

Управління освіти Чернівецької міської ради
Міський центр еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді

Дослідження хмарного покриву

(навчально-методичні матеріали для організації роботи із учнівської
молодю закладів позашкільної та загальної середньої освіти)



THE GLOBE PROGRAM
CONNECTING THE NEXT GENERATION OF SCIENTISTS

Чернівці, 2020 р.

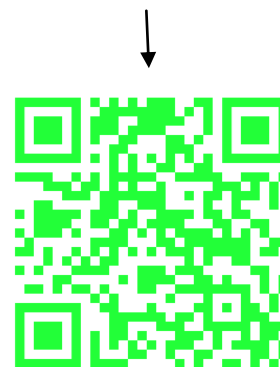
Навчально-методичний посібник «Дослідження хмарного покриву» надасть інформацію і практичну допомогу працівникам загальноосвітніх, профільних, позашкільних закладів освіти в організації дослідницької роботи еколого-натуралістичного спрямування, що ґрунтується на моніторингових методиках міжнародної науково-освітньої програми GLOBE.

В даній роботі зібрані, логічно викладені та оформлені матеріали, які допоможуть педагогам-учасникам міжнародної програми GLOBE або педагогам, які прагнуть проводити подібні спостереження чи дослідження без участі в міжнародній програмі.

Поштовхом для створення даного посібника став Всеукраїнський проект «GLOBE. Атлас хмар України» ініційований Національним еколого-натуралістичним центром, який є координатором програми GLOBE в Україні.

В посібнику використані матеріали міжнародної програми GLOBE, перекладені та надані методистом Національного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді Федоренко Наталією Миколаївною.

Детально ознайомитись із програмою GLOBE та долучитися до міжнародної співпраці можна на сторінці Національного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді за посиланням: https://nenc.gov.ua/globe/?page_id=740 або відсканувавши QR-код



Укладач: *Н.В. Катан*, завідувача природничо-екологічним відділом Чернівецького МЦЕНТУМ

ЯК УТВОРЮЮТЬСЯ ХМАРИ?

Хмари утворюються вранці, коли Сонце уже значно пригріває землю і теплі струмені повітря починають підніматися. Поступово з них утворюється могутній потік нагрітого повітря, яке, потрапляючи в розріджені шари атмосфери, починає розширяться і внаслідок цього охолоджуватись. На певній висоті, близько 1-2 км, повітря охолоджується настільки, що водяна пара, яка знаходиться в ньому, перетворюється в дрібні краплинки води, які дуже швидко збільшуються. Але коли діаметр їх стає трохи більший за 0,02 мм, збільшення припиняється.

Утворення великих крапель відбувається внаслідок злиття маленьких при їх стиканні. Проте, для того, щоб краплинка виросла до розміру дощової, необхідна хмара завтовшки в кілька кілометрів. Тоді вершина хмари буде знаходитись в зоні мінусових температур і в ній, крім краплинок води, будуть утворюватися льодові кристали — сніжинки, що швидко збільшуються в розмірі та вазі за рахунок краплинок води. Крім того, падаючи крізь хмару, сніжинки зустрічаються з переохолодженими краплинками води, що намерзають на них, і збільшуються до розмірів, при яких сніжинки починають випадати з хмар. Пролітаючи крізь теплі шари повітря, сніжинки розтають і досягають поверхні Землі у вигляді дощу. Якщо ж повітря холодне — випадає сніг.

Відомо, що чим нижча температура повітря, тим менше воно може утримувати в собі водяної пари. Тому, якщо при піднятті повітря сильно охолоне, може настати такий момент, коли в ньому буде лишок водяної пари, яка негайно ж перетвориться в дрібненькі краплинки води. Окремо таку краплинку можна і не побачити, але якщо їх утворюється багато, близько 200—500 в 1 см³, вони стають видимими — на небі з'являється хмара.

Згущення (конденсація) водяної пари при охолодженні в водяні краплинки можна спостерігати щодня. Наприклад, невидима водяна пара, виходячи з чайника, де кипить вода, на деякій відстані від носика перетворюється у видимі клубки з краплинок. Але не завжди водяна пара перетворюється в краплинки. Так, англієць Вільсон, проводячи досліди в камері, ніяк не міг добитися цього, незважаючи на те, що значно охолоджував повітря. Виявилось, справа була в тому, що для дослідів вчений використав очищене повітря. Це привело вченого до висновку, що конденсація водяної пари в краплинки відбувається на дуже дрібних частках, які одержали назву ядер конденсації. Ядра конденсації можуть утворитися при сильному вітрі, і особливо під час бурі, з димів, що потрапляють у повітря з заводів, фабрик, паровозів, пароплавів, шахт, рудників та ін. Вулканічний та космічний пил також можуть поповнювати запаси ядер конденсації.

Але найбільша кількість їх утворюється під час штормів на морях і океанах. Під час сильних вітрів утворюються величезні морські хвилі, з вершин яких вітер відриває маленькі краплинки морської води і піднімає на значну висоту. Там ці краплини випаровуються, і соляні залишки стають ядрами конденсації. Радянський вчений Р. І. Грабовський показав, що при випаровуванні морської води, яка має в своєму складі різноманітні солі, спочатку відбувається кристалізація солей одного хімічного складу, потім другого і т. ін. Ось чому в атмосфері утворюються ядра конденсації з солей різноманітного хімічного складу. Таким чином, після ґрунтовних досліджень стало відомо про походження ядер конденсації, їх розмір та ін. Найбільш активними ядрами конденсації є гігроскопічні речовини, тобто речовини, які легко розчиняються в воді.

Хмарність належить до найважливіших елементів погоди. Так, при загальній характеристиці погоди часто зазначають лише хмарність (похмуро, ясно і т. ін.) або стан опадів, які безпосередньо пов'язані з хмарами (сухо, дощ, морось, тощо).

В атмосфері бувають різні хмари. їх форми безмежно різноманітні – від густого туману, що облягає хвилями поверхню землі, до тонких блискучих смужок, які плавають на великій висоті. Різні форми хмар являють собою ніби зовнішній вияв складних атмосферних процесів. Стежачи за виникненням і розвитком хмар; за їх послідовною зміною, можна скласти уявлення про стан атмосфери та процеси, що в ній відбуваються [1].



