точки, не соответствуют каким-либо значениям отражательной способности волн другой длины. Они просто облегчают чтение графика.

Красной линией обозначается среднее значение отражательной способности, рассчитанное для всех пикселов выбранного участка. Зелеными линиями обозначены все значения отражательной способности, не отличающиеся от среднего значения более чем на 1 единицу стандартного (среднеквадратического) отклонения. Синими линиями обозначаются максимальные и минимальные значения. Формальное определение стандартного отклонения еще не разработано. В данном случае зелеными линиями ограничивается полоса значений, соответствующая примерно 66% общего количества значений отражательной способности, полученных для выбранного участка.

С математической точки зрения, основное внимание следует уделять интерпретации графиков. Вы будете просматривать графики, которые автоматически масштабируются программой таким образом, чтобы они заполняли окно просмотра. Хотя это удобно, в результате расстояния между делениями вертикальной шкалы графика могут резко изменяться, что может приводить пользователя в замешательство. Таким образом, хотя два графика могут походить один на другой, фактический вертикальный диапазон изменения значений на этих графиках может быть совершенно различным. (Мы хотим подчеркнуть разницу между графиками, относительная форма которых может быть одинакова, но абсолютная форма которых различна.)

Например, взгляните на два графика, приведенные на следующей странице. Хотя их относительная форма примерно одинакова, их абсолютные формы совершенно различны. На гистограмме слева наблюдается резкое понижение значений в полосе пропускания 4, так же, как и на гистограмме справа. Тем не менее, понижение, наблюдаемое на гистограмме справа, незначительно по сравнению с понижением, отображенным на гистограмме слева! При этом понижение на правой гистограмме кажется более выраженным. Только внимательно рассмотрев значения вертикальной шкалы, мы понимаем, что понижение значений на гистограмме слева соответствует изменению интенсивности отражения на почти 200 единиц, в то время как понижение значений на гистограмме справа соответствует уменьшению значений интенсивности отражения только на 9 единиц. Относительное расположение понижений на обоих графиках одинаково, но абсолютная величина этих понижений совершенно различна.





Каким образом участки изображения классифицируются и различаются с помощью гистограмм?

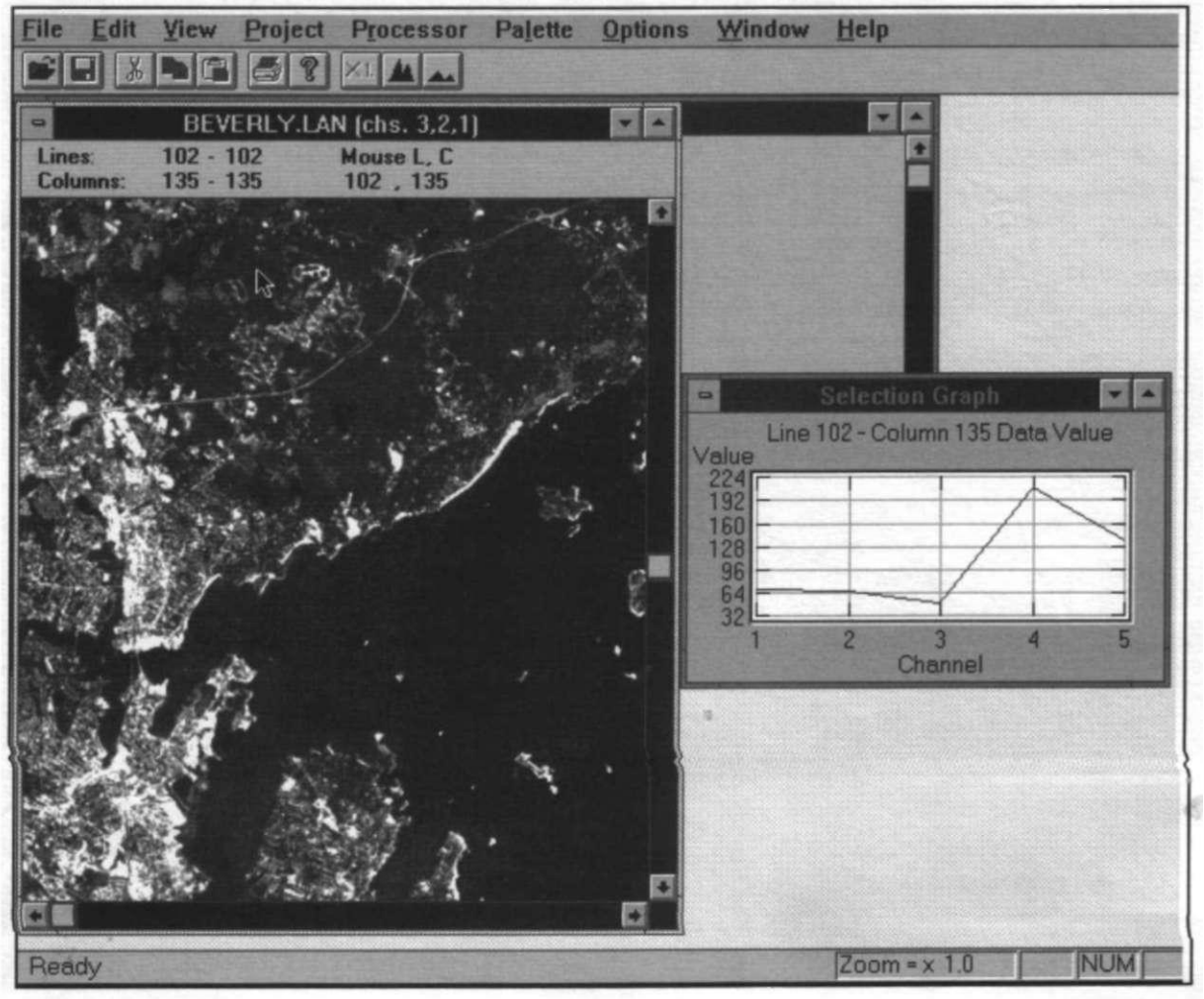
Вы уже, вероятно, понимаете, что изучаемые нами изображения были подготовлены на основе цифровых значений интенсивности света, отраженного в различных полосах частотного диапазона. Растягивание изображения и присвоение различных цветов различным длинам волн (полосам пропускания) помогло нам распознавать фактически различные участки изображения, которые на первый взгляд выглядели сходными. Но некоторые участки компьютерного изображения могут выглядеть сходными даже в том случае, если им соответствуют различные объекты на поверхности Земли. В ходе настоящего занятия мы научимся пользоваться еще одним средством программы МиШБрес, помогающим классифицировать и распознавать различные участки изображений.

Правильное расположение окон

Запустите программу MultiSpec и откройте изображение города Беверли, штат Массачусетс. Присвойте красному, зеленому и синему цветам значения каналов 3, 2 и 1, чтобы получить изображение в истинных цветах.

Выберите функцию «Строка координат» (Coordinates Bar) в меню «Просмотр» (View). После этого выберите функцию «Новый график параметров выбранного участка» (New Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). Выберите щелчком мыши любую точку в окне просмотра изображения, чтобы выделить это окно, а затем выберите еще одним щелчком мыши любой пиксел изображения.

Изменяя размеры окон с помощью поля в нижнем правом углу каждого окна и перемещая окна (перетаскивая мышью строку заголовка окна), расположите окна так, чтобы их конфигурация походила на конфигурацию окон на приведенной ниже иллюстрации.



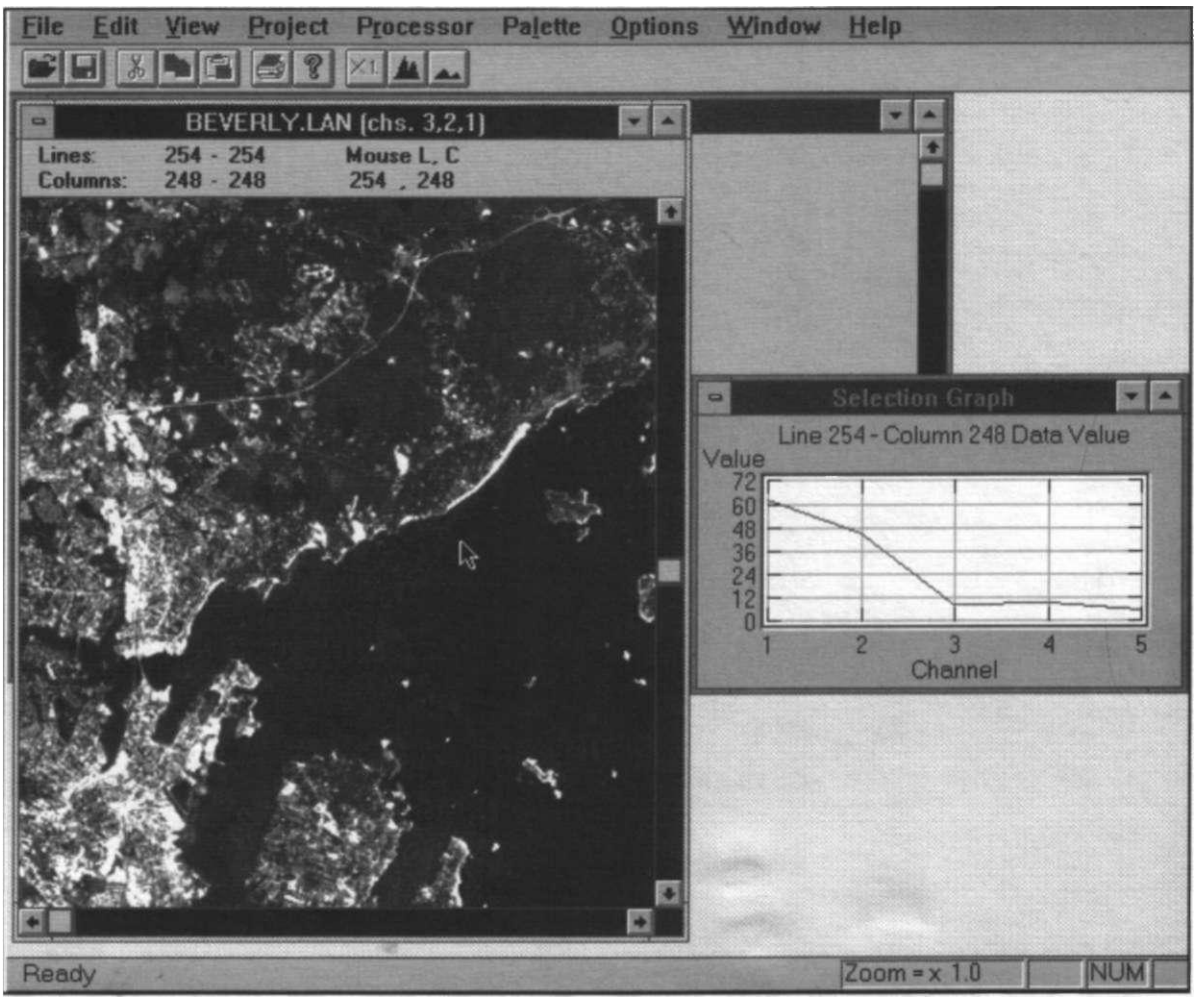
Строка координат

Непосредственно над окном просмотра изображения находится строка координат (Coordinates Bar). С помощью этой строки пользователь узнает, какой именно участок изображения он выбрал щелчком мыши. Координаты курсора приводятся в виде пар значений, причем первое значение в паре соответствует номеру строки, а второе — номер столбца изображения. В примере на иллюстрации выбранный пользователем пиксел занимает позицию с координатами (102, 135). В зависимости от степени увеличения изображения для того, чтобы найти тот или иной пиксел изображение, может потребоваться перемещение изображения с помощью стрелок прокрутки.

График параметров выбранного участка

Снизу от окна координат расположено окно графика параметров выбранного участка. Этим окном вы научитесь пользоваться в процессе работы с компьютером. В этом окне приводится график значений отражательной способности пиксела или группы пикселов, которые вы выбрали. На приведенной выше иллюстрации выбранный пользователем пиксел находится в позиции с координатами (102, 135).

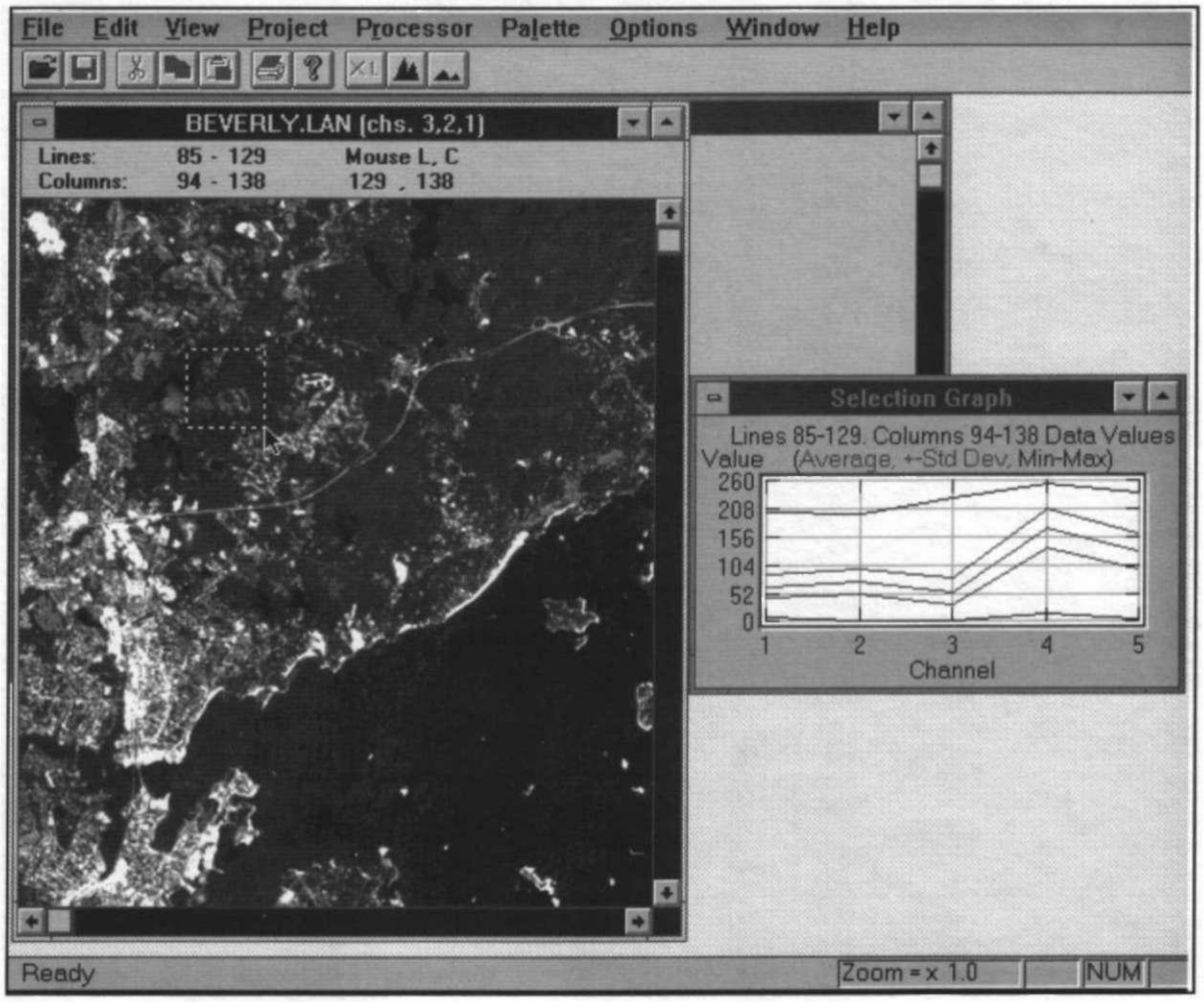
График позволяет получить ценную аналитическую информацию. По горизонтальной оси откладываются значения 1,2,3,4 и 5, которые соответствуют полосам пропускания синего, зеленого и красного видимого света, а также ближнему инфракрасному и среднему инфракрасному диапазонам излучения, регистрируемого оборудованием спутников Landsat. По вертикальной оси графика откладываются числовые значения отражательной способности, которые могут изменяться в диапазоне от 0 до 255. Нулевое значение отражательной способности соответствует практическому отсутствию отраженного света, а значение 255 соответствует большому количеству отраженного



света. Следует помнить о том, что значения, полученные для отдельного пиксела, могут оказаться результатов растягивания изображения. Выбранный нами пиксел изображения отличается наибольшей яркостью в полосе пропускания 4 и наименьшей яркостью в полосе пропускания 3. Это означает, что объект, расположенный в этой точке земной поверхности, отражает большее количество излучения в ближнем инфракрасном диапазоне, чем в других частях спектра.