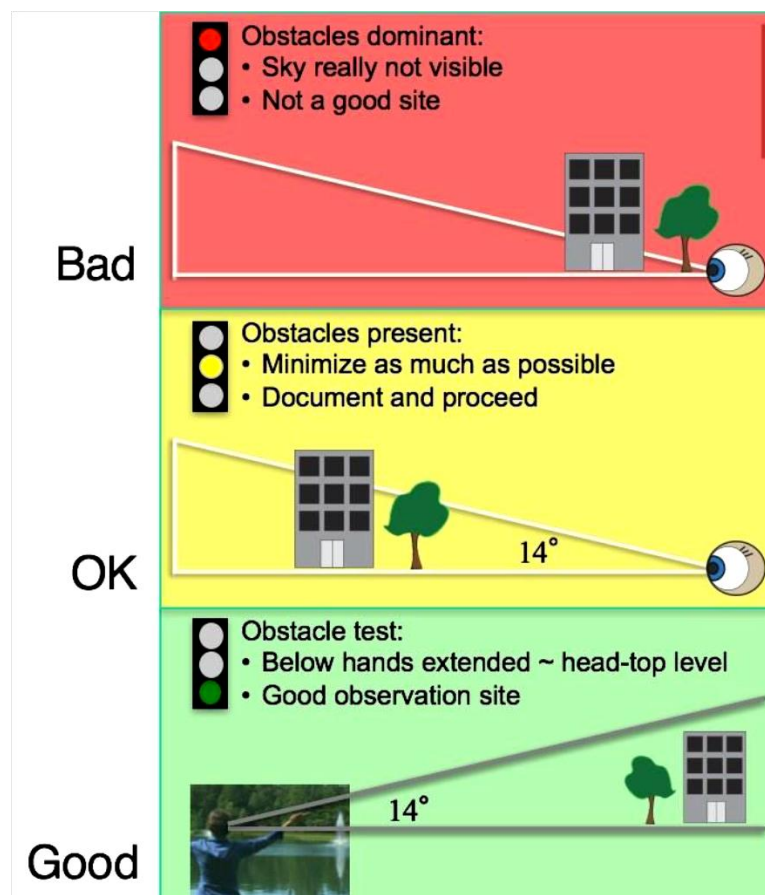
ВИБІР ДІЛЯНКА ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Найперше, з чого потрібно розпочати роботу – визначити ділянку, з якої будуть проводитись спостереження так, щоб вона дозволяла вам якнайкраще та якнайширше бачити небо і, звісно, щоб діти щодня мали до неї доступ.

Правильне визначення типу хмар і щільності хмарного покриву можливо на місці, де забезпечується безперешкодний огляд неба. Це, наприклад, центр спортивного майданчика, звідки, подивившись угору, ми побачимо небо, що не буде закрите ні деревами, ні будинками. Обійдіть школу та знайдіть ділянку, яка б забезпечувала безперешкодний огляд неба. Для цієї мети може підійти центр спортивного майданчика або стоянки автомобілів. Визначення хмар – це мистецтво, та з часом ви будете робити це все краще і краще.

Якщо ви живете в місті, ви можете і не знайти місця, яке б повністю відповідало поставленим вимогам. Для того, щоб перевірити, чи вдалим виявився ваш вибір, уявіть собі, наскільки суттєвим буде вплив на результати вимірювань, якщо ті частини неба, які ви не бачите, будуть повністю вкриті хмарами або цілком вільними від хмарного покриву? Вибір ділянки вважається задовільним, навіть якщо невелика частина неба не потрапляє в поле зору, проте це істотно не вплине на результати вимірювань, які зазначатимуться в звітах (мал. 1).

Після вибору ділянки для встановлення приладів визначте її координати за допомогою приймача GPS та завантажте отримані дані в базу даних учнів-учасників програми GLOBE .



Мал.1. Візуалізація вибору ділянки по визначенню хмарного покриву

ЧАС ПРОВЕДЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Свої спостереження можна проводити у будь-який час доби, проте, найкраще їх проводити за годину до або після Сонячного полудня. Найкраще – відповідно до супутникових спостережень (+-15 хвилин).

Сонячним полуднем називається відрізок часу, в який здається, що сонце досягло найвищої точки в небі за добу. Саме термін «сонячний полудень» застосовується в програмі GLOBE. Астрономи, наприклад, називають той же момент часу «місцевим справжнім полуднем». Сонячний полудень, як правило, не збігається з «часовим полуднем» і залежить від вашого місцезнаходження в межах вашого часового поясу. Він припадає точно на середину світлового дня. Найлегше обчислити час сонячного полудня шляхом знаходження точного часу сходу та заходу Сонця у вашій місцевості. Половина суми значень часу сходу та заходу відповідає сонячному полудню. Перед його розрахунком необхідно виразити значення часу сходу та заходу в 24-годинному форматі.

Приклад	1	2	3	4
Схід Сонця (час за годинником дорівнює часу, вираженому в 24-годинному форматі)	7:02 ранку	6:58 ранку	7:03 ранку	6:32 ранку
Захід Сонця (час за годинником)	5:43 вечора	5:46 вечора	8:09 вечора	5:03 вечора
Захід Сонця (час у 24-годинному форматі)	17:43	17:46	20:09	17:03
Час сходу + час заходу (тривалість світлового дня)	24 год. 45 хв.	23 год. 104 хв.	27 год. 12 хв.	23 год. 35 хв.
Еквівалентне значення (з переведенням хвилин у години)	Не змінюється	24 год. 44хв.	26 год. 72хв.	22 год. 95хв.
Ділення на два	12 год. 22,5 хв.	12 год. 22 хв.	13 год. 36 хв.	11 гол, 47,5 хв.
Місцевий сонячний полудень (з округленням до хвилин)	12:23 дня	12:22 дня	13:36 дня	11:48 ранку

Всесвітній час – UTC. Всесвітній координований час (англ. Coordinated Universal Time, фр. Temps universel coordonné, UTC, Time Zulu — «час зулу», Z) – стандарт, за яким суспільство регулює годинники й час. Запроваджений в 1961 році. Приблизно відповідає сонячному часу на Гринвіцькому меридіані.

Всесвітній час найпростіше визначити, поставивши запитання: «Котра година (відповідно до 24-годинної системи) зараз у Гринвічі, в Англії?». Гринвіч розташований на нульовому меридіані, а цей меридіан вважається точкою відліку початку доби в усьому світі. Коли в Гринвічі настає ніч, вважається, що це 0 годин 00 хвилин (0:00) за всесвітнім часом. Ще зовсім недавно всесвітній час називали «середнім гринвіцьким часом».

Часові пояси навколо земної кулі описуються як додатне або від'ємне зміщення від UTC. UTC — це нащадок часу за Гринвічем (GMT), й іноді також помилково називається GMT. Нову назву (UTC) запроваджено, щоб позбутись назви певного місця на Землі в міжнародних стандартах. UTC базується на атомному відліку часу, а не на часі за Гринвічем.

UTC не змінюється взимку та влітку. Тому там, де переходять на літній час, зсув відносно UTC змінюється. Київський час більший від UTC на 2 години взимку та на 3 улітку.

МЕТОДИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Подивіться на небо у всіх напрямках вище 14 °. Для цього потрібно розмістити пряму руку приблизно на рівні з головою. Область над головою і є зоною спостережень.

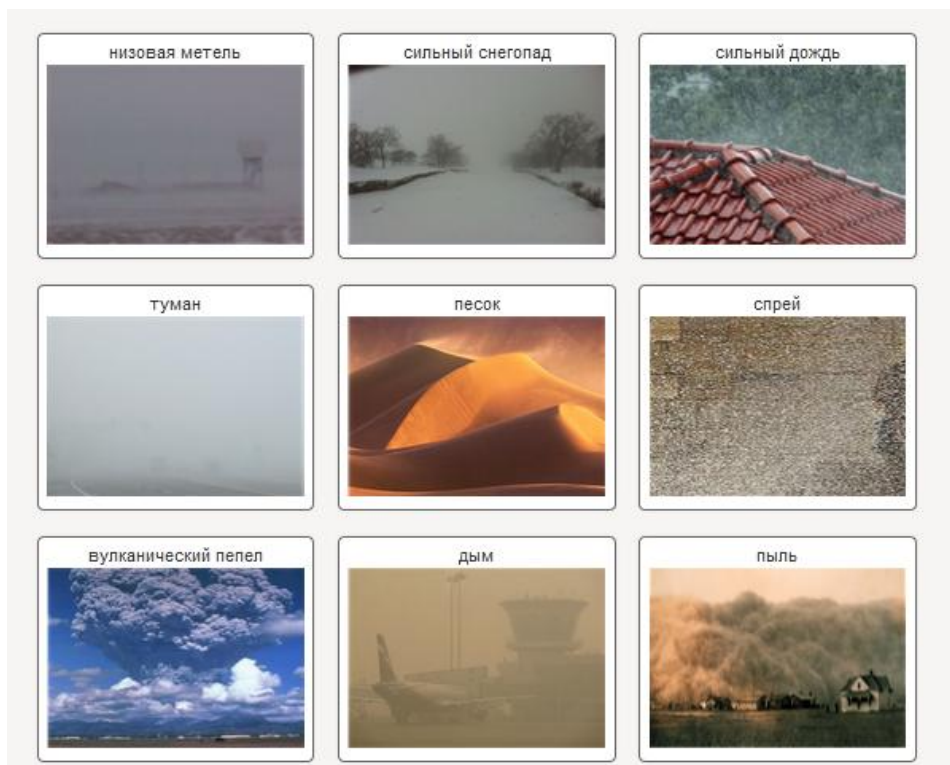
Добре спостерігати невеличкими групами по 4 особи (небо можна розділити на сектори).



Мал. 2. Приклад розміщення груп для спостережень

В листок атмосферних досліджень впишіть ім'я спостерігача, дату, час і місце спостереження. Оцініть загальний стан неба, якщо це можливо.

Якщо небо не проглядається, встановіть причину. Якщо більше ніж 1/4 неба затемнена через один із цих параметрів, запишіть і відмітьте про причину на листі даних (п. 7).



Мал. 3. Причины відсутності видимості неба (взято із сайту GLOBE)

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ХМАРНОГО ПОКРИВУ

Щільність хмарного покриву визначається в той же час, коли й тип хмар. Щільність хмарного покриву реєструється відповідно до нижчеподаних класифікаційних визначень.

Безхмарне (ясне) небо. Хмари відсутні або вкривають менше однієї десятої площі неба (оскільки це визначення зумовлює наявність деякої кількості хмар, їх тип може бути зареєстрованим одночасно з реєструванням «ясного неба»).

Розсіяна хмарність. Хмари вкривають від однієї десятої до половини площі неба.

Розірвана хмарність (хмарність з проясненнями). Хмари вкривають від половини до дев'яти десятих площі неба.

Суцільна хмарність. Хмари вкривають більше дев'яти десятих площі неба.

Навіть найдосвідченіші спостерігачі інколи відчувають труднощі, намагаючись відрізнити розсіяну хмарність від хмарності з проясненнями. Рекомендуємо виходити з таких критеріїв: якщо ви бачите більше блакитного неба, ніж хмар, хмарність вважається розсіяною. Якщо ж у поле зору потрапляє більше хмар, аніж блакитного неба, хмарність вважається розірваною.

 <p>Few < 0 - 10</p>	<i>Ясно (<10% хмар)</i>
 <p>Isolated 10 - 25</p>	<i>Поодинокі хмари (10-25% хмар)</i>
 <p>Scattered 25 - 50</p>	<i>Розсіяна хмарність (25-50% хмар)</i>
 <p>Broken 50 - 90</p>	<i>Розірвана хмарність (50-90%)</i>
 <p>Overcast 90 - 100</p>	<i>Суцільна хмарність (>90% хмар)</i>

Мал. 4. Типи хмарного покриву

КОЛІР ТА ПРОЗОРИСТЬ НЕБА





















За кольором неба можна спостерігати тільки у тій частині, де немає хмар.

Для початку станьте спиною до сонця. Подивіться на небо у напрямку між горизонтом і прямо вгору (45°). Виберіть відтінок, який максимально відповідає тому, що ви спостерігаєте.

Важливо відмітити колір неба, а не хмар. Якщо занадто хмарно, небо можна не побачити.

Щоб визначити ступінь прозорості подивіться на орієнтир на відстані. Було б добре використовувати один і той самий орієнтир кожного разу.

Корисно фотографувати ваше небо кожного дня, щоб помітити різницю між спостереженнями ступеню прозорості.

ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРУ НЕБА	ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ НЕБА																						
																							
<table border="1"> <tr> <td>Deep Blue</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Blue</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Pale Blue</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Milky</td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td> Cannot Observe</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </table>	Deep Blue	<input type="radio"/>	Blue	<input type="radio"/>	Light Blue	<input type="radio"/>	Pale Blue	<input type="radio"/>	Milky	<input checked="" type="radio"/>	 Cannot Observe	<input type="radio"/>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </table>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
Deep Blue	<input type="radio"/>																						
Blue	<input type="radio"/>																						
Light Blue	<input type="radio"/>																						
Pale Blue	<input type="radio"/>																						
Milky	<input checked="" type="radio"/>																						
 Cannot Observe	<input type="radio"/>																						
	<input type="radio"/>																						
	<input type="radio"/>																						
	<input type="radio"/>																						
	<input type="radio"/>																						
	<input type="radio"/>																						

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ХМАРАМИ, ЇХ ОПИС ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Під час виконання практичної роботи учням доручається ідентифікація десяти найпоширеніших типів хмар. Назви типів хмар, що застосовуються, описують їх форму, висоту, на якій вони розташовані,

та наявність або відсутність опадів, пов'язаних з хмарами того чи іншого типу.