Выберите щелчком мыши любую точку окна просмотра изображения, чтобы выделить его, после чего выберите щелчком мыши пиксел с координатами (Ь,С) = (254, 248), т. е. в нижней части изображения, в районе океана. Значения коэффициентов отражения в этой точке будут составлять примерно 60, 44, 10, 11 и 6 (см. приведенную ниже иллюстрацию).

Следует отметить, что в данном случае отражательная способность поверхности Земли ниже во всех полосах пропускания, чем в случае ранее выбранного пиксела с координатами (102, 135). Эта разница имеет смысл, так как мы ожидаем, что океан будет темнее суши. Если вы когда-нибудь летели на самолете над океаном и над лесом, вы заметили, наверное, что океан выглядит почти черным, тогда как лес кажется более светлым, чем с поверхности Земли. Тот факт, что вода поглощает почти всю энергию излучения Солнца, помогает определить с помощью спутникового изображения, покрыт ли темный участок поверхности Земли водой.



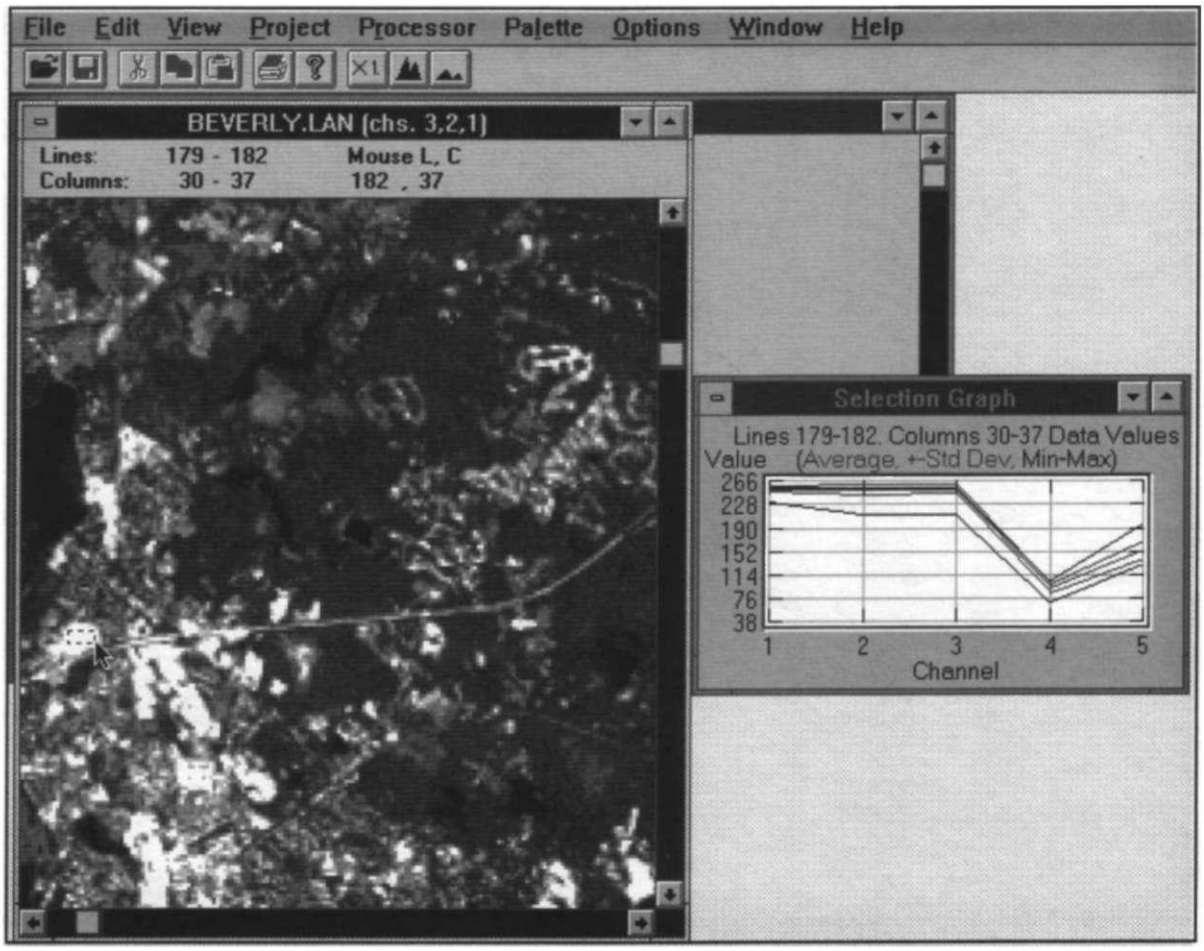
Теперь нажмите кнопку мыши и перетащите курсор так, чтобы выбрать прямоугольный участок изображения, содержащий множество пикселов. Мы выбрали прямоугольник, левый верхний угол которого занимает позицию с координатами (Ь,С) = (85, 94), а правый нижний угол — позицию (Ь,С) = (129, 138). Постарайтесь выбрать те же координаты левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника. Результат показан на приведенной ниже иллюстрации.

Следует отметить, что выбранный прямоугольник содержит пять строк изображения. Красной линией на графике обозначаются средние значения отражательной способности, полученные для всех пикселов выбранного прямоугольного участка изображения. Синими линиями обозначаются максимальные и минимальные значения отражательной способности выбранных пикселов.

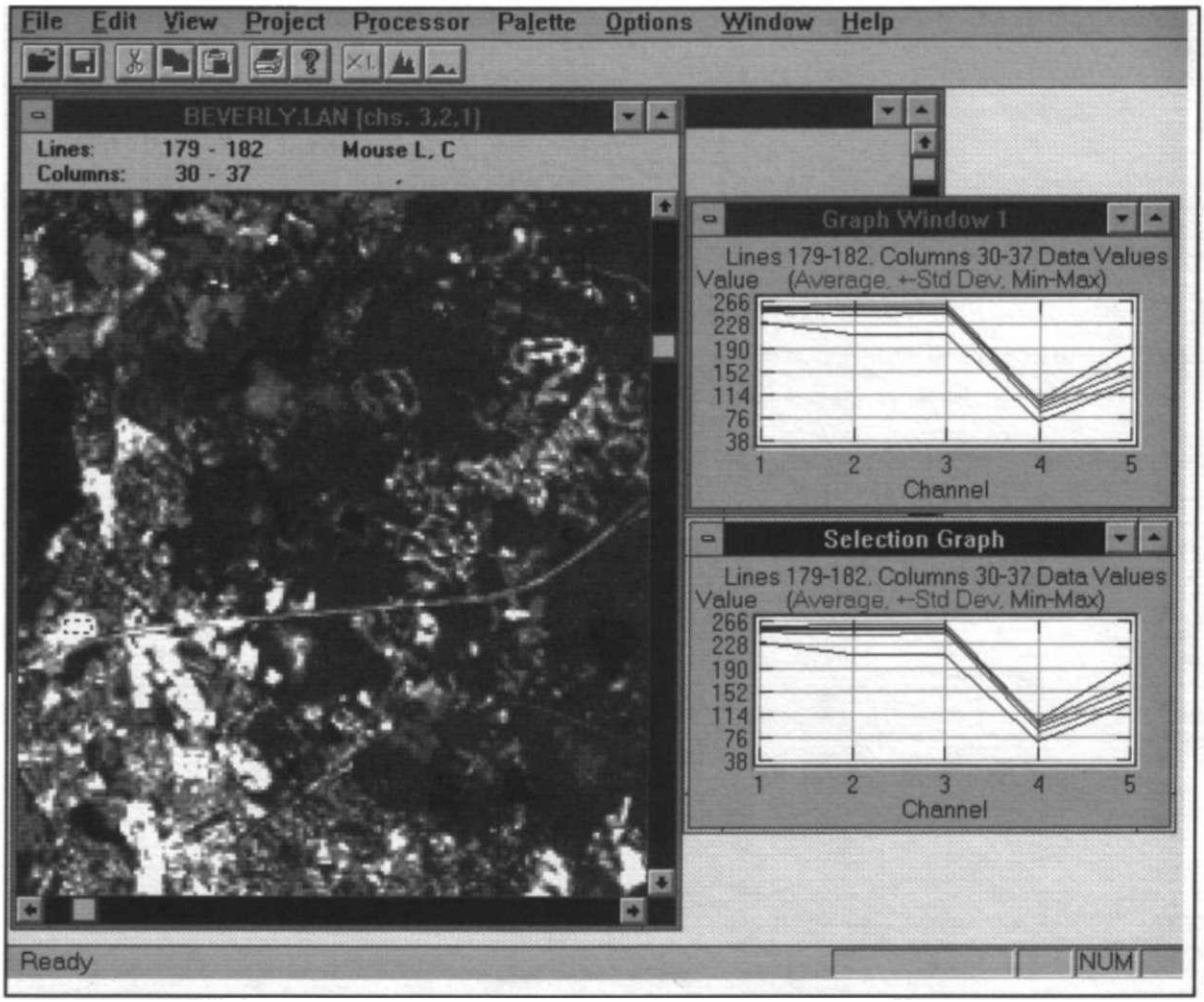
Например, взгляните на значение отражательной способности в полосе пропускания 4. В отношении всех пикселов, содержащихся на выбранном участке, наименьшая отражательная способность в этой полосе пропускания составляет 10 единиц, максимальное значение составляет примерно 255, 66% всех значений отражательной способности составляют от 130 до 208, и средняя отражательная способность равна примерно 160.

Использование окна гистограммы с целью распознавания различных участков изображения

Мы можем пользоваться окном с гистограммой, чтобы определять сходные и различные участки изображения. Мы выберем интересующий нас участок изображения и сохраним (запишем на диск) относящуюся к нему гистограмму, чтобы сравнить ее с другой гистограммой, полученной для другого интересующего нас участка. Выберите увеличение изображения «x2.0». Нажмите кнопку мыши и перетащите курсор мыши так, чтобы выбрать прямоугольный участок, верхний левый угол которого занимает позицию с координатами (Ь,С) = (179, 30), а правый нижний угол — позицию с координатами (Ь,С) = (182, 37) (см. приведенную ниже иллюстрацию).

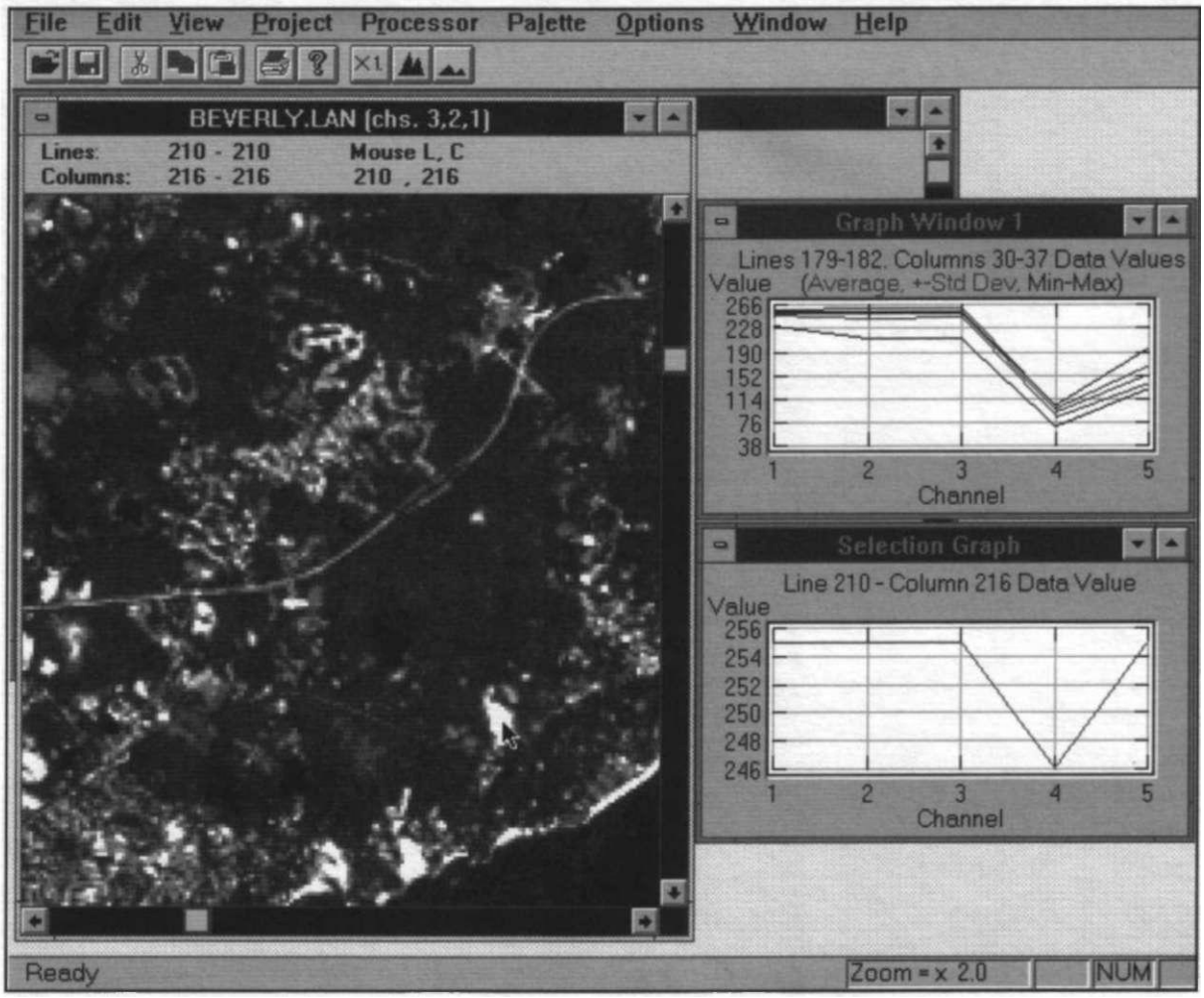


Выберите функцию «Сохранить график параметров выбранного участка» (Keep Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). Появится новый график отражательной способности выбранного участка, тогда как предыдущий график сохранится на экране даже после того, как вы выберете новый участок. Поместите график параметров второго выбранного участка под первым графиком (см. приведенную ниже иллюстрацию).



Добившись того, чтобы расположение окон и графиков на экране походило на конфигурацию приведенного на иллюстрации экрана, выберите щелчком мыши окно просмотра изображения, чтобы выделить его, после чего выберите щелчком мыши пиксел изображения. Обратите внимание на то, что верхний график при этом не изменяется, тогда как нижний изменяется. Одновременный вывод обоих графиков на дисплей позволяет нам сравнивать гистограмму нового участка с сохраненной гистограммой яркого участка, заметного на изображении. Этот яркий участок расположен рядом с дорогой, в пределах города Беверли. Скорее всего, повышенная яркость этого участка вызвана отражением света от крупных зданий с металлическими или бетонными покрытиями крыш.

Выберите только один пиксел с координатами (Ь,С) = (210, 216) на другом ярком участке, находящемся далеко за пределами города Беверли. Может ли этот участок также соответствовать району, застроенному зданиями? Давайте сравним гистограмму этого пиксела с гистограммой перового участка и попробуем определить, насколько сходны или различны эти зарегистрированные объекты. После выбора пиксела с координатами (Ь,С) = (210, 216) результирующий экран должен походить на приведенную ниже иллюстрацию.



Абсолютная и относительная разница

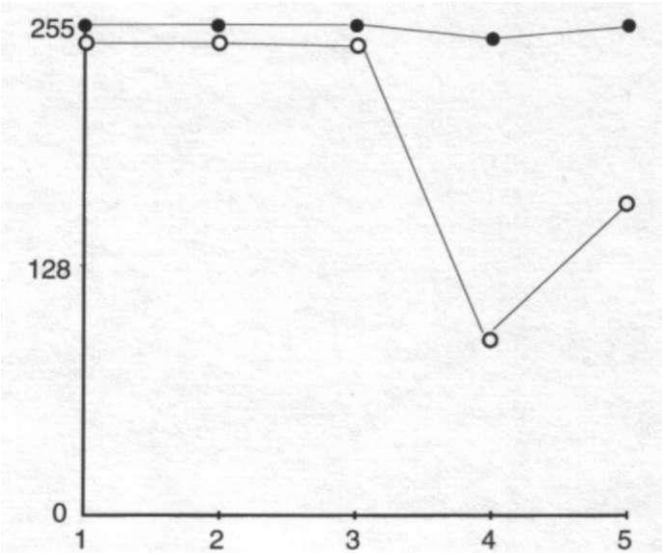
На иллюстрации, приведенной выше, сверху показан график параметров отражательной способности яркого объекта, находящегося в городе Беверли, а под ним — график параметров яркого объекта, расположенного в точке с координатами (210, 216), где находится крестообразный курсор. Одинаковы ли эти яркие участки? Относящиеся к ним графики очень похожи. На обоих графиках заметно понижение отражательной способности в полосе пропускания 4.