Відомо три основні типи хмар:

- купчасті;
- шаруваті;
- перисті.



Купчасті (cumulus)



Шаруваті (stratus)



Перисті (cirrus)

Хмари розрізняються за висотою, на якій вони розташовані (при цьому висотою хмари вважається висота її основи). У назвах хмар, які знаходяться на великій висоті (понад 6000 м), застосовується слово «перисті»:

- перисті хмари;
- перисто-купчасті хмари;
- перисто-шаруваті хмари.



Перисті
Cirrus



Перисто-шаруваті
Cirrostratus



Перисто-купчасті
Cirrocumulus

Назви хмар, які знаходяться на середній висоті (від 2000 до 6000 м), є складними словами з першою частиною «високо-»:

- висококупчасті хмари;
- високошаруваті хмари.



Високошаруваті
Altostratus



Висококупчасті
Alto cumulus

У назвах хмар, що розташовані низько (на висоті менше ніж 2000 м), застосовуються слова «шаруваті», «купчасті», «дощові»:

- шаруваті хмари;
- шарувато-дощові хмари;
- купчасті хмари;
- шарувато-купчасті хмари;
- купчасто-дощові (грозові) хмари.



Шаруваті
Stratus



Шарувато-купчасті
Stratocumulus



Купчасті
Cumulus



Шарувато-дощові
Nimbostratus



Купчасто-дощові
Cumulonimbus (здалеку)



Купчасто-дощові
Cumulonimbus (знизу)

Незважаючи на те, що основи купчастих та кутасто-дощових хмар можуть знаходитися на висоті менше ніж 2000 м, зазвичай їх товща є достатньою для того, щоб верхні частини цих хмар знаходилися на рівні високих або навіть перистих хмар. У таких випадках їх називають «вертикально розповсюдженими хмарами». Перистими бувають лише найвищі хмари, тому назва «перисті хмари» вживається на означення хмар, розташованих вище за інші. Оподи випадають з хмар, у назвах яких застосовується слово «дощові».

ПОРАДИ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХМАР

Під час ідентифікації хмар відповідно до офіційної класифікації корисно пам'ятати декілька речей. Витягнуті рівними розрідженими смугами хмари того або іншого типу, які знаходяться високо в небі, завжди називають **перистими**. Якщо перисті хмари мають хвилясту або вихрову структуру, вони зветься **перисто-купчастими**. Якщо такі хмари утворюють безперервні шари, що досягають великої висоти, вони зветься **перисто-шаруватими**.

Назви хмар, які досягають середньої висоти, є складними словами з першою частиною «високо-». Якщо вони мають шарувату структуру, їх називають високошаруватими. Якщо вони відрізняються хвилястою або вихровою структурою, їх називають висококупчастими.

Хмари, що утворюються на невеликій висоті (менше 2000 м), належать до купчастих або шаруватих. Купчасті хмари мають «скуйовджений», «збитий» вигляд, шаруваті — вкривають значну частину неба рівними тонкими шарами.

Темні низькі хмари, що мають загрозливий вигляд, з яких фактично і випадають опади, називаються дощовими. Шарувато-дощові хмари вкривають усе небо широкими смугами; їх поява супроводжується безперервним і тривалим дошем. За розмірами шарувато-дощові хмари більші по горизонталі, ніж по вертикалі. З шарувато-дощових хмар, як правило, випадають дощі малої (мряка) або помірної інтенсивності, причому на великій території та протягом тривалого часу.

Купчасто-дощові хмари відрізняються темною основою й «скуйовдженою» верхньою частиною; форма цих хмар, що зветься також грозовими, часто нагадує ковадло. З таких хмар переважно випадають зливи, які, як правило, супроводжуються громом та блискавками.

Визначення висоти купчастих хмар Cumulus Clouds



Перисто-купчасті
Cirrocumulus
за розміром з мізинний
палець витягнутої руки



Висококупчасті
(altocumulus)
за розміром з великий
палець витягнутої руки



Купчасті
(cumulus)
за розміром з кулак
витягнутої руки

Визначення висоти шаруватих хмар Stratus Clouds

**шукайте підказки у сонця (але ніколи не дивіться прямо на сонце!)*



Перисто-шаруваті
Cirrostratus
єдиний тип хмар,
який може створити
ореол навколо сонця
або місяця. Гало буде
мати всі кольори
веселки в ньому.



Високошаруваті
Altostratus
сонце або місяць будуть
ледь просвічувати
(тьмяно освітленими),
хмари часто темнуваті,
середньо-сірого
кольору.



Шаруваті
Stratus
завичай будуть
дуже сірим і часто
дуже низько над
землею, покривають
значну частину неба.

СВІТЛОВА ПРОНИКНІТЬ ХМАРИ

Якщо ваша тінь добре окреслена, крізь хмару проникає багато сонячного світла, тому світлова проникність хмари буде визначатись як “прозора”. Чим більше тінь стає нечіткою, тим більше хмара буде вважатися “непрозорою”.

Прозорі - тонкі хмари, через які світло проходить легко, і через які можна навіть побачити блакитне небо. Зверніть увагу на молочно-блакитно-білуватий вигляд.



Transparent

Напівпрозорі - хмари середньої товщини, які пропускають сонячне світло. Вони можуть бути дещо молочно-блакитно-білі біля країв, і дуже мало сірі; але ці хмари в основному яскраво-білі.



Translucent

Непрозорі - товсті хмари, які не пропускають світла, хоча воно може дифундувати крізь них. Хмари виглядають сірими. Коли ці хмари затуляють Сонце, неможливо визначити, де воно знаходиться.



Opaque

Фотографування хмар

Фотографії хмар неважко знайти в книжках та журналах. Але все ж таки, учням сподобається самостійно фотографувати хмари. Запропонуйте їм зробити це, щойно вони замалюють хмари та опишуть їх своїми словами. Відеозйомка рухомих хмар також дозволяє побачити формування і поведінку хмар у новій перспективі, особливо якщо ви можете користуватися триногою та вести прискорену зйомку.

ІНВЕРСІЙНИЙ СЛІД

Інверсійний слід є туманом, сконденсованим, в основному, з атмосферної вологи, а також (меншою мірою) з вологи вихлопних газів літального апарата.

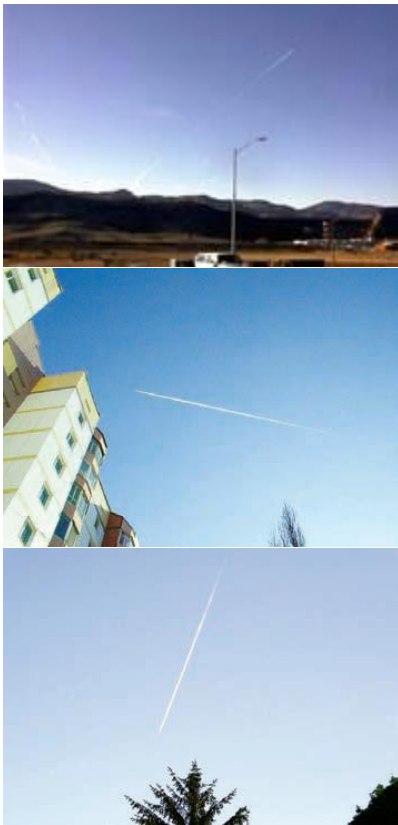
Продуктами згоряння рідкого палива, в основному, є пари води та вуглекислий газ. Води, у вигляді пару, виділяється приблизно 1,1 кг. з одного літра згорілого в турбіні гасу. Швидко охолоджуючись цей пар і створює інверсійний слід.

Свою назву феномен одержав від явища властивого верхнім шарам атмосфери — інверсії відносно точки роси. У верхніх шарах атмосфери відсутні пилові частинки, і навіть при досягненні температури нижчої точки роси, атмосферна волога залишається у газоподібному стані. Проліт літального апарата викликає появу великої кількості центрів конденсації, і на них миттєво відбувається конденсація наявної вологи. Так локально виникає хмара туману. За рахунок цього траєкторія стає видимою.

Центрами конденсації є:

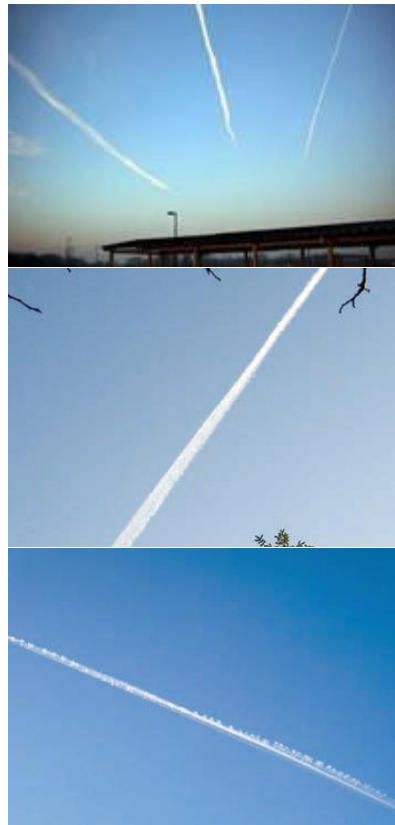
- частинки, викинуті з камери згоряння двигуна літального апарата;
- мікротурбулентні вихори.

Інверсійний слід також цікавить науковців і в протоколі програми GLOBE, визначенню цього сучасного феномену виділено окреме завдання, в якому виділяють різні його типи. Виділяють три типи інверсійного сліду:



Короткотривалий Short-Lived:

Слід формується і зникає одночасно з рухом. Довжина сліду постійна, але може бути як коротка, так і займати більшу частину неба. Зазвичай цей слід дуже вузький



Постійний чіткий Persistent Non-Spreading:

Вузький слід, який залишається в небі після того, як літак пролетів. Цей слід не ширший, ніж короткоживучий, і зазвичай вужчий, ніж ширина одного пальця на відстані витягнутої руки.



Постійний розмитий Persistent Spreading:



Широкий слід, який залишається в небі після того, як пролетів літак.

Ці сліди ширші, ніж один палець на відстані витягнутої руки. Вони можуть ширшати і нагадувати звичайні перисті хмари.

**СТАН ПОВЕРХНІ –
Surface Conditions**

Своє спостереження науковці пропонують закінчити спостереженням за станом поверхні. Відмітьте у листу реєстраційних даних те, що ви із дітьми спостерігаєте:

Сніг / Лід	 <p>Snow / Ice <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
Стояча вода – калюжі	 <p>Standing Water <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
Болото	 <p>Muddy <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
Суха земля	 <p>Dry Ground <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
Листя на деревах	 <p>Leaves on Trees <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>
Іде дощ / Іде сніг	 <p>Raining / Snowing <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p>

▪ На допомогу педагогу. Навчальні заняття

Заняття 1.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ХМАРАМИ, ЇХ ОПИС ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Мета практичної роботи: спостереження за хмарами, складання описів і порівняння виконаних описів з офіційними назвами типів хмар.

Стислий огляд: учні спостерігають за хмарами, роблять замальовки і описують їх форму – спочатку своїми словами, однак поступово переходячи до вживання наукових термінів. Вони змінюють свої описи відповідно до стандартної класифікації, застосовуючи таблиці хмарності GLOBE, згідно яких хмари поділяються на 10 різних типів. Кожен учень готує свій особистий довідник характеристик хмар, який застосовує разом з таблицею хмарності GLOBE (див. додаток).

Тривалість: два класичних заняття, які можуть бути повторені і в ті дні коли спостерігатимуться інші типи хмар.

Рівень підготовки: будь-який.

Основні концепції: хмари класифікуються за їх висотою та зовнішнім виглядом, а також характеристикою опадів.

Навички:

- спостереження за хмарами, опис їх зовнішнього вигляду;
- ідентифікація десяти основних типів хмар;
- визначення висоти хмар;
- реєстрація та організація даних про хмари в науковому щоденнику програми GLOBE.

Прилади та матеріали:

- таблиця хмарності GLOBE;
- аркуші реєстрації результатів спостережень за хмарами (див. додаток);
- науковий щоденник спостережень;
- довідник із зображенням хмар;
- камера для отримання зображень хмар.

Теоретичні відомості

Для точних прогнозів погоди необхідно проводити ретельні і послідовні спостереження. Людське око може вважатися одним з найкращих метеорологічних приладів, до того ж візуальні спостереження не вимагають значних витрат. Велика частина існуючої інформації щодо погодних умов була отримана в результаті безпосередніх спостережень, які проводилися людьми протягом тисячі років. Окрім того, що можливість класифікації хмар становить собою неабияку користь, проведення регулярних спостережень за різними типами хмар та погодними умовами, які супроводжуються утворенням різноманітних хмар, допоможе учням встановити взаємозв'язок між типами хмар та відповідними метеоумовами. Вміння відрізнити тип хмар дасть змогу передбачати зміни погоди в найближчому майбутньому. Ми не описуємо ці взаємозв'язки в даному підручнику, але на сьогодні видано багато підручників з метеорології, що допоможуть встановити такі взаємозв'язки. Якщо ви

запросите метеоролога на бесіду з класом, вона, безперечно, стимулюватиме інтерес до встановлення взаємозалежності між типами хмар та характеристиками погодних умов.