На первый взгляд можно было бы заключить, что оба графика почти одинаковы. Но если нам действительно важно знать, какие объекты расположены на этих участках, следует произвести проверку непосредственно на поверхности Земли. Иногда такая проверка, однако, стоит слишком дорого или практически не целесообразна. В таких случаях более внимательное изучение графиков может оказаться единственным способом идентификации объектов.

Рассмотрите оба графика более внимательно. В частности, обратите внимание на вертикальную ось значений отражательной способности. Программа МиШБрес автоматически масштабирует график в зависимости от диапазона между минимальным и максимальным значениями по вертикальной оси. В результате показанная часть вертикальной оси может соответствовать лишь небольшой части общего диапазона возможных значений отражательной способности. Преимущество такого масштабирования состоит в том, что мы видим только ту часть диапазона, которая содержит зарегистрированные значения. Недостаток, однако, заключается в том, что сравнение двух графиков с различными диапазонами по вертикали может вводить невнимательного исследователя в заблуждение.

Обратите внимание на то, что линия на верхнем графике снижается с уровня примерно 200 в полосах пропускания 1—3 до уровня примерно 90 в полосе пропускания 4. На нижнем графике линия опускается с уровня 255 в полосах пропускания 1—3 до уровня 246 в полосе пропускания 4. В масштабе общего диапазона возможных значений, это очень незначительное изменение: разница составляет только 9 единиц, в то время как на другом графике разница между уровнями отражательной способности составляет примерно 150 единиц! Если сравнивать эти графики в абсолютной системе отсчета, наблюдается очень значительная разница между ними.

Причина того, почему на первый взгляд графики казались похожими, заключается в сходстве относительной формы двух графиков. Для обоих графиков характерно снижение отражательной способности в полосе пропускания 4. Для того, чтобы выявить разницу между двумя графиками и сделать ее более очевидной, можно построить оба графика в одном и том же масштабе (см. рис. ниже).



Объект, для которого характерно резкое снижение отражательной способности в полосе пропускания 4, отражает очень небольшое количество инфракрасного излучения. Гистограмма отражательной способности другого объекта показывает, что он отражает большое количество излучения во всех полосах пропускания, регистрируемых оборудованием спутника Ьап(18а1.

Вывод заключается в том, что необходимо проверять, является ли замечаемое сходство (или различие) между графиками абсолютным или относительным.

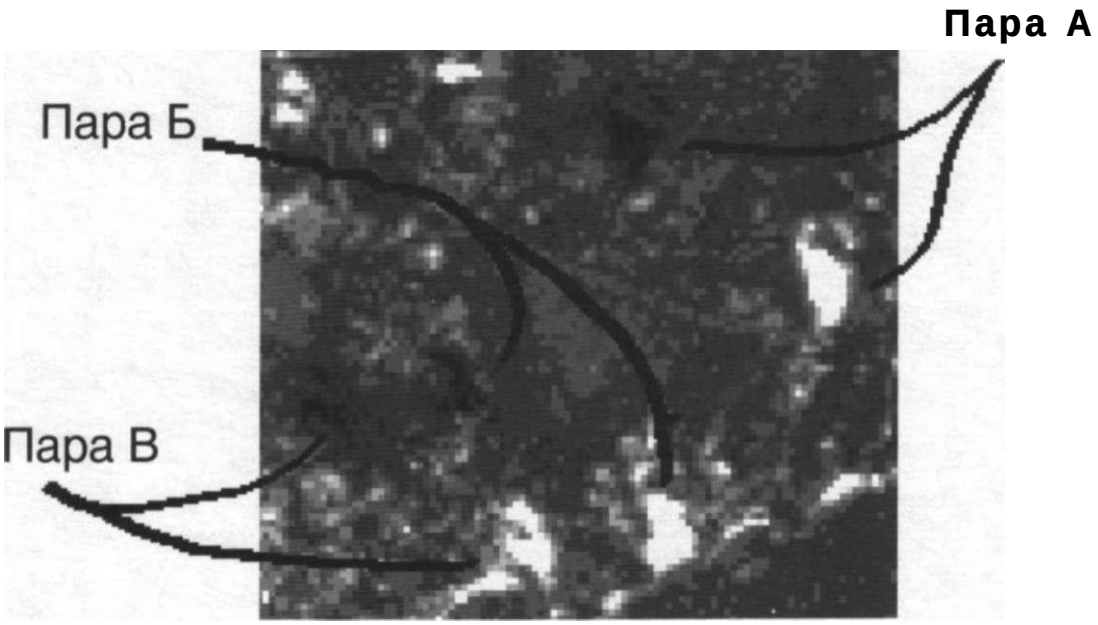
Распознавание объектов: еще одно упражнение

Яркие объекты, расположенные в левой части изображения (в центре города Беверли), скорее всего, являются зданиями. Теперь у нас есть свидетельства (гистограммы), позволяющие предположить, что яркий объект в правой части экрана не является районом городской застройки. Мы определили, что между этими двумя, казалось бы, сходными объектами существует разница.

Но вопрос остается открытым: какому объекту соответствует яркий участок в правой части изображения?

Увеличьте изображение в два раза (х2.0) и переместите неизвестный яркий участок в центральную часть экрана. Обратите внимание на то, что на изображении заметны три пары темных и светлых участков, причем их форма и ориентация примерно одинаковы. Темные участки находятся на одном и том же расстоянии слева и сверху от ярких участков. Если эта мысль еще не пришла вам в голову, задайте себе вопрос: может быть, это облака и отбрасываемые ими тени?

Сходство формы отдельных ярких элементов позволяет предположить, что мы рассматриваем облака и их тени. Обратите внимание, например, на то, насколько форма темного объекта в паре А

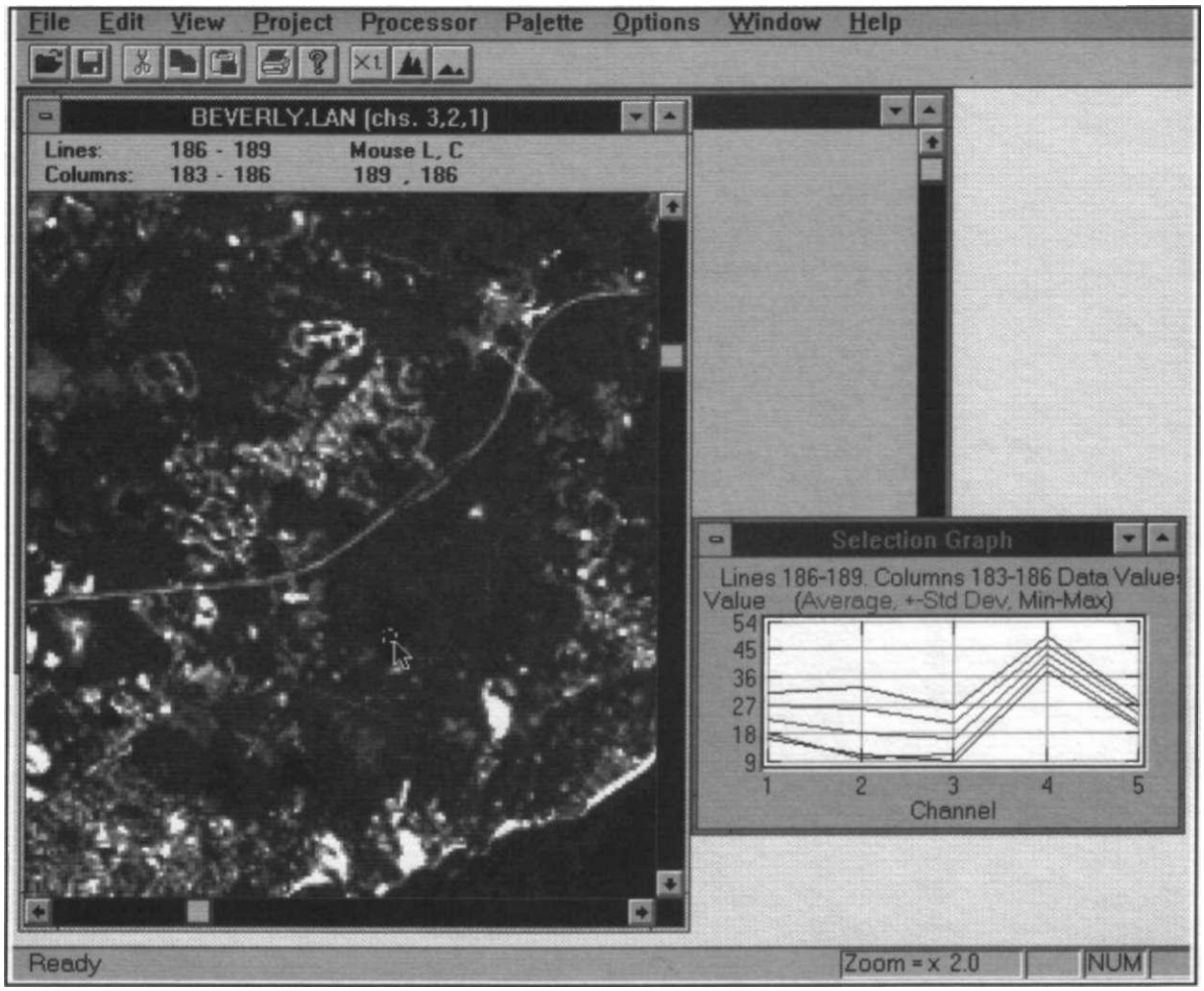


соответствует форме светлого объекта в паре А на приведенной ниже иллюстрации. Конечно же, это облака и их тени!

Давайте, однако, проявим скептицизм. Каким еще объектам могут соответствовать эти темные участки? Может быть, это озера? Получим гистограмму параметров отражательной способности одного из этих темных участков и сохраним ее. Потом мы получим гистограмму параметров участка, который, как нам точно известно, является озером, и сравним полученные гистограммы. Ниже приводится описание операций, которые требуется выполнить, чтобы произвести такое сравнение и идентифицировать изучаемые участки.

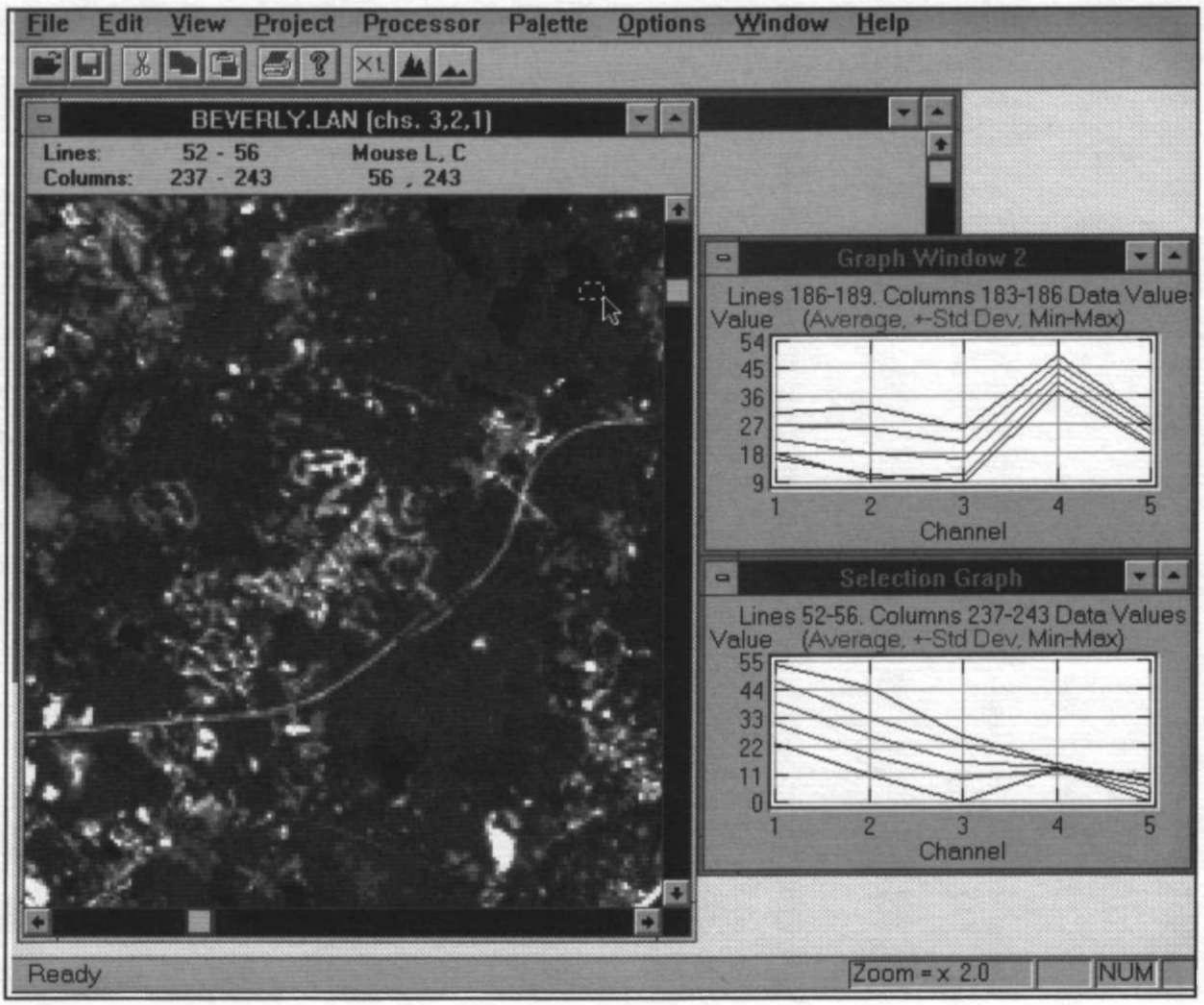
Выберите щелчком мыши верхнее окно с графиком, чтобы выделить его. Затем нажмите щелчком мыши на поле в верхнем левом углу окна, чтобы закрыть окно со старой гистограммой.

Выберите щелчком мыши окно просмотра изображения, чтобы выделить его. Затем выберите прямоугольный участок, содержащий пикселы от (Ь,С) = (186, 183) до (Ь,С) = (189, 186). Этот участок соответствует темному объекту, который может оказаться тенью облака или озером. Можно рассматривать изображение в увеличении (Х2.0) или без увеличения (Х1.0). В результате экран должен походить на иллюстрацию, приведенную ниже.



После того, как экран вашего компьютера будет походить на приведенную выше иллюстрацию, переместите график параметров выбранного участка из нижнего положения в верхнее (туда, где находился предыдущий график). Затем выберите функцию сохранения графика параметров выбранного участка (Keep Selection Graph) в меню «Варианты» (Options). После этого в находящемся сверху в правой части экрана окне будет постоянно находиться гистограмма параметров отражательной способности возможной тени облака. Разместите окно для нового графика в нижней правой части экрана.

Затем найдите озеро. Выберите щелчком мыши окно просмотра изображения, чтобы выделить его, после чего переместите изображение вверх и выберите прямоугольник, содержащий пикселы от (L,C) = (52, 237) до (L,C) = (56, 243). На основе данных, полученных на поверхности Земли, точно известно, что этот на этом участке находится озеро. В нижнем правом окне экрана должна появиться гистограмма отражательной способности озера. После выбора участка озера экран вашего компьютера должен походить на иллюстрацию, приведенную ниже.



Обратите внимание на то, что вертикальные шкалы обоих графиков почти идентичны. Мы можем производить непосредственное сравнение этих графиков, не опасаясь того, что мы будем введены в заблуждение кажущимся сходством графиков, фактически различных в абсолютной системе отсчета.