Під час цього заняття учні повинні проводити ретельні спостереження за хмарами, робити замальовки та описувати їх своїми словами перед тим, як вони почнуть користуватися офіційними назвами. Заняття можна повторювати в інші дні, коли спостерігатимуться різні типи хмар. Якщо умови проведення занять дозволяють, доцільно час від часу робити перерву та проводити спостереження за хмарами на відкритому повітрі кожного разу, коли на небі помічаються нові типи хмар. З часом учні набудуть значного досвіду в розрізненні типів хмар.

Якщо немає можливості виходити з учнями надвір, спостерігати за хмарами можна і крізь вікно.

Складання учнями особистих довідників характеристик хмар

Учні повинні підготувати, в наукових щоденниках учасника програми GLOBE або окремих зошитах, індивідуальний перелік типів хмар з відповідними нотатками. Для кожного ідентифікованого типу хмар має бути виділена окрема сторінка наукового щоденника. До такого довідника можна заносити результати особистих спостережень та описи, а також зроблені (або вирізані) школярами фотокартки хмар. Якщо спостерігається відразу декілька типів хмар, учні повинні зареєструвати кожен з них на окремому аркуші наукового щоденника учасника програми GLOBE .

Ідентифікація та класифікація хмар

Під час виконання практичної роботи учням доручається ідентифікація десяти найпоширеніших типів хмар. Назви типів хмар, що застосовуються, описують їх форму, висоту, на якій вони розташовані, та наявність або відсутність опадів, пов'язаних з хмарами того чи іншого типу.

1. Відомо три основні типи хмар:

- купчасті;
- шаруваті;
- перисті.

2. Хмари розрізняються за висотою, на якій вони розташовані (при цьому висотою хмари вважається висота її основи).

У назвах хмар, які знаходяться на великій висоті (понад 6000 м), застосовується слово «перисті»:

- перисті хмари;
- перисто-купчасті хмари;
- перисто-шаруваті хмари.

Назви хмар, які знаходяться на середній висоті (від 2000 до 6000 м), є складними словами з першою частиною «високо-»:

- висококупчасті хмари;
- високошаруваті хмари.

У назвах хмар, що розташовані низько (на висоті менше ніж 2000 м), застосовуються слова «шаруваті», «купчасті», «дощові»:

- шаруваті хмари;
- шарувато-дощові хмари;
- купчасті хмари;
- шарувато-купчасті хмари;
- купчасто-дощові (грозові) хмари

***Примітка.** Незважаючи на те, що основи купчастих та купчасто-дощових хмар можуть знаходитися на висоті менше ніж 2000 м, зазвичай їх товща є достатньою для того, щоб верхні частини цих хмар знаходилися на рівні високих або навіть перистих хмар. У таких випадках їх називають «вертикально розповсюдженими хмарами».*

Перистими бувають лише найвищі хмари, тому назва «перисті хмари» вживається на означення хмар, розташованих вище за інші.

Опади випадають з хмар, у назвах яких застосовується слово «дощові».

Частина 1. ОПИС ХМАР СВОЇМИ СЛОВАМИ

Підготовка до проведення заняття

1. Поділіть учнів на групи по двоє в кожній. Доручіть їм взяти свої наукові щоденники та вийти на відкрите місце, звідки можна спостерігати за хмарами. Кожен учень повинен зробити подібну замальовку хмар. Якщо одночасно спостерігається декілька типів хмар, учні можуть намалювати кожний тип хмар на окремій сторінці наукового щоденника.

2. Кожен з учнів має зареєструвати дату та час, в який проводилися спостереження, і виконати опис зовнішнього вигляду хмар поряд з малюнком, використовуючи достатню кількість слів. Слід пояснити школярам, що в даному випадку не може бути абсолютно правильних або неправильних описів, тому вони можуть користуватися будь-якими словами, які їм здаються найвідповіднішими. Наприклад, рекомендується описувати хмари, застосовуючи наступні епітети:

- *розмір хмар*: невеликі, великі;
- *вигляд хмар*: важкі, легкі, щільні;
- *форма хмар*: скуповжені, розтягнуті, схожі на вату, горбисті, розірвані, розсіяні, однорідні, неоднорідні, хвилясті, шаруваті, нерівні, подібні до ... ;
- *колір хмар*: сірий, чорний, білий, сріблястий, молочний;
- *загальний опис*: хмари загрозового вигляду, хмари, що ніби огортають небо, гарні, з прожилками, подібні до туману, похмурі, рухливі тощо.

3. Повернувшись до класу, пари учнів повинні обмінятися своїми описами. Поділивши учнів на групи у складі чотирьох чоловік кожна, попросіть їх скласти «груповий список» цих епітетів, за допомогою яких вони описували кожний з типів хмар, що спостерігалися.

4. Користуючись класифікацією хмарності GLOBE , школярі повинні знайти одну з фотографій, яка відповідає їх малюнкам, і записати наукові назви цього типу хмар поруч зі своїм малюнком.

Частина 2. ПОРІВНЯННЯ ОПИСІВ, ПІДГОТОВЛЕНИХ УЧНЯМИ, З ОФІЦІЙНИМИ ОПИСАМИ

Підготовка до проведення заняття

1. Розпочніть обговорення типів хмар у класі (бажано, коли учні підготують опис кількох різних типів хмар). Попросіть одну з груп, яка складається з чотирьох учнів, намалювати хмару на дошці та записати епітети, які застосовувалися учасниками під час опису хмари. Якщо спостерігалися декілька різних типів хмар, попросіть інші групи учнів намалювати на дошці хмари інших типів. Попросіть інших учнів додати епітети, які застосовувалися ними під час описів цих хмар. Попросіть учнів розподілити епітети, які застосовувалися ними, на групи схожих епітетів. Попросіть їх назвати певні характеристики хмар (розмір, форма, колір, висота тощо), до яких належать ці групи епітетів. Чи не пропустили учні будь-які помітні характеристики хмар? На якій основі, на їхню думку, можна класифікувати хмари, тобто на які характеристики вони звертали увагу?

2. Попросіть учнів зазначити «офіційні» назви типів хмар, зображені на дошці. Поясніть їм, що відповідно до офіційної класифікації хмари поділяються на різні типи залежно від трьох характеристик: форми, висоти і наявності опадів. Порівняйте офіційну систему з тією системою класифікації, яку самостійно розробили учні. Які характеристики враховуються чи не враховуються в тій або іншій системах? Доручіть учням описати своїми словами наступні категорії хмар:

- шаруваті;
- купчасті;
- перисті;
- дощові.