В верхнем правом окне приведена гистограмма отражательной способности участка, который, как мы предположили, является тенью облака, а в нижнем правом окне — гистограмма отражательной способности озера. Одинаковы ли эти графики? Нет. Озеро поглощает гораздо большее количество излучения в ближнем инфракрасном диапазоне (в полосе пропускания 4), чем тень облака. Разница между значениями отражательной способности двух участков в полосе пропускания 4 составляет примерно 44:11, т. е. поверхность Земли, закрытая тенью облака, отражает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне примерно в 4 раза интенсивнее, чем озеро. Такая разница вполне объяснима, так как деревья в тени облака отражают большее количество инфракрасного излучения, чем озеро, поглощающее большую часть этого излучения.

Наше исследование закончилось. Воспользовавшись гистограммами, мы идентифицировали облака и их тени на спутниковом изображении. Теперь вы можете самостоятельно пользоваться гистограммами, идентифицируя различные интересные объекты на изображении района города Беверли.

Что это такое?

Пользуясь программными средствами построения гистограмм отражательной способности объектов, изучите изображение района города Беверли, штат Массачусетс, и попробуйте найти другие участки изображения, сходные на первый взгляд, для которых характерны различные характеристики отражательной способности. Сравнивая характеристики участков, вы можете выводить на экран, для сравнения, до 12 различных гистограмм одновременно.

Ниже приводятся примеры исследовательских задач, которые вы можете выполнить:

Определите, чем отличаются характеристики отражательной способности пляжей и береговой линии от характеристик прибрежного мелководья.

Определите разницу между отражательной способностью покрытия дорог или автомобильных стоянок и отражательной способностью крыш зданий.

Сравните характеристики мелководных и глубоководных участков.

Изучите характеристики отражательной способности различных типов растительного покрова, сходных по своей окраске, но отличающихся различными параметрами отражательной способности.

Подробно изучите характеристики берегового участка, т. е. перехода от суши к морю. Например, получите поочередно гистограммы для пиксела с координатами (138, 387) и расположенных к востоку от него пикселов с координатами (138, 398), (138, 399), (138, 400), ... до (138, 412).

Если вы обнаружите какое-либо интересное явление, подготовьте описание, позволяющее другим повторить ваши операции и познакомиться с тем же явлением. Такое описание должно быть достаточно подробным для того, чтобы другие учащиеся могли успешно повторить ваш опыт. Кроме того, подготовьте описание результатов анализа изученных вами объектов. Обосновывайте любые сделанные вами выводы с помощью гистограмм отражательной способности соответствующих объектов. Вы можете копировать гистограммы, генерированные программой MultiSpec, и переносить их с помощью межпрограммной копировальной панели (Clipboard) в другие прикладные программы, такие, как программы для редактирования текстов, формируя компьютерную библиотеку характерных гистограмм отражательной способности определенных объектов. Впоследствии вы сможете изучить характеристики неизвестного объекта и идентифицировать его, сравнивая относящуюся к нему гистограмму с гистограммами, сохраненными в компьютерной библиотеке.

Определение площади участков неправильной формы

Лесистые участки и озера, как правило, имеют неправильную форму. В этом разделе учебного пособия разъясняются методы определения площади объекта неправильной формы.

Метод определения площади с помощью описывающего и вписанного прямоугольников

Этот метод позволяет переоценить площадь участка с помощью описывающего его прямоугольника и недооценить ее с помощью вписанного прямоугольника, находя среднее значение, приблизительно соответствующее площади участка неправильной формы. В приведенном ниже примере мы определяем площадь острова в океане у побережья в районе города Беверли, штат Массачусетс. На рис. 1 показан прямоугольник, описывающий участок, площадь которого больше фактической площади острова.

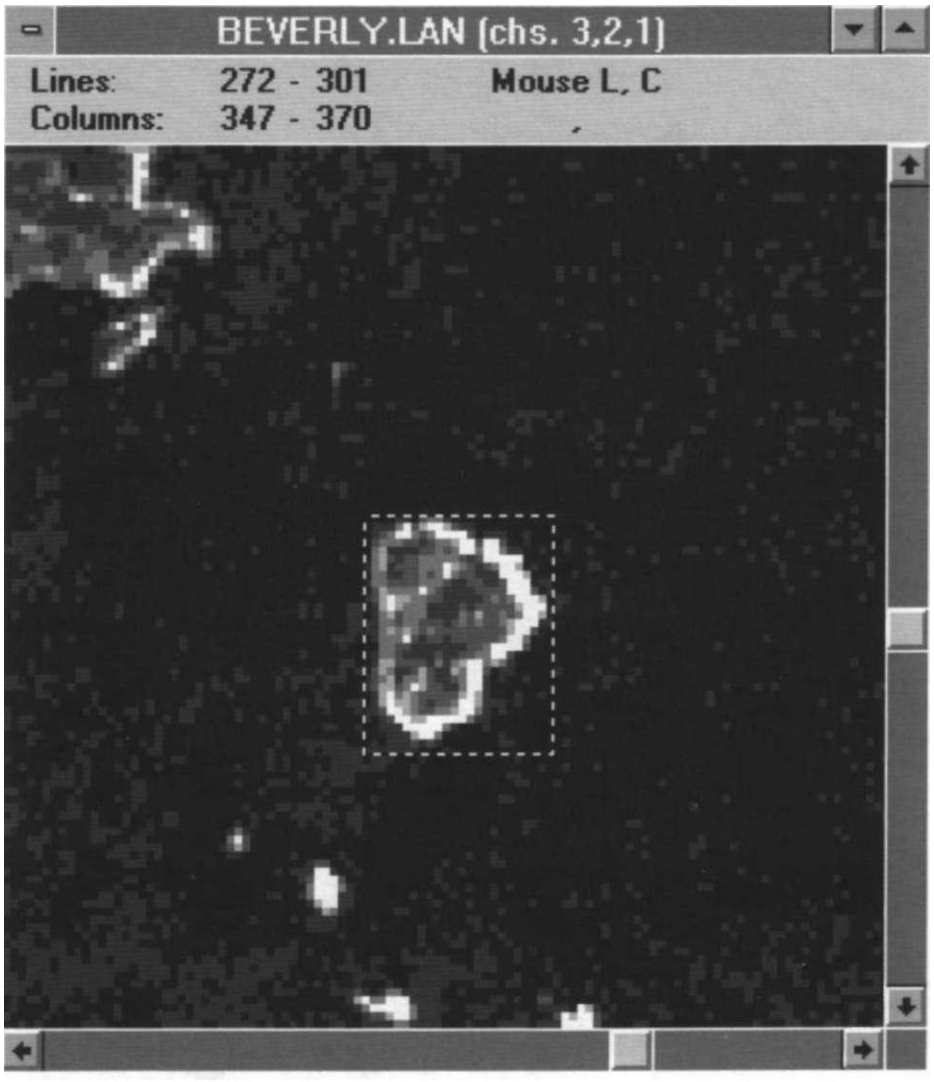


Рис. 1

Для того, чтобы определить координаты выбранного участка, выберите функцию «Вывод на дисплей координат выбранного участка» (Show Selection Coordinates) (см. окно с координатами на рис. 1).

Допустим, что окно, содержащее изображение, представляет собой большую координатную сетку с координатами левого верхнего угла (0, 0), координатами верхнего правого угла (512, 0), координатами нижнего левого угла (0, 512) и координатами нижнего правого угла (512, 512) (см. рис. 2). Горизонтальные строки изображения нумеруются так же, как строки таблицы. Вертикальные столбцы изображения нумеруются так же, как столбцы таблицы.

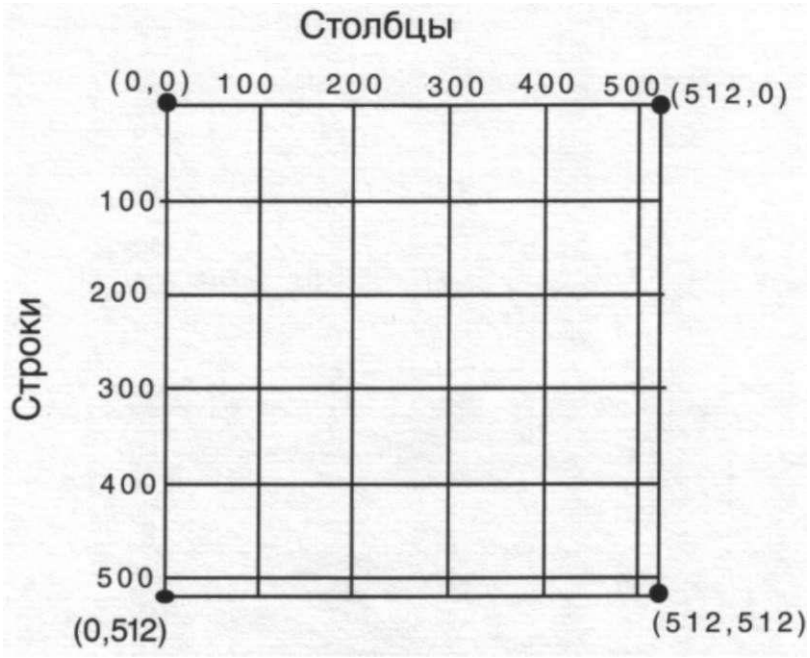


Рис. 2

Участок, выбранный на рис. 1, занимает строки от 272 до 301 и столбцы от 347 до 370. Так как 301 — 272 = 29, высота выбранного участка составляет 29 пикселов или 30 x 29 = 870 метров. Количество занимаемых участком столбцов составляет 370 — 347 = 23 пиксела, или 30 x 23 = 690 метров. Таким образом, площадь выбранного на рис. 1 прямоугольного участка равна 870 x 690 = 600300 квадратных метров.

Выполним такие же операции, чтобы определить площадь участка, выделенного на рис. 3.

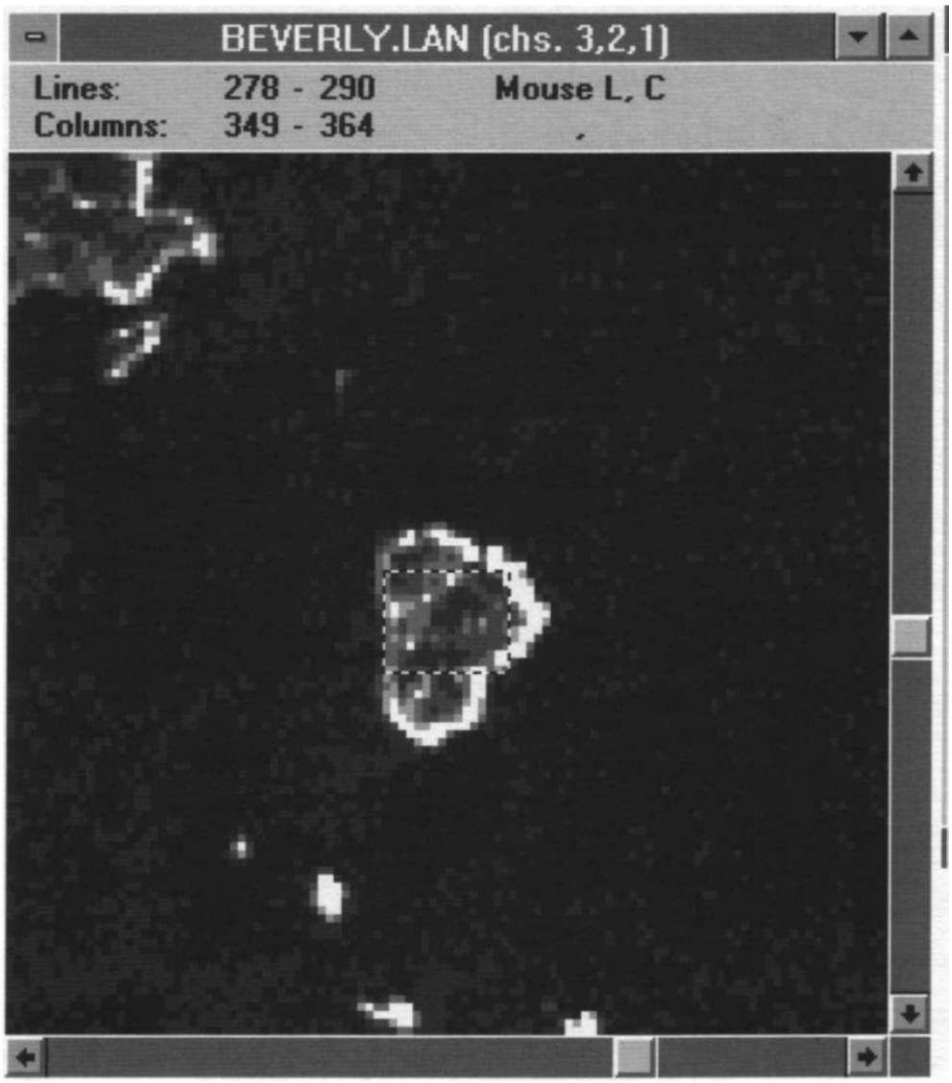


Рис.3

(290 — 278) x 30 = 360 метров; (364 — 349) x 30 = 450 метров. Площадь участка равна 360 x 450 = 162000 квадратных метров.

Пользуясь полученной информацией, рассчитаем приблизительную площадь острова.

(600300 + 162000)/2 = 381150 квадратных метров. Допуская, что результат получен с точностью до одной наиболее значащей цифры, площадь острова составляет примерно 400 тысяч квадратных метров.

На этом заканчивается учебное пособие по использованию основных функций программы МиШБрес. Теперь вы можете пользоваться изученными методами, исследуя спутниковые изображения своего района. Программное обеспечение МштлБрес позволяет выполнять многие другие функции, о которых говорится в следующей части учебного пособия, предназначенной для более опытных пользователей.

Классификация с использованием заданных параметров: учебное пособие

Каждый пиксел изображения, полученного с помощью тематического оборудования (ТМ) спутника Ьапс^ат., содержит большое количество информации о материалах на поверхности Земли, отражающих свет на участке, соответствующем данному пикселу, регистрируемому датчиками спутника. Каждому пикселу получаемого изображения присваивается значение, от 0 до 255, в каждой из полос пропускания, регистрируемых тематическим оборудованием спутника. Например, если изображение содержит данные, зарегистрированные в пяти полосах пропускания, каждый пиксел этого изображения содержит пять элементов данных, каждому из которых присвоено значение от 0 до 255 (см. пример на диаграмме пиксела, приведенной ниже).

Это означает, что полученное вами изображение может содержать до 256^5 (т. е., примерно до 1,1 миллиарда) различных возможных сочетаний спектральных данных. Каждое из этих сочетаний не отображает отдельный определенный тип земного покрова. Большинство сочетаний данных отображают очень небольшие, «незаметные для глаза» вариации отражательной способности.

В большинстве случаев экран компьютера позволяет различать только 256 различных цветов, т. е. выводить на дисплей только 256 различных типов пикселов. Даже если выбран режим отображения «тысяч» цветов, на дисплей может быть выведена лишь небольшая часть множества различных типов пикселов, зарегистрированных спутниковым оборудованием. Даже если бы на экране компьютера демонстрировались все возможные зарегистрированные типы пикселов изображения, человеческий глаз смог бы распознать только некоторые из различий между этими элементами изображения.

Так как существует лишь ограниченное число различных типов земного покрова (в соответствии с модифицированной системой классификации ЮНЕСКО, MUC, различаются 130 различных типов земного покрова), а также потому, что ни один из участков исследований по программе GLOBE не может содержать все эти типы земного покрова одновременно, необходимо группировать пикселы изображения, объединяя их в небольшие группы сходных по своим характеристикам элементов изображения, относящиеся к тем или иным «классам». Такой процесс классификации пикселов с объединением сходных пикселов в отдельные группы осуществляется двумя различными способами — классификации без использования заданных параметров и классификации с использованием заданных параметров.

В случае классификации без использования заданных параметров пользователь «учит» программное обеспечение распознавать определенные типы пикселов, отображающие определенные типы земного покрова. Это делается на основе имеющейся информации об изучаемой территории и результатов проведенных полевых изысканий. Программное обеспечение, «обученное» таким образом, классифицирует пикселы изображения, относя их к различным указанным пользователем группам (классам). В руководстве по использованию программного обеспечения MultiSpec, которое поставляется вместе с другими материалами, получаемыми участниками программы GLOBE, содержится раздел, посвященный классификации без использования заданных параметров.

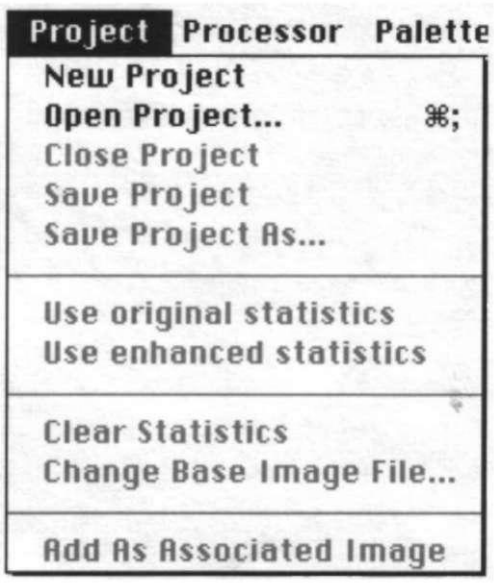
В случае классификации с использованием заданных параметров, или «кластеризации», пользователь вводит число, соответствующее количеству групп, или «кластеров» пикселов, которые он желает распознавать, и некоторые другие параметры. Программное обеспечение оценивает пикселы полученного изображения и группирует их в соответствии с критериями сходства их спектральных характеристик. Такая группировка производится не на основе известной информации о типах земного покрова, но на основе сходства спектральных характеристик пикселов.

В ходе подготовки карты земного покрова участка исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км необходимо идентифицировать относительно крупные, однородные участки изображения в целях изучения земного покрова и дальнейшего использования в процессе их классификации без использования заданных параметров. В этих целях осуществляется кластеризация изображения программой MultiSpec, помогающая идентифицировать участки, требующие дальнейшего определения типов земного покрова в ходе полевых изысканий.

Кластеризация

Для того, чтобы продемонстрировать процесс кластеризации, мы воспользуемся «подмножеством» пикселов, т. е. частью спутникового изображения г. Беверли в штате Массачусетс, включенного в учебные материалы для пользователей программы MultiSpec. Эта часть изображения площадью 101 x 101 пиксел позволит продемонстрировать процесс кластеризации быстрее, чем кластеризация всего изображения площадью 512 x 512 пикселов, и позволит вам точно выполнить указания, приведенные в настоящем учебном пособии.

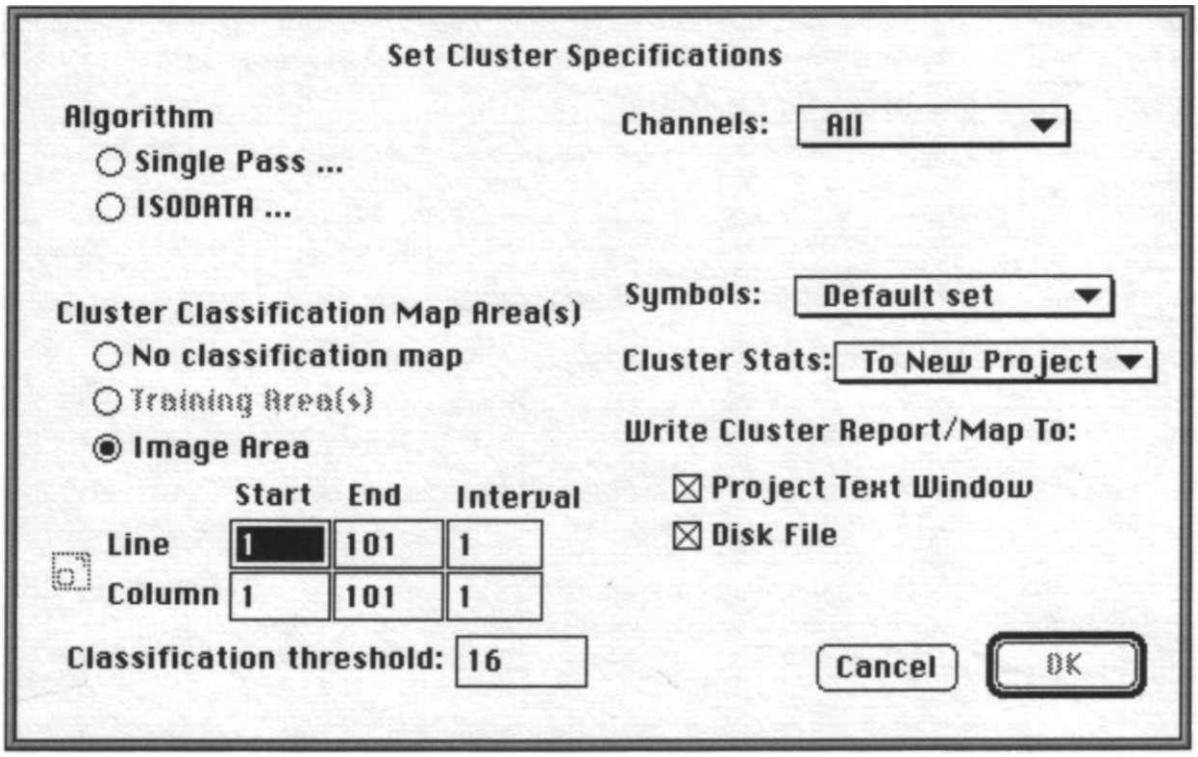
- Запустите программу MultiSpec и откройте (Open) изображение с именем beverlysubsetJan.
- Выберите функцию «Новый проект» (New Project) в меню «Проект» (Project).



Упражнения по применению метода кластеризации записаны в виде отдельных проектов; каждое выполняемое упражнение начинается с вызова соответствующего тематического изображения (Thematic Image) с помощью программы MultiSpec.

- Выберите функцию «Кластер» (Cluster) в меню «Процессор» (Processor). («Кластеризацией» в терминах программного обеспечения MultiSpec называется процесс классификации с использованием заданных параметров.) После вызова этой функции открывается окно «Установка параметров кластера» (Set Cluster Specifications). С помощью этого окна пользователь выбирает «алгоритм» кластеризации (метод, используемый программным обеспечением в процессе кластеризации) и вводит значения определенных параметров, используемых программой.

Вы должны ввести определенные значения параметров с помощью открывшегося окна.



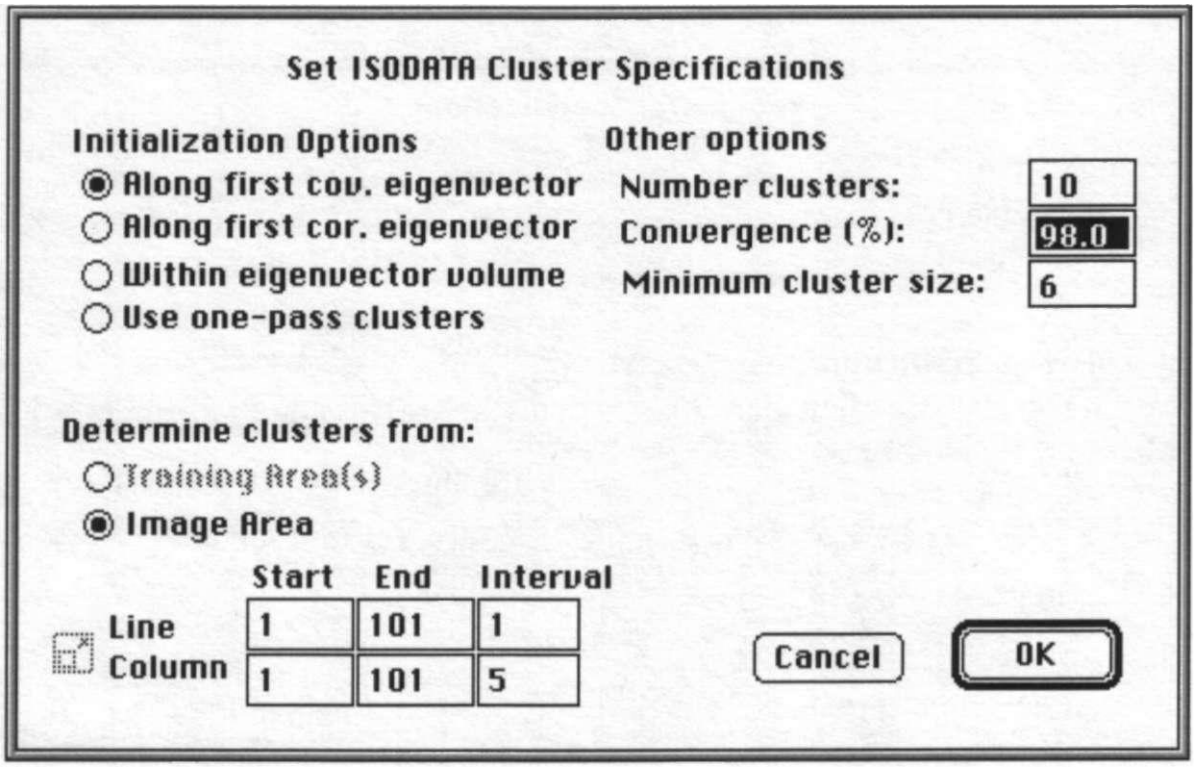
Во-первых, не забудьте выбрать щелчком мыши кнопку «Площадь изображения» (Image Area).

Выберите (обозначьте знаком «X») поле «Файл на диске» (Disk File). После этого результаты выполняемых вами операций будут записываться на диск.

Не забудьте выбрать элемент «Новый проект» (To New Project) в меню «Статистические данные кластера» (Cluster Stats).

Наконец, выберите щелчком мыши кнопку «ISODATA», указанную курсором на приведенной выше иллюстрации. ISODATA — алгоритм, или математический процесс, используемый программой MultiSpec в ходе кластеризации.

Откроется новое окно, «Установка параметров алгоритма кластеризации ISODATA» (Set ISODATA Cluster Specifications).



В этом окне пользователь вводит параметры процесса кластеризации, осуществляемого программой MultiSpec. Пользователь должен выполнить следующие операции, определяющие требуемую информацию.

- Убедитесь в том, что выбрана кнопка «Площадь изображения» (Image Area) (см. приведенную выше иллюстрацию).
- Выберите кнопку «В соответствии с первым ковариантным собственным вектором» (Along first cov. eigenvector). Это наименование *алгоритма*[1], на основе которого программа MultiSpec будет осуществлять кластеризацию пикселов изображения.
- Выполняя это упражнение, оставьте «Прочие параметры» (Other Options) буз изменения.

Примечания. С помощью параметра «Количество кластеров» (Number of clusters) задается количество различных групп (классов) пикселов, которые пользователь желает определить в процессе кластеризации. При выполнении этого упражнения используется 10 кластеров, так как производится кластеризация небольшого участка изображения. Количество кластеров, которое следует использовать при кластеризации всего изображения площадью 512 x 512 пикселов, обсуждается в дальнейшем.

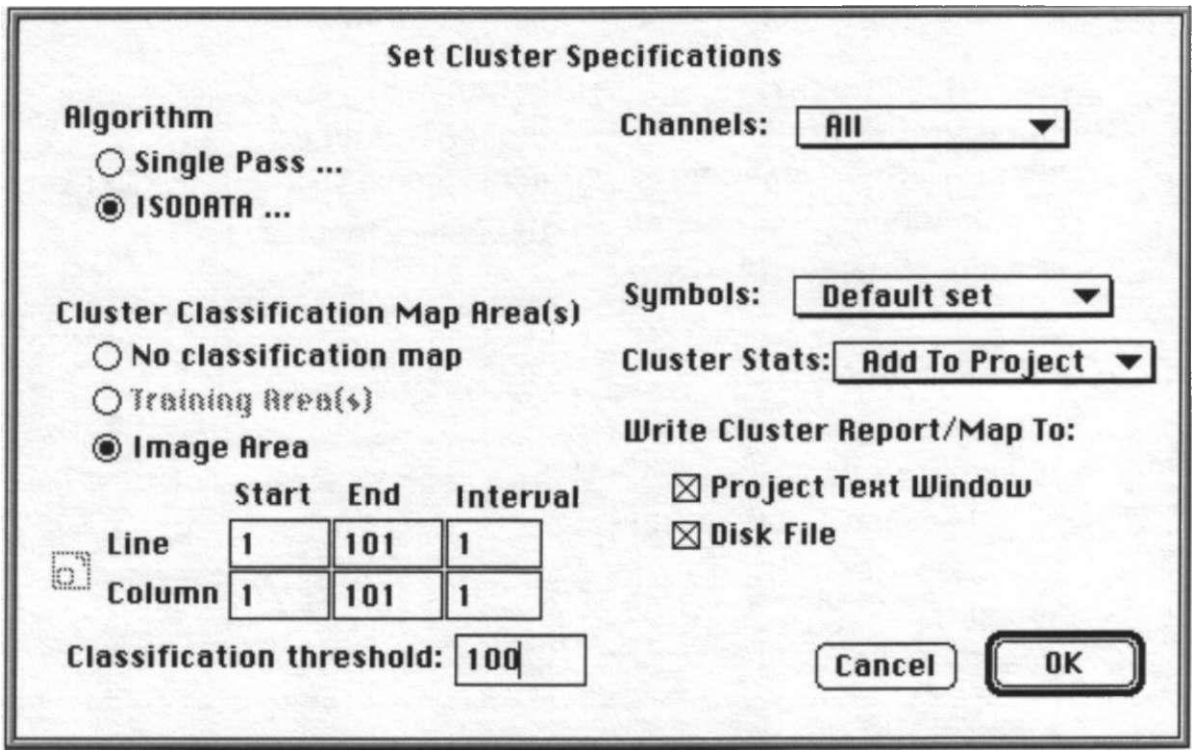
В процессе кластеризации программа осуществляет многократную повторную обработку данных, называемую «циклической обработкой». Каждый отдельный этап обработки данных называется «циклом». Программа осуществляет такие «циклы» обработки данных до тех пор, пока предварительно заданный процент количества пикселов изображения не останется неизменным после окончания цикла обработки. На этом кластеризация заканчивается. Параметр, определяющий этот процент пикселов, остающихся неизменным после цикла обработки данных, называется «Схождением» (Convergence).

Параметр «Минимальный размер кластера» (Minimum cluster size) определяет наименьший размер участка изображения, кластеризуемого программой. Участки меньшей площади не кластеризуются.

1 Описание алгоритмов, применяемых программой MultiSpec, см. в публикации «Введение в программу MultiSpec» (An Introduction to MultiSpec) Дэйвида Лэндгриба и Ларри Била (изд. Perdue Research Foundation, 1995). Этот документ может быть загружен со страницы сервера Purdue/LARS в сети Web по адресу: http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/

После установки требуемых параметров нажмите щелчком мыши кнопку «OK».

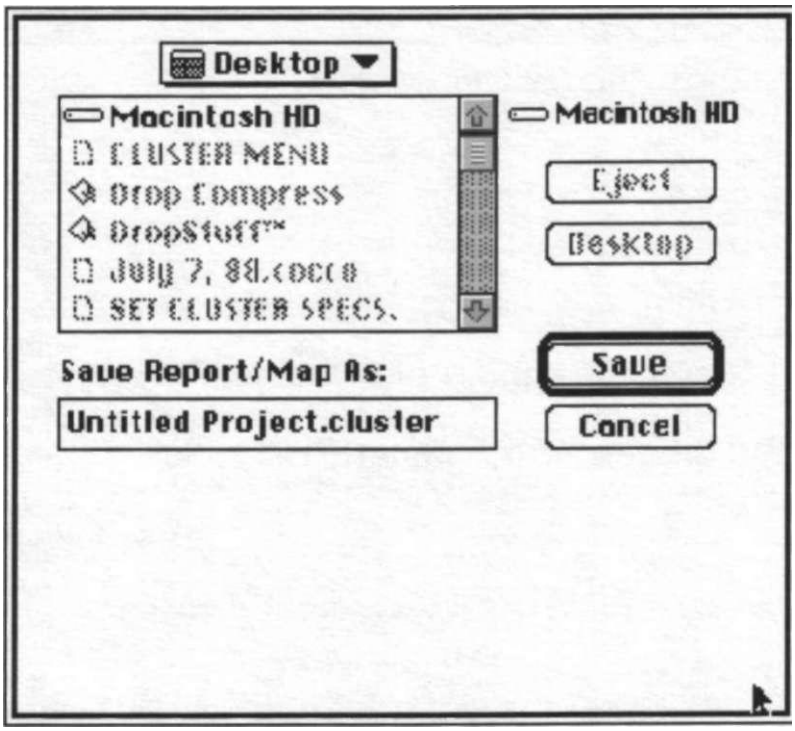
На экране снова появится окно «Установка параметров кластера» (Set Cluster Specifications).