3. Повторюйте спостереження, замальовування та опис різних типів хмар протягом наступних днів, з появою в небі нових типів хмар. Доручіть учням відвести окрему сторінку наукового щоденника учасника програми G L O B E для кожного нового типу хмар, які спостерігаються. Доручіть їм записати офіційні назви типів хмар та описи цих хмар, яким віддають перевагу самі р н і . Продовжуйте обговорювати основи офіційної системи класифікації хмар.

АДАПТАЦІЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ УЧНІВ МОЛОДШИХ ТА СТАРШИХ КЛАСІВ

Учні молодших класів можуть описати хмари за допомогою термінів, що відповідають основному типу хмар (перисті, купчасті, шарваті). Вони також можуть описувати висоту хмар, називаючи їх низькими, помірної висоти та високими, і колір хмар — білий, сірий або чорний.

Учні старших класів можуть визначати зв'язок між появою хмар того або іншого типу з відповідними погодними умовами. Учні також можуть звертати увагу на послідовність, з якою з'являються різні типи хмар протягом декількох днів, та вивчати фактори, які впливають на формування хмар.

Під час таких занять можуть з'явитися цікаві можливості співпраці з рителем малювання або літератури, кожен з яких може запропонувати оригінальні способи опису хмар.

Подальші дослідження

Вивчіть взаємозв'язок між вітром та хмарами. Побудуйте графік напрямку і швидкості вітру (розу вітрів) для кожного з типів хмар, що спостерігається.

Поясніть взаємозв'язок між гідрологічним циклом (кругообігом води в природі) та атмосферними умовами.

Фотографії, зроблені за допомогою супутників та космічних кораблів, дозволяють спостерігати за динамічними процесами в атмосфері нашої планети і вивчати великомасштабні явища, які неможливо простежити з поверхні Землі. Застосування зображень, зроблених з космосу, дозволяють передбачати погоду або стежити за р р о м грози. Обговоріть переваги та недоліки зображень, зроблених з космосу, у порівнянні з місцевою метеорологічною інформацією.

Спостерігайте за грозами та хмарами на відстані, щоб краще зрозуміти місцеві погодні умови. Користуйтеся біноклем, щоб вивчати хмари й структури, що супроводжують ті чи інші погодні умови. Застосовуйте карти місцевості, щоб оцінити відстань між орієнтирами та розташуванням хмар.

Деякі ігри допомагають практикуватися, набуваючи навичок ідентифікації типів хмар та засвоюючи нові концепції.

Гра «в хмари» №1. Доручіть кожному з учнів підготувати набір з десяти карток розміром приблизно 7,5 x12,5 см, на кожній з яких має бути записана назва одного з типів хмар. Необхідно також підготувати другий набір карток, на кожному з яких наклеїти фотографію або малюнок хмар одного з десяти типів. Пари учнів складають свої картки разом, лицевою стороною донизу. Партнери по черзі перевертають по дві картки, намагаючись знайти відповідні пари: назви та фотокартки (малюнок) певного типу хмари. Гра продовжується, доки усі пари карток не будуть знайденими. Переможцем вважається той, хто знайшов найбільшу кількість відповідних пар.

Гра «в хмари» №2. Групи учнів готують запитання щодо хмар: їх зовнішнього вигляду, форми, висоти та щільності хмарного покриву (тобто частини неба, яку вони займають). Відповіді записуються на картках розміром приблизно 7,5x12,5 см. Наприклад,



«розсіяні хмари» — це відповідь на запитання: «Як називаються хмари, що вкривають від однієї десятої до половини площі неба?» Розділіть клас на групи учасників. Одні повинні ставити запитання, а інші – підіймати відповідні картки.

Заняття 2.

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ХМАРНОГО ПОКРИВУ: ІМІТАЦІЯ

Мета практичної роботи: навчитися визначати щільність хмарного покриття, застосовуючи паперові моделі (імітації), а також перевіряти точність своєї оцінки.

Стислий огляд: розподілившись на пари або невеликі групи, учні використовують картон імітуючи хмарний покрив, визначають щільність хмарного покриття у відсотках від площі неба та класифікують хмарний окрив.

Тривалість: одне класне заняття.

Рівень підготовки: середній та високий.

Основні концепції: використання моделювання для оцінювання точності спостережень.

Навички:

- визначення щільності хмарного покриття;
- обмін математичною інформацією;
- збір та реєстрація даних;
- організація даних в таблицях.

Прилади та матеріали:

- наукові щоденники учасників програми;
- аркуші кольорового картону (по одному аркушу синього та білого кольору на кожного учня);
- клей або клейка стрічка.

Попередні умови:

- знайомство з системою класифікації хмарного покриття;
- знайомство з дробовими числами та відсотками.

Теоретичні відомості

Навіть для досвідчених спостерігачів визначення щільності хмарного покриття пов'язане з труднощами. Почасти це можна пояснити схильністю людей недооцінювати розміри відкритого простору між об'єктами в порівнянні до розмірів простору, зайнятого цими об'єктами (в даному випадку, хмарами). Учням надається можливість особисто переконатися в існуванні такого недооцінювання, поміркувати про його наслідки в науковій роботі та розробити методи, які дозволяють більш точно визначати щільність хмарного покриття.

Підготовка та проведення заняття

Повторіть разом з учнями матеріали опису практичної роботи за темою «Визначення щільності хмарного покриття». Поясніть їм, що вони моделюватимуть хмарний покрив, користуючись картоном, та намагатимуться оцінити щільність хмарного покриття за

допомогою шматочка картону. Продемонструйте виконання нижченаведених операцій (3-6), для того, щоб учні засвоїли практичні методи моделювання.

1. **Роздайте кожному учневі необхідні матеріали:**

- один аркуш синього картону;
- один аркуш білого картону, поділеного на 10 рівних сегментів;
- науковий щоденник учасника програми GLOBE;
- клей або липку стрічку.

2. **Розділіть учнів на групи по двоє в кожній.**

3. **Доручіть кожній парі учнів вибрати значення (у відсотках) площі хмарного покриву, який вони будуть моделювати.** Необхідно вибрати значення, кратні 10 відсоткам (тобто, 20%, 30%, 40% і т.д., але не 5% або 95%). Учні не повинні говорити іншим, яке саме значення вони обрали.

4. **Працюючи окремо, кожна пара учнів має вирізати певну кількість білого картону,** що відображає процентне значення площі хмарного покриву, яке вони вибрали. Наприклад, якщо це значення становило 30%, необхідно вирізати 30% площі аркуша білого картону.

5. Після цього учні повинні розірвати білий картон, який лишився, на шматки неправильної форми, імітуючи хмари.

6. Учні повинні наклеїти або закріпити липкою стрічкою шматочки, що імітують хмари, на аркуші синього картону, моделюючи таким чином хмарний покрив.