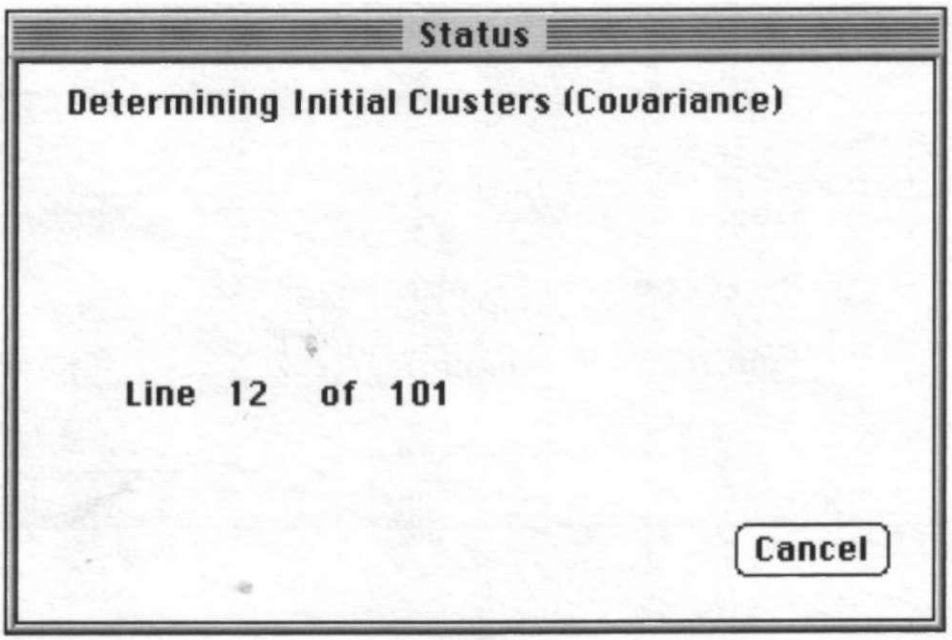
- В нижнем левом углу окна находится поле ввода данных «Пороговый уровень классификации» (Classification Threshold). Замените значение, указанное в этом поле, значением «100».

Ввод значения «100» порогового уровня приводит к тому, что система будет относить каждый из пикселов изображения к одному из кластеров. Ввод значения меньше 100 означал бы снижение допустимого уровня отнесения пикселов к различным кластерам, т. е. привел бы к тому, что некоторые из пикселов не были бы отнесены ни к одному из кластеров. Выполняя данное упражнение по кластеризации изображения, мы заинтересованы в получении изображения, разделенного на крупные и в основном однородные участки; поэтому нет необходимости в исключении из кластеров отдельных пикселов со спектральными характеристиками, незначительно отличающимися от характеристик окружающих пикселов.

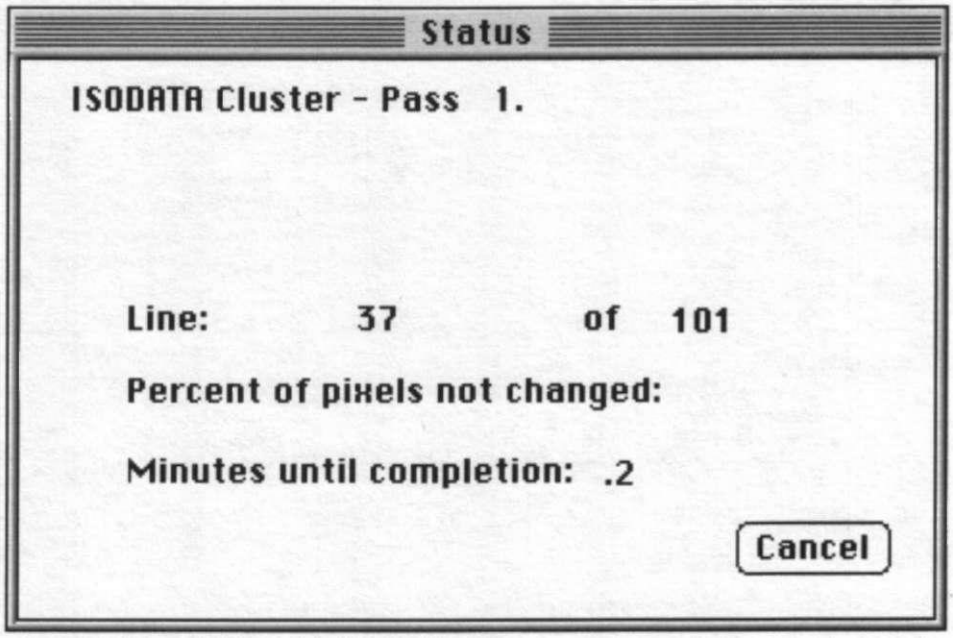
- На экране появится диалоговое окно «Сохранение файла» (Save File), показанное на приведенной ниже иллюстрации. По умолчанию задается имя файла, который будет содержать классифицированное вами изображение: «Untitled Project.Cluster». Замените часть «Untitled Projects заданного по умолчанию имени файла именем, описывающим обрабатываемое изображение, но не заменяйте расширение имени файла «Cluster», которое позволяет определять тип файла.



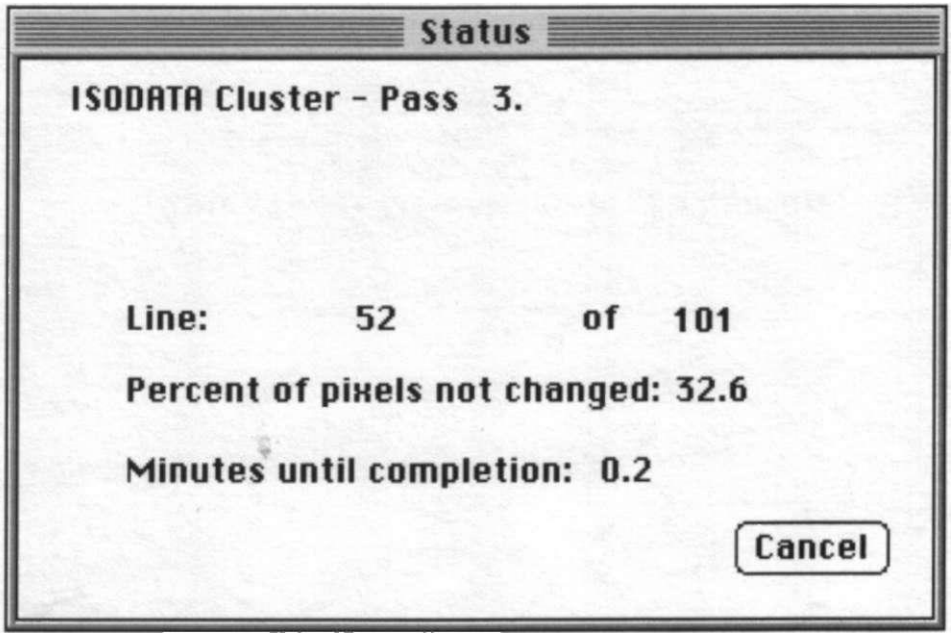
- Программа выполнит первый цикл обработки изображения, позволяющий произвести предварительную оценку количества различных кластеров элементов данного изображения. Результаты этой предварительной оценки указываются в окне «Состояние» (Status), показанном на приведенной ниже иллюстрации.



После этого на экране появляется окно состояния первого цикла кластеризации (Status), показанное на приведенной ниже иллюстрации. В процессе первоначального цикла кластеризации (Pass 1) в графе «Процент не изменившихся пикселов» (Percent of pixels not changed) не указывается какое-либо значение. Кроме того, указывается время, необходимое для завершения цикла кластеризации.



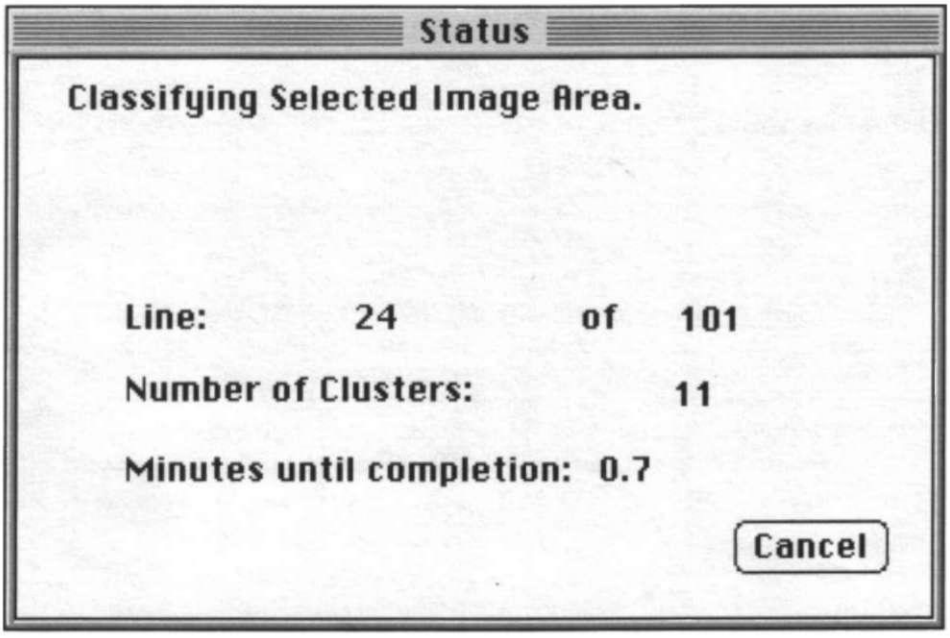
Поле графы «Процент не изменившихся пикселов» (Percent of pixels not changed) не изменяется до окончания второго цикла кластеризации (Pass 2). По окончании этого цикла в поле этой графы появляется значение, отражающее количество не изменившихся пикселов в процентах (как правило, от 30% до 40%; см. иллюстрацию ниже).



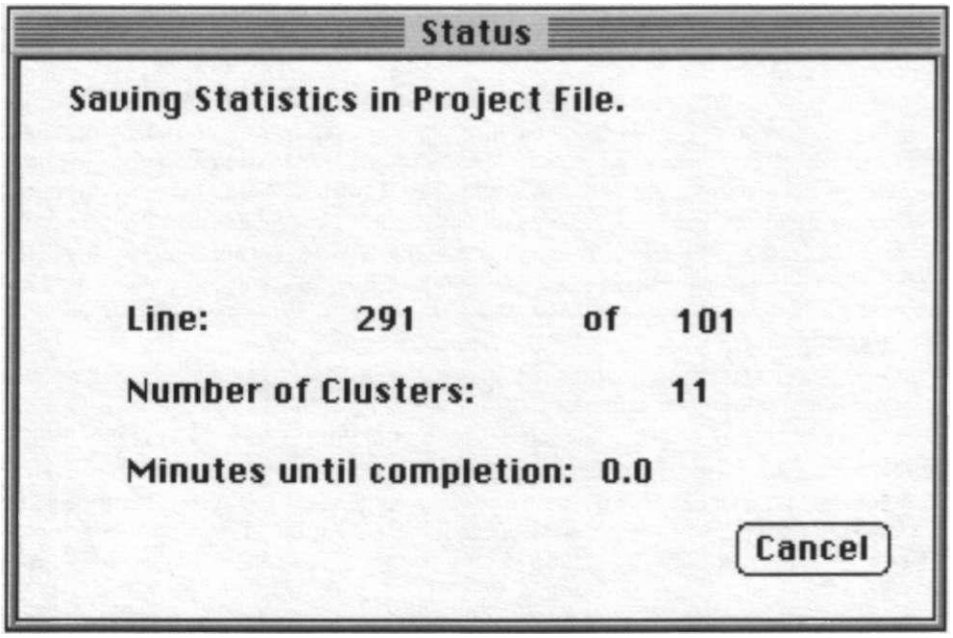
- В ходе последующей обработки данных значение поля «Процент не изменившихся пикселов» (Percent of pixels not changed) увеличивается до тех пор, пока оно не достигает уровня, заданного параметром «Схождение» (Convergence (%)). Продолжительность времени, требуемого для завершения каждого цикла кластеризации, указывается в минутах в окне, появляющемся на экране (Minutes until completion).

Как правило, программа осуществляет от 12 до 14 циклов кластеризации до того момента, когда количество не изменившихся пикселов изображения достигает 98%. Количество времени, необходимое для обработки данных, зависит от быстродействия процессора вашего компьютера. Если вы пользуетесь компьютером Power Mac 6100/66 и версией программы MultiSpec, предназначенной специально для компьютеров Power Mac, не пользуясь какими-либо другими программами одновременно, процесс обработки изображения занимает 2—3 минуты. Если вы пользуетесь портативным компьютером Mae 150 (с очень медленно действующим процессором), тот же процесс может занять несколько часов. Если вы используете «старый и медленный» компьютер, запланируйте проведение занятия так, чтобы начать процесс кластеризации в конце дня. В этом случае обработка данных может продолжаться без вашего участия в течение ночи, и утром следующего дня вы сможете увидеть результаты.

- Если вы выберете кнопку «Отмена» (Cancel) во время цикла обработки данных, эта кнопка выделится на экране, но ваше действие не приведет к немедленному результату. Отмена процесса кластеризации будет иметь место только по окончании текущего цикла кластеризации.
- После определения кластеров программа выведет на дисплей окно «Классификация выбранного участка изображения» (Classifying Selected Image Area), показанное на приведенной ниже иллюстрации. В этом окне указано, к какому из кластеров было отнесен программой тот или иной индивидуальный пиксел изображения. Обратите внимание на то, что программа сообщает о подразделении изображения на 11 кластеров, в то время как было задано максимальное число кластеров, равное 10. Этот вопрос обсуждается ниже.



По окончании кластеризации на экране появится окно «Сохранение статистических данных в файле проекта» (Saving Statistics in Project File), показанное на приведенной ниже иллюстрации.



- В последнем окне, которое будет выведено на дисплей, содержится сообщение «Обновляется окно вывода текста» (Output text window being updated). После этого программа возвращается к окну просмотра, содержащему первоначальное изображение.

Результаты кластеризации

Кластеризация изображения приводит к двум результатам.

В окне вывода текста (Text Output) появляется описание процесса кластеризации и «текстовая карта».

Генерируется кластеризованное тематическое изображение (Thematic Image).

- Выберите функцию «Вывод текста» (Text Output) в меню «Окна» (Windows). В верхней части открывшегося окна указаны статистические данные, описывающие процесс кластеризации и его результаты. Ниже приведена часть появляющегося в этом окне текста, относящегося к кластеризации изображения, использованного в качестве примера. В окне указывается количество полученных кластеров и среднее значение отражательной способности, определенное для каждой из полос пропускания излучения (каналов) в отношении каждого определенного класса (кластера) пикселов изображения.

Окончательные статистические данные о кластерах (классификационных категориях) пикселов изображения

Кластер	Кол-во пикселов	Средние значения для каждого из каналов				
		1	2	3	4	5
1	46	238,8	244,5	242,3	162,9	226,7
2	59	215,3	203,2	201,3	118,1	153,9
3	160	155,3	150,4	140,8	142,0	153,2
4	139	118,4	144,4	119,5	227,2	233,9
5	143	112,7	110,4	100,3	138,2	132,1
6	255	89,9	97,8	81,0	182,6	150,7
7	383	67,8	84,5	57,0	232,3	160,9
8	539	60,8	71,5	48,3	198,2	135,5
9	281	60,8	65,3	46,7	153,3	108,8
10	36	69,7	55,7	35,4	19,9	19,6

Количество классов =11

Обратите внимание на то, что программа сообщает о подразделении изображения на 11 кластеров, в то время как было задано максимальное число кластеров, равное 10. К одиннадцатому классу относятся пикселы, не удовлетворяющие требованию, определяемому с помощью значения порогового уровня (Threshold). Эти пикселы соответствуют тем участкам изображения, которые не были отнесены ни к одному из заданных классов пикселов в процессе кластеризации. В данном случае, однако, было задано максимальное значение порогового уровня «100», и программа не нашла ни одного пиксела, превышающего этот пороговый уровень.

Кроме того, приводится текстовая карта кластеризованного участка изображения. Программа присваивает числовой или буквенный код каждому из кластеров, и выводит на дисплей карту кластеризованного участка изображения с использованием этих кодов. В случае кластеризованного участка изображения города Беверли программой присваиваются следующие коды.

Используемые классы пикселов

1:	Кластер 1	1
2:	Кластер 2	2
3:	Кластер 3	3
4:	Кластер 4	4
5:	Кластер 5	5
6:	Кластер 6	6
7:	Кластер 7	7
8:	Кластер 8	8
9:	Кластер 9	9
10:	Кластер 10	A
11:	Пикселы со значеннями, превышающими пороговый уровень	

Часть текстовой карты кластеризованного участка изображения приведена ниже, шрифтом 9 кегля. Отодвинув эту карту на расстояние вытянутой руки, вы можете заметить различные крупные однородные участки земного покрова. Эту текстовую карту можно распечатать и раскрасить вручную, что позволит вам определить границы исследуемых участков земного покрова. Тем не менее, это изображение придется распечатывать по частям; распечатка текстовой карты изображения площадью 512 x 512 пикселов будет слишком большой для большинства принтеров.