7. Учні по черзі мають розглянути моделі, підготовлені іншими групами, та визначити процентне значення площі хмарного покриву, відображене цими моделями. Вони також оцінюють ці імітації відповідно до прийнятої класифікації щільності хмарного покриву, відносячи підготовлене зображення до категорій «яснее небо», «розсіяна хмарність», «розірвана хмарність» та «суцільний хмарний покрив». Учні записують результати своєї оцінки в наукові щоденники, користуючись таблицею, подібною до наведеної на мал. АТМ-1. Учні можуть роздивитися та оцінити всі підготовлені моделі, або ви можете поділити клас на групи таким чином, щоб певні учні оцінювали лише деякі моделі.

8. Коли учні закінчать оцінювати моделі хмарного покриву, намалюйте на дошці таблицю, за допомогою якої можна буде порівнювати результати їх оцінювання з фактичним значенням у відсотках (мал.. АТМ-2).

Імена учнів	Оцінка (%)	Класифікація
Ігор і Юра	40 %	Розсіяна хмарність
Таня і Валя	70 %	Розірвана

Мал. АТМ-1

Імена учнів	Значення	Недооцінювання	Правильна оцінка	Переоцінювання
Ігор і Юра	50	4	5	12

Мал. АТМ-2

Імена учнів	Класифікація	Недооцінювання	Правильна класиф.	Переоцінювання
Ігор і Юра	<i>Розсіяні хмари</i>	4	9	8

Мал. АТМ-3

9. Також намалюйте другу таблицю, яка дозволить порівнювати правильні класифікаційні визначення з помилковими (мал. АТМ-3).

10. Обговоріть з класом точність отриманих даних:

- Яке оцінювання виявилось більш точним – оцінювання процентного значення або класифікаційна оцінка?
- В якому випадку було зроблено найбільшу кількість помилок?
- Чи можуть учні дати кількісну оцінку загальної точності їх спостережень?
- Чи виявили учні схильність до переоцінювання або недооцінювання фактичної щільності хмарного покриву?
- Які фактори вплинули на точність їх оцінки (наприклад, розміри хмар, зосередженість хмар в одній частині неба, площа частини неба, вкритої хмарами)?
- Чи вважають учні, що для правильного оцінювання щільності хмарного покриву потрібно мати особливі здібності, чи цьому можна навчитися?
- В яких ще ситуаціях можуть виявитися корисними навички такої оцінки просторових пропорцій?
- Які класифікаційні категорії було найлегше або найважче визначити?
- Які методи дозволили учням дати точну оцінку щільності хмарного покриву у відсотках?
- Які методи дозволили учням правильно класифікувати щільність хмарного покриву?

АДАПТАЦІЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ УЧНІВ МОЛОДШИХ ТА СТАРШИХ КЛАСІВ

Учням молодших класів може знадобитися пояснення методів визначення пропорційних співвідношень площ, виражених дробовими еквівалентами, та методів перетворення дробових еквівалентів на відсоткові.

Учні старших класів можуть готувати та знімати на відеоплівку моделі, які відображають прогноз погоди, переданий місцевими радіостанціями та телебаченням. Моделюючи прогноз погоди, можна користуватися типами хмар, відмічати цифрами процентні значення щільності хмарного покриву та зазначати видимість на автомобільних дорогах.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Волеваха М.М. Погода на замовлення. – К.: Наукова думка, 1964. – 48 с. Джерело: https://collectedpapers.com.ua/weather_on_request/yak-utvoryuyutsya-xmari-ta-tumani ;
2. Офіційна сторінка програми GLOBE в Україні: <https://nenc.gov.ua/globe/>
3. Вербицький В. В., Михальський Л. О. Програма GLOBE (глобальне вивчення і спостереження з метою поліпшення довкілля). Посібник для вчителів. – К.: СМП «АВЕРС», 2001 р.

Атмосферні дослідження. Хмарний покрив

Аркуш реєстрації даних за програмою GLOBE

Назва школи _____ Клас _____
 Прізвища та імена спостерігачів _____
 Дата _____ Місцевий час _____ Всесвітній час (UTC) _____

1. Хмарне покриття (якщо видно $\frac{3}{4}$ або більшу частину неба)

Виберіть один варіант

- Безхмарно (0 % хмар) Ясно (<10% хмар)
 Поодинокі хмари (10-25% хмар) Розсіяна хмарність (25-50% хмар)
 Розірвана хмарність (50-90%) Суцільна хмарність (>90% хмар)

2. Колір неба (дивитись під кутом 45°, спиною до сонця)

- Темно-синій (deep blue) Світло-синій (light blue) Молочний (milky)
 Синій (blue) Біло-блакитний (pale blue)

3. Ступінь прозорості (видимості) (дивитись перед собою)

- Незвично чіткий (unusually clear) Деяко туманно (somewhat hazy)
 Чіткий (clear) Дуже туманно (very hazy)
 Надзвичайно туманно (extremely hazy)

4. Тип хмар (відмітити всі типи, які спостерігалися)

Тип хмар	Відсоток заповнення хмарами (0-10 %, 10-25%, 25-50 %)
Високі хмари - High Level Clouds	
Перисті (Cirrus)	
Перисто-шаруваті (Cirrostratus)	
Перисто-купчасті (Cirrocumulus)	
Середні хмари - Mid-Level Clouds	
Високошаруваті (Altostratus)	
Висококупчасті (Alto cumulus)	
Низькі хмари - Low Level Clouds	
Шаруваті (Stratus)	
Шарувато-купчасті (Stratocumulus)	
Купчасті (Cumulus)	
Шарувато-дощові (Nimbostratus)	
Купчасто-дощові (Cumulonimbus)	

5. Світлова проникність хмар - Cloud Opacity

- Прозорі (Transparent)
 Напівпрозорі (Translucent)
 Непрозорі (Opaque)

6. Якщо заблоковано вид на $\frac{1}{4}$ частину неба або більше: Відмітьте тут

7. Чому вид на небо заблокований? (Позначте все, що підходить)

Заметіль

Сильний дощ

Дим

Сильний сніг

Туман

Мряка (смог)

8. Покриття інверсійним слідом літаків (відмітьте один варіант)

Немає слідів (0%)

10-25%

>50%

0-10%

25-50%

Тип сліду	К-ть видимих слідів
<i>Короткочасний слід</i>	
<i>Стійкий не розмитий</i>	
<i>Стійкий розмитий</i>	

9. Стан поверхні

Сніг/ лід (Snow/Ice)

Стояча вода – калюжі (Standing Water)

Болото (Muddy)

Суша земля (Dry Ground)

Листя на деревах (Leaves on Trees)

Іде дощ/сніг (Raining/Snowing)