Классификация пикселов выбранного участка изображения

Строки от 1 до 101; столбцы от 1 до 101

Кроме того, программа генерирует сводку результатов классификации (приведенную ниже), в которой указывается число пикселов, относящихся к каждому из кластеров, а также число не классифицированных пикселов.

Сводка результатов классификации

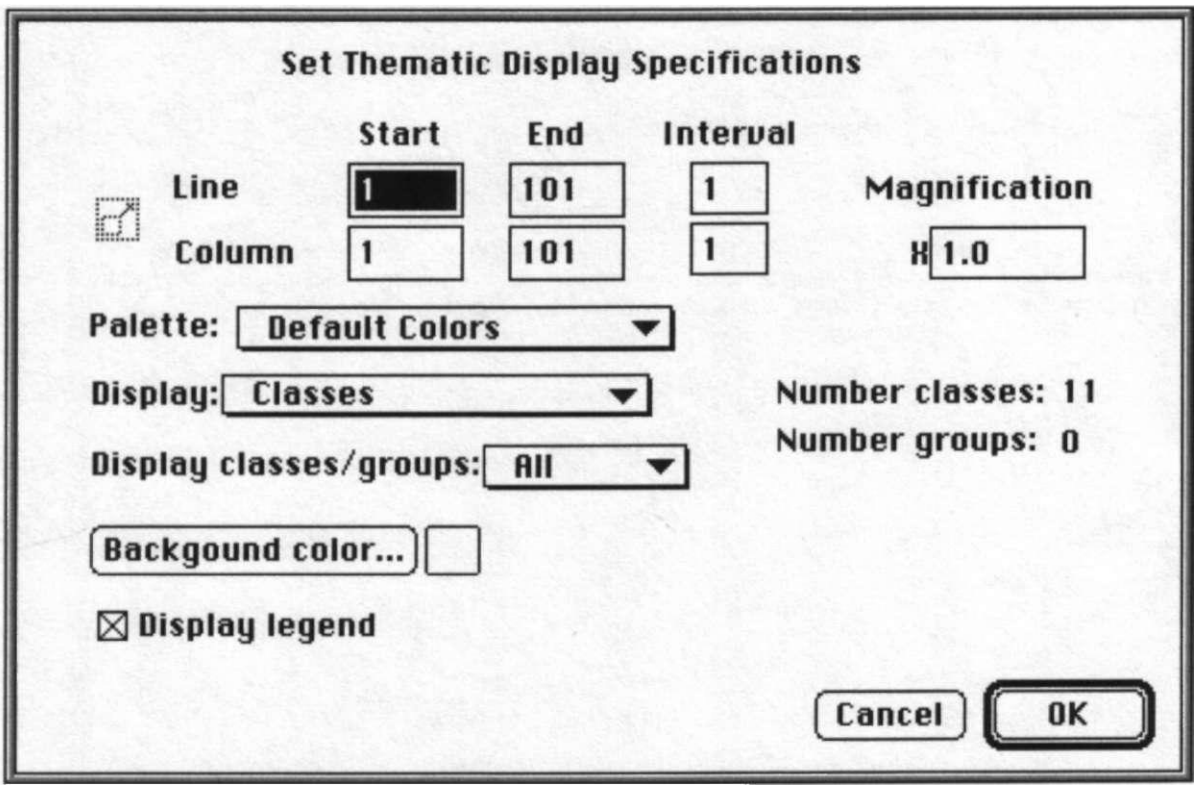
Количество пикселов, относящихся к кластеру 1:	247
Количество пикселов, относящихся к кластеру 2:	252
Количество пикселов, относящихся к кластеру 3:	770
Количество пикселов, относящихся к кластеру 4:	676
Количество пикселов, относящихся к кластеру 5:	789
Количество пикселов, относящихся к кластеру 6:	1277
Количество пикселов, относящихся к кластеру 7:	1907
Количество пикселов, относящихся к кластеру 8:	2703
Количество пикселов, относящихся к кластеру 9:	1366
Количество пикселов, относящихся к кластеру 10:	214

Количество неклассифицированных пикселов: = 0

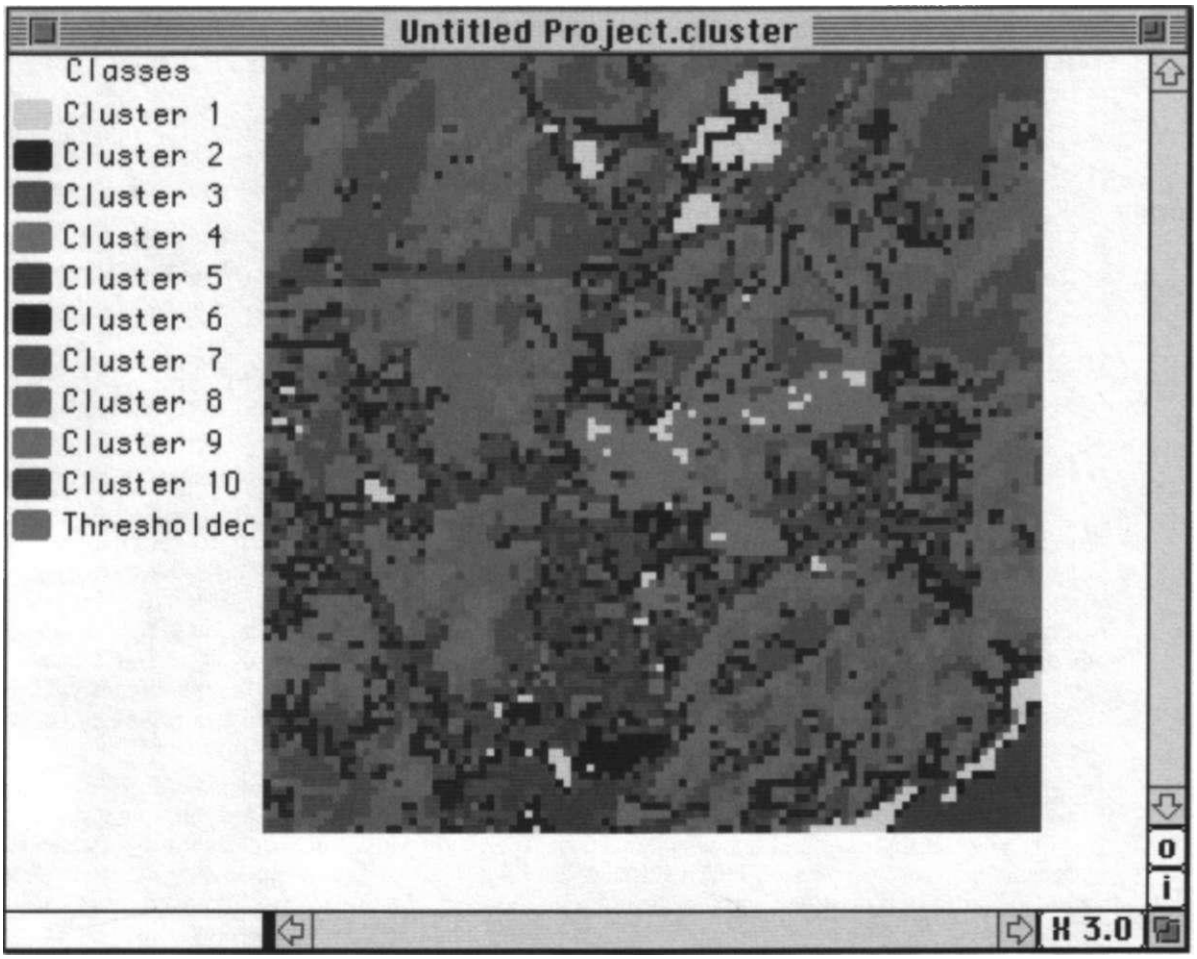
В данном случае, как вы уже помните, количество не классифицированных пикселов равно 0, так как был задан пороговый уровень классификации (Classification threshold), равный 100.

Изучение кластеризованного изображения

- Выберите функцию вызова изображения (Open Image) в меню «Файл» (File).
- Выберите использованное ранее имя файла с расширением .Cluster и откройте (Open) этот файл.
- На экране появится окно установки параметров вывода тематического изображения на дисплей (Set Thematic Display Specifications) (см. приведенную ниже иллюстрацию). В дальнейшем вы можете поэкспериментировать с некоторыми из параметров этого окна, но в данном случае допустите заданные по умолчанию значения и выберите щелчком мыши кнопку «OK».



- На экране появится кластеризованное изображение (см. приведенную ниже иллюстрацию).



- Обратите внимание на то, что перечислены 10 пронумерованных классов пикселов и 11-й класс не классифицированных пикселов (Thresholded). Каждому классу пикселов программой присваивается определенный цвет, не имеющий ничего общего с фактическим цветом объектов, относящихся к этому классу. Кластеры расцвечены и отсортированы в порядке, соответствующем уменьшению уровня яркости. Это означает, что кластеры, занимающие верхние строки списка на экране, соответствуют типам поверхности, которые «ярче» (т. е. отличаются большей отражательной способностью), чем типы поверхностей, отображенные кластерами, занимающими нижние строки списка.
- Вы можете изменять присвоенные кластерам цвета, выбирая двойным щелчком мыши цветное поле перед кодовым обозначением каждого из кластеров. После выбора такого цветного поля на экране появляется стандартное окно выбора цветов, используемое в операционной системе Apple. Если вы не знакомы с процессом выбора цветов в операционной системе Apple, см. руководство для пользователей вашего компьютера.
- Вы можете распечатать выведенное на дисплей изображение, воспользовавшись функцией «Печать» (Print) в меню «Файл» (File). Список кластеров с цифровыми и цветовыми кодами распечатывается вместе с изображением.
- Вы можете также пользоваться некоторыми из обычных функций программы MultiSpec, работая с кластеризованным изображением. К таким функциям относятся функция масштабирования изображения (Zoom) и функция вывода на дисплей координат выбранного участка (Show Selection Coordinates). На графике нового выбранного участка (New Selection Graph) будет показан график только одного параметра, потому что кластеризованное изображение не является более «многоспектральным», т. е. каждый пиксел изображения не содержит более данных, относящихся к различным полосам пропускания, регистрируемым оборудованием спутника Landsat, но соответствует только одному значению, определяющему его цвет.

- Если вы осуществляете процесс кластеризации с использованием большего количества классов пикселов, все используемые классы пикселов могут не уместиться в столбце списка «Классы» (Classes). Для того, чтобы просмотреть весь список классов, вы можете выполнить следующие операции.
  - Поместите курсор внутри списка.
  - Нажмите кнопку мыши и не отпускайте ее.
  - Перетащите курсор в верхнюю или в нижнюю часть списка.

Список классов будет перемещаться вверх или вниз.

- Иногда трудно определить, какой из цветовых кодов, приведенных в списке классов (Classes), относится к тому или иному расцвеченному участку кластеризованного изображения. Для того, чтобы определить соответствие того или иного цветового кода тому или иному участку изображения, вы можете выполнить следующие операции.
  - Поместите курсор в любом из полей цветовых кодов в списке классов (Classes).
  - Нажмите и не отпускайте клавишу верхнего регистра (Shift). Символ курсора заменится символом «глаза».
  - Нажмите кнопку мыши; все участки изображения, относящиеся к выбранному цветовому коду (классу), начнут мигать или станут белыми.
- Вы и ваши ученики, скорее всего, пожелаете подготовить тематическую карту кластеризованного изображения, на которой вы сможете идентифицировать некоторые фактические типы земного покрова, соответствующие кластеризованным участкам изображения. Для этого вы можете сохранить кластеризованное изображение в виде файла в формате TIFF, воспользовавшись меню «Файл» (File). Сохраняется только кластеризованное изображение без списка цветовых и числовых кодов классов пикселов. Файл в формате TIFF можно импортировать в любую программу для рисования или раскраски изображений, после чего на основе кластеризованного изображения можно подготовить цветную карту.
- Если вы желаете сохранить изображение вместе со списком цветовых и числовых кодов классов пикселов, вы можете сохранить весь экран, воспользовавшись функцией сохранения изображения на экране операционной системы Apple (команда Shift-Command-3). Нажмите клавишу верхнего регистра (Shift) и клавишу команд (Command) и удерживайте их в нажатом положении, после чего нажмите клавишу «3». «Фотография» изображения на экране будет сохранена в виде файла в формате PICT на жестком диске вашего компьютера, после чего вы можете открыть любую программу для персональных компьютеров, позволяющую обрабатывать изображения в формате PICT. В случае IBM-совместимых персональных компьютеров существует ряд программ, позволяющих «фотографировать» изображение, выведенное на экран. Пользователи компьютеров Macintosh также могут применить несколько программ, копирующих изображение на экране в формате, позволяющем применять большее количество функций, чем формат PICT, используемый операционной системой Apple.

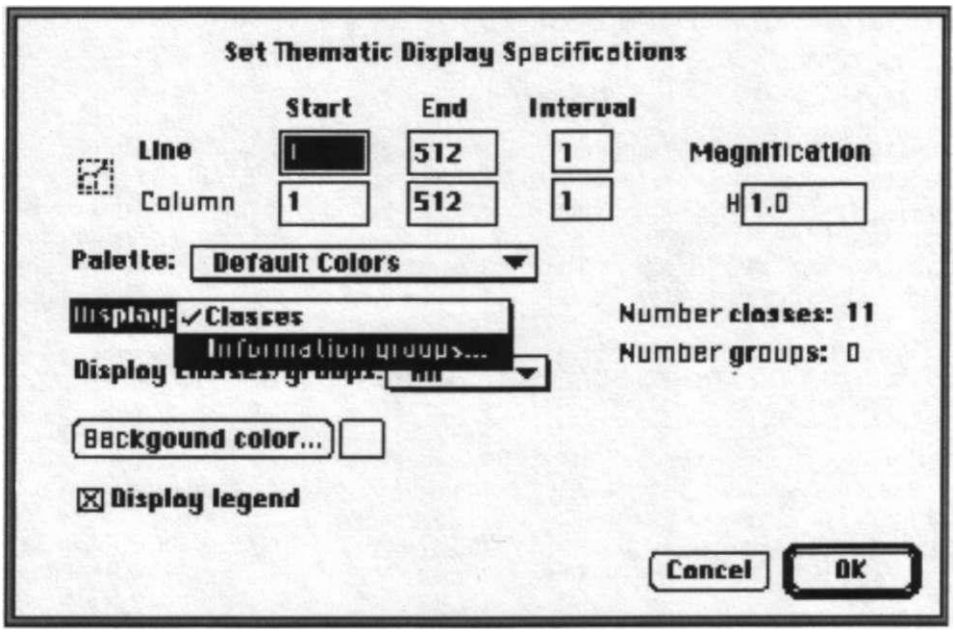
Насколько достоверна информация, получаемая в результате процесса кластеризации?

Пользователь должен убедиться в том, что процесс классификации без использования заданных параметров фактически приводит к определению кластеров, соответствующих различным типам земного покрова. С этой целью предусмотрен учебный файл с именем Beverly9subset.class, с тем же изображением, которое вы только что кластеризовали. Содержащееся в этом файле изображение, однако, было кластеризовано в процессе классификации с использованием заданных параметров специалистом, которому были известны типы земного покрова района, охватываемого изображением.

- Открыв ваше кластеризованное изображение, увеличьте его в 3 раза (Zoom = 3X).

Оставив ваше изображение открытым, откройте файл Beverly9subsetclass.

- Выберите функцию «Ореп» в меню «Файл» (File).
- Найдите имя файла Beverly9subsetclass и откройте его (Ореп).
- Когда откроется окно установки параметров вывода тематического изображения на дисплей (Set Thematic Display) (см. приведенную ниже иллюстрацию), выберите элемент «Информационные группы» (Information Groups) в меню «Дисплей» (Display).



- Измените размеры и положение каждого из окон с изображениями так, чтобы они находились рядом на экране.
- Сравните участки, указанные на изображении, полученном методом классификации с использованием заданных параметров, с кластерами, указанными на изображении, полученном методом классификации без использования заданных параметров.

Вы можете заметить, что на вашем (втором) изображении, по крайней мере в данном случае, указаны крупные единообразные участки, соответствующие определенным типам земного покрова, которые могут быть изучены в ходе полевых изысканий.

Сколько кластеров следует использовать?

Большинство участков исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км не содержат большого количество различных типов земного покрова. Впервые осуществляя кластеризацию изображения площадью 512 x 512 пикселов, используйте те же значения, которые применялись при выполнении учебного упражнения. Проведите полевые изыскания тех участков, которым соответствуют довольно крупные единообразные кластеры изображения. Сравните полученные вами результаты с категориями, предусмотренными в системе классификации MUC. Количество используемых кластеров следует увеличивать только в том случае, если вы считаете, что применяемое количество кластеров недостаточно для правильного отображения типов земного покрова, встречающихся на вашем участке, и даже в этом случае будет достаточно использовать от 12 до 14 различных кластеров.

Подготовка отчета, содержащего полученные данные

Для того, чтобы подготовить отчет, содержащий полученные вами данные, необходимо «осмыслить» кластеры, определенные методом классификации без использования заданных параметров. После этого вы можете присвоить кластерам новые идентификационные коды, описывающие типы земного покрова, отображаемые кластерами. Этот процесс требует выполнения следующих операций.

- Идентификация кластеров в классной комнате.
- Идентификация соответствующих типов земного покрова в полевых условиях.
- Переименование кластеров.
- Сохранение и загрузка окончательно подготовленной карты участка.

Идентификация кластеров в классной комнате

В процессе идентификации кластеров в классной комнате используются карты окружающей местности (топографические карты, карты земного покрова (геофизические и ботанические карты), политические карты и т. п.), другие имеющиеся справочные материалы, содержащие информацию о местных типах земного покрова (аэрофотографии, сведения, сообщаемые людьми, агентствами и т. п.), ваш собственный опыт в сочетании с опытом учащихся и другая информация, позволяющая идентифицировать некоторые из кластеров, генерированных программой MultiSpec. Пользуйтесь любыми источниками информации, помогающими установить соответствие между кластерами и определенными типами земного покрова. Не забывайте о том, что идентификация кластеров должна соответствовать категориям уровня IV модифицированной системы классификации ЮНЕСКО (MUC).

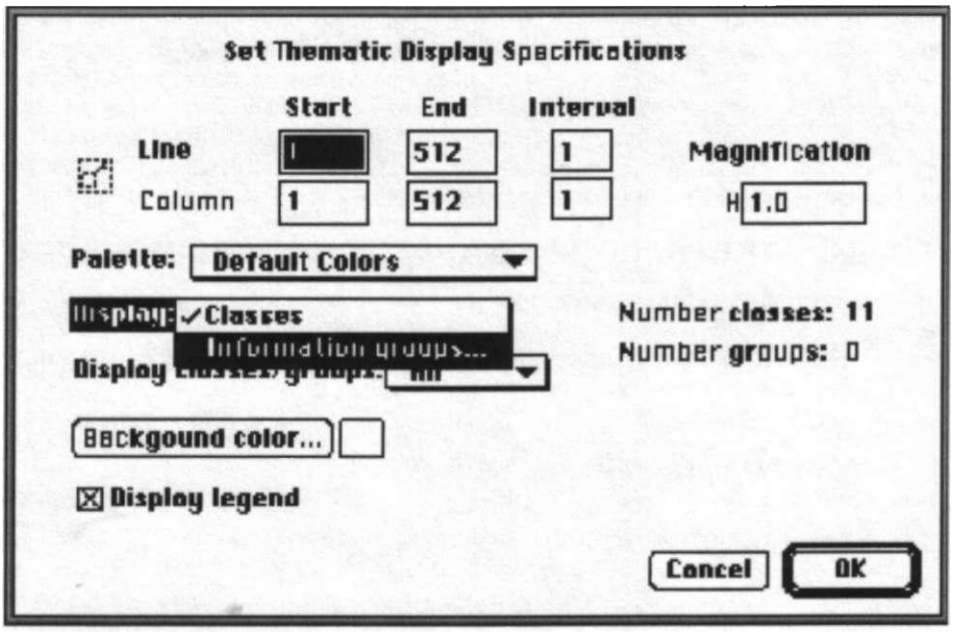
Идентификация соответствующих типов земного покрова в полевых условиях

Если вы получили кластеры, которые вы не можете идентифицировать с помощью справочных материалов, придется заняться полевыми изысканиями и определить, какие именно типы земного покрова соответствуют этим кластерам. Если официальные «полевые изыскания» организовать невозможно, скорее всего, кто-либо из учащихся или их знакомых живет недалеко от соответствующих участков территории, и может идентифицировать тип земного покрова на этих участках.

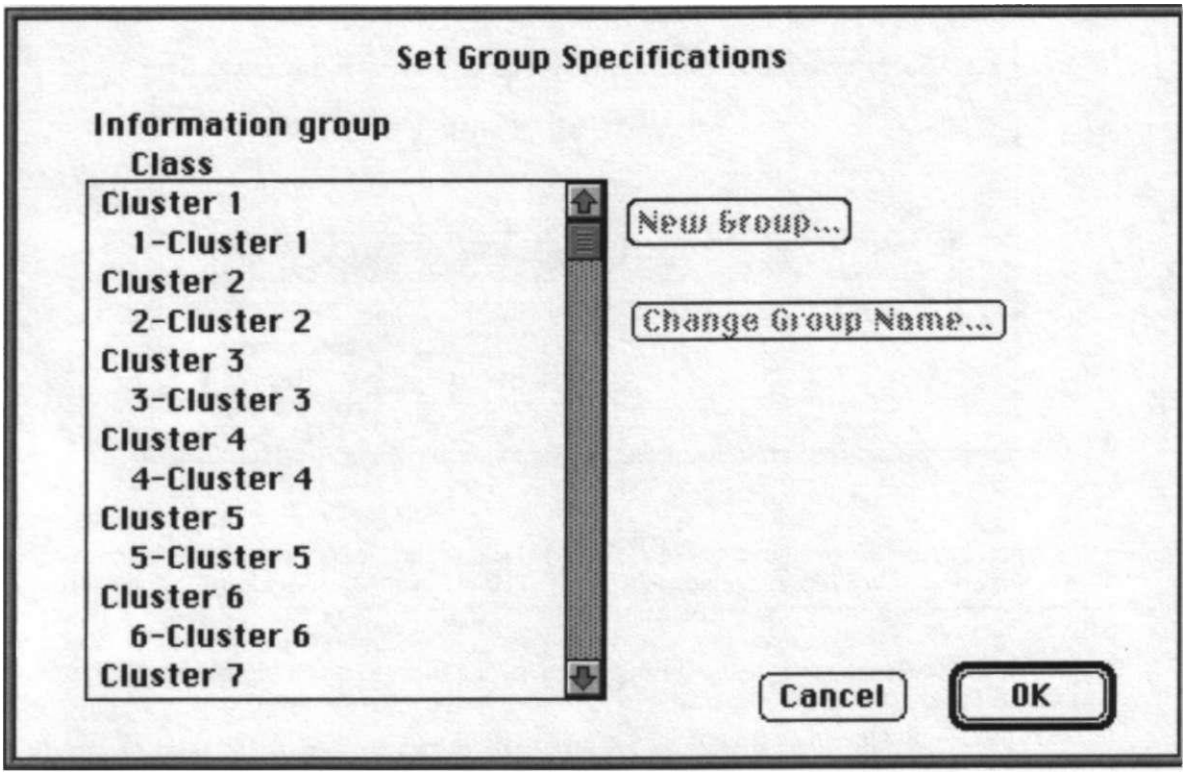
Переименование кластеров

Процесс классификации без использования заданных параметров привел к идентификации кластеров только с помощью числовых и цветовых кодов, отсортированных в порядке, соответствующем уменьшению их яркости. Теперь вы можете заменить присвоенные программой коды кластеров кодами категорий системы классификации MUC, соответствующие идентифицированным вами типам земного покрова.

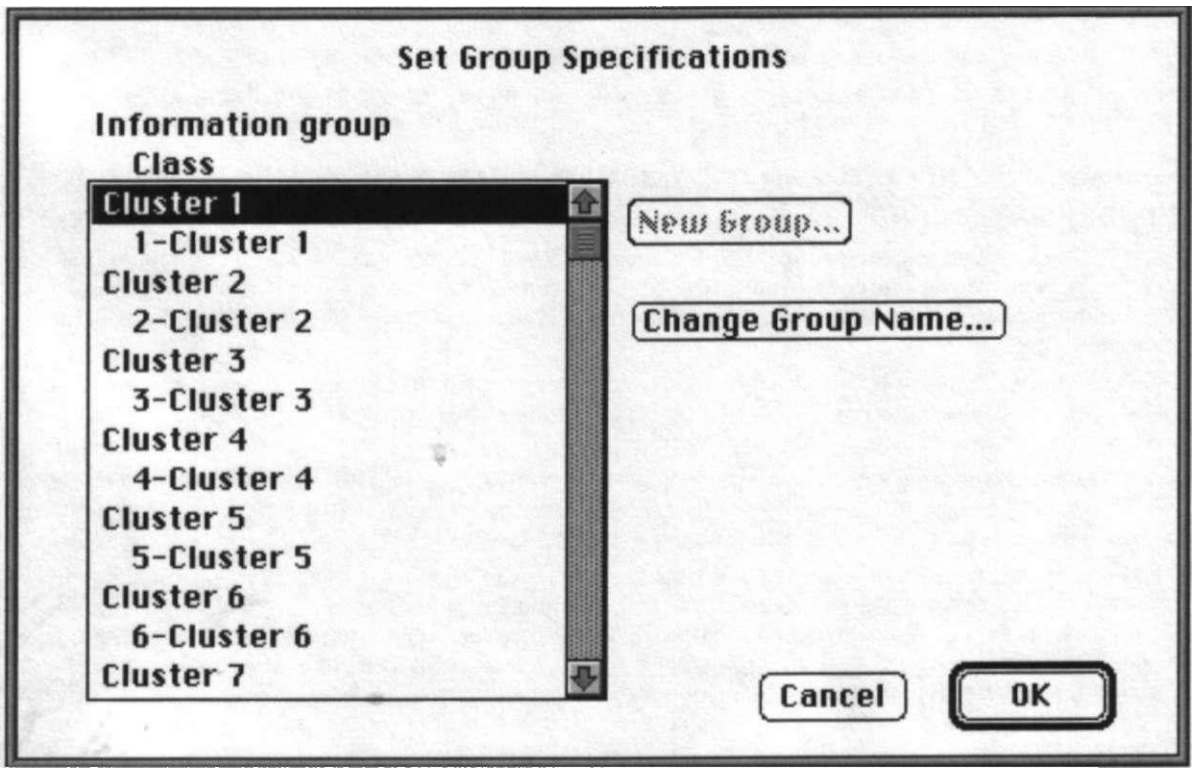
- Запустите программу MultiSpec.
- С помощью функции «Open» в меню «Файл» (File) откройте файл, содержащий кластеризованное вами изображение.
- Когда откроется окно установки параметров вывода тематического изображения на дисплей (Set Thematic Display) (см. приведенную ниже иллюстрацию), выберите элемент «Информационные группы» (Information Groups) в меню «Дисплей» (Display).



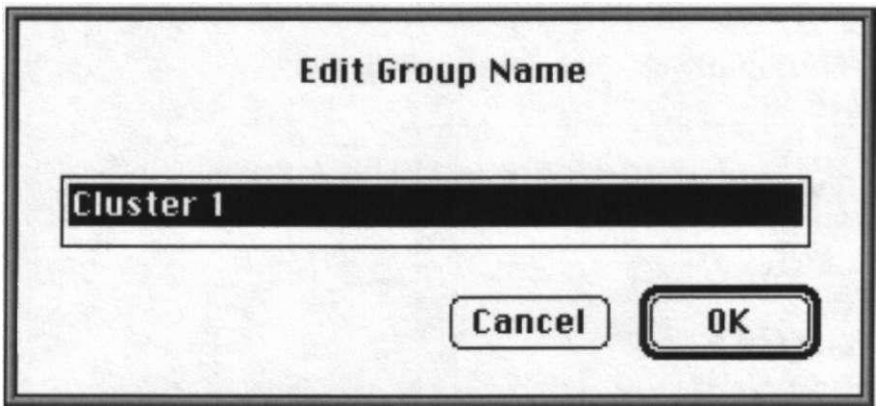
Откроется окно установки параметров группы (Set Group Specifications) (см. приведенную ниже иллюстрацию) с «затемненными» (не используемыми) кнопками «Новая группа» (New Group) и «Изменить имя группы» (Change Group Name).



Выберите щелчком мыши строку «Кластер 1» (Cluster 1), и затемненная кнопка «Изменить имя группы» (Change Group Name) четко выделится на экране (см. приведенную ниже иллюстрацию).



Выберите щелчком мыши кнопку «Изменить имя группы» (Change Group Name), и на экране появится окно редактирования имени группы (Edit Group Name) (см. приведенную ниже иллюстрацию).



- Теперь введите, в отношении кластера 1 (Cluster 1), надлежащее обозначение, в соответствии с уровнем IV системы классификации MUC (MUC Level IV designation), типа земного покрова, отображаемого данным кластером. Так как многие наименования категорий земного покрова, относящиеся к этому уровню классификации, довольно длинны, пользуйтесь числовыми обозначениями, принятыми в системе классификации MUC (MUC numerical designations) в отношении каждого из типов земного покрова.
- Повторите процесс переименования в отношении каждого из остальных кластеров, представленных на вашей карте.
- Вы можете изменять цвета, присвоенные любым переименованным вами кластерам, в соответствии с любой системой расцветки, которой вы желаете пользоваться (см. выше). После того, как результаты вашего картографирования будут загружен в центральный сервер программы GLOBE, карта типов земного покрова на вашем участке будет расцвечена в соответствии со стандартной системой цветовых кодов.

Вы подготовили тематическую карту типов земного покрова на вашем участке исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км.

Замечание относительно ожидаемых и фактических результатов и предупреждение

Приступая к классификации изображения вашего участка размером 512 x 512 пикселов, вы, скорее всего, получите кластеризованное изображение, существенно отличающееся от продемонстрированного в качестве учебного пособия. Ниже перечислены важнейшие причины такого различия.

а) Использованный в качестве учебного пособия участок изображения не содержал столько типов земного покрова, сколько будут выявлены на изображении полного размера (512 x 512 пикселов).

б) Природные характеристики, многообразие и распределение типов земного покрова на вашем участке могут и, скорее всего, будут значительно отличаться от типов земного покрова, наблюдаемых около города Беверли в штате Массачусетс.

В процессе кластеризации изображения вашего участка вы обнаружите, что использование 10 различных кластеров не позволяет отличать различные типы водоемов со стоячей водой, за исключением, может быть, пресной и соленой воды. Другими словами, озера, пруды, реки и т. д., скорее всего, будут отнесены программой к одной и той же категории земного покрова, если характеристики их отражательной способности не варьируют в достаточной степени (т. е. если, например, пруд не отличается от озера тем, что его поверхность заросла сине-зелеными водорослями).

Загрузка результатов

После получения карты типов земного покрова методом классификации без использования заданных параметров (кластеризации), достоверно отображающей распределение типов земного покрова на вашем участке исследований по программе GLOBE площадью 15x15 км, результаты кластеризации могут быть загружены в сервер базы данных учащихся-участников программы GLOBE, после чего ими смогут воспользоваться другие в ходе текущих и будущих исследований.

Ниже приводятся инструкции по загрузке результатов кластеризации.

- Запишите копию вашего кластеризованного тематического изображения на гибкий диск (дискету) с высокой плотностью записи данных и четко обозначьте на ярлыке этой дискеты наименование вашей школы, ваши имя и фамилию и наименование кластеризованного изображения.
- Пользуясь предпочитаемой вами программой редактирования текстов, подготовьте файл, содержащий следующие данные:

  наименование вашей школы;

  ваши имя и фамилию;

  адрес школы;

  дату получения изображения (если она зарегистрирована);

  некоторую информацию о себе, о ваших учениках и о вашем опыте кластеризации изображений.
- Пользуясь функциями вашей программы редактирования текстов, сохраните введенные данные в текстовом формате (расширение имени файла .txt) и запишите этот файл на дискету, содержащую ваше тематическое изображение.
- Тщательно упакуйте дискету и отправьте ее по адресу, приведенному в *руководстве по выполнению программы* для учителей *GLOBE* (по вашему усмотрению).

Напечатано соевыми чернилами на бумаге, изготовленной из вторичного сырья