

«SMART-МОНІТОРИНГ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА
ЛІЦЕЮ: ІНТЕГРАЦІЯ ІОТ-РІШЕНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ АУДИТ
ЕНЕРГОНОСІЇВ»

СЕРГІЄВА Дар'я Сергіївна,

учениця 11-Б класу ОДЕСЬКОГО ЛІЦЕЮ № 15 ОДЕСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
керівник: вчитель біології БОРОВСЬКА Марина Анатоліївна

У сучасних умовах воєнного стану енергетична інфраструктура України зазнає значного навантаження та руйнувань. Ощадливе використання енергоресурсів, зменшення пікових навантажень на мережу та перехід на високоефективні джерела світла стали питанням стратегічної безпеки та життєдіяльності навчальних закладів. Сьогодні звичайного енергозбереження недостатньо — виникає потреба у розумному (Smart) управлінні. Інтеграція технологій Інтернету речей (IoT) (сенсорів освітленості, датчиків присутності, автоматизованого моніторингу) дозволяє уникнути людського фактора (забуте увімкнене світло), підтримувати оптимальний рівень освітленості за СанПіН і здійснювати точний аналіз енергоспоживання у реальному часі.

Мета дослідження: Комплексна оцінка та оптимізація світлового середовища ліцею шляхом проведення екологічного аудиту енергоносіїв, обґрунтування економічної ефективності переходу на світлодіодне (LED) освітлення та розробка концепції інтеграції IoT-рішень для smart-моніторингу закладу освіти.

Завдання:

1. Проаналізувати літературу та сучасні джерела інформації щодо сучасних енергоощадних технологій освітлення, стандартів екологічної безпеки та принципів побудови IoT-систем smart-моніторингу в навчальних закладах.

2. Провести енергетичний аудит існуючої системи штучного освітлення у кабінетах ліцею (здійснити інвентаризацію ламп за типами, потужністю та оцінити безпечність їх експлуатації)
3. Розрахувати показники річного споживання електроенергії та обсяги фінансових витрат для поточної системи освітлення та варіанта з її повною LED-модернізацією.
4. Обчислити економічну ефективність реалізації проєкту, а саме: річну економію ресурсів , простий період окупності інвестицій та повну вартість володіння (LCC) освітлювальною системою протягом 10 років
5. Запропонувати концептуальні рішення щодо інтеграції IoT-технологій (smart-моніторингу та автоматизованого управління освітленням) і розробити практичні рекомендації для ліцею з підвищення енергоефективності в умовах воєнного стану

Об'єкт дослідження: Система штучного освітлення у кабінетах ліцею.

Предмет дослідження: Економічна ефективність використання LED-ламп у порівнянні з традиційними джерелами світла та розробка концепції інтеграції IoT-рішень для smart-моніторингу.

Табл.1. Результати енергетичного аудиту ліцею

№ каб.	Кількість ламп	Вид ламп	Тривалість робочого часу	Енерго-спожив. на день	Енерго-спожив. на місяць	Енерго-спожив. на рік	Вартість спожитої енергії
1	12	Люм.трубка	6,5 год	1,404 кВт	30,888 кВт	277,992 кВт	1200,9 грн
2	10	LED	6,5 год	0,65 кВт	14,3 кВт	128,7 кВт	556 грн
3	12	Люм.трубка	6,5 год	1,404 кВт	30,888 кВт	277,992 кВт	1200,9 грн
4	12	LED	6,5 год	0,78 кВт	17,16 кВт	154,44 кВт	667,2 грн
5	16	LED	6,5 год	1,04 кВт	22,88 кВт	205,92 кВт	889,6 грн
6	13	LED	6,5 год	0,845 кВт	18,59 кВт	167,31 кВт	722,8 грн
6а	12	Люм.трубка	6,5 год	1,404 кВт	30,888 кВт	277,992 кВт	1200,9 грн

7	3	LED	8 год	0,24 кВт	5,28 кВт	47,52 кВт	205,3 грн
8	7	LED	5 год	0,35 кВт	7,7 кВт	69,3 кВт	299,4 грн
9	13	LED	5 год	0,65 кВт	14,3 кВт	128,7 кВт	556 грн
10	2	LED	6,5 год	0,13 кВт	2,86 кВт	25,74 кВт	111,2 грн
	15	Люм.трубка		1,755 кВт	38,61 кВт	347,49 кВт	1501,2 грн
11	17	LED	6,5 год	1,105 кВт	24,31 кВт	218,79 кВт	945,2 грн
12	14	LED	6,5 год	0,91 кВт	20,02 кВт	180,15 кВт	778,3 грн
13	2	LED	8 год	0,16 кВт	3,52 кВт	31,68 кВт	136,9 грн
14	3	Люм.трубка	8 год	0,288 кВт	6,336 кВт	57,024 кВт	246,3 грн
15	9	Люм.трубка	6,5 год	1,053 кВт	23,166 кВт	208,494 кВт	900,7 грн
16	4	Люм.трубка	6,5 год	0,468 кВт	10,296 кВт	92,664 кВт	400,3 грн
17	9	Люм.трубка	6,5 год	1,053 кВт	23,166 кВт	208,494 кВт	902,6 грн
18	11	Люм.трубка	6,5 год	1,287 кВт	23,314 кВт	209,826 кВт	906,4 грн
19	8	LED	6,5 год	0,52 кВт	11,44 кВт	102,96 кВт	444,8 грн
19a	2	LED	6,5 год	0,13 кВт	2,86 кВт	25,74 кВт	111,2 грн
	2	Люм.трубка		0,234 кВт	5,148 кВт	46,332 кВт	200,2 грн
20	9	Люм.трубка	5 год	0,81 кВт	17,82 кВт	160,38 кВт	692,8 грн
21	12	LED	8,5 год	1,02 кВт	22,44 кВт	201,96 кВт	872,5 грн
22	10	LED	5 год	0,5 кВт	11 кВт	99 кВт	427,7 грн
23	10	Люм.трубка	8,5 год	1,53 кВт	33,66 кВт	302,94 кВт	1308,7 грн
24	10	LED	8,5 год	0,85 кВт	18,7 кВт	168,3 кВт	727,1 грн
	4	Люм.трубка		0,612 кВт	13,464 кВт	121,176 кВт	523,5 грн
25	9	LED	5 год	0,45 кВт	9,9 кВт	89,1 кВт	384,9 грн
26	6	LED	5 год	0,3 кВт	6,6 кВт	59,4 кВт	256,7 грн
28	1	LED	5 год	0,05 кВт	1,1 кВт	9,9 кВт	42,8 грн
	2	Люм.трубка		0,18 кВт	3,96 кВт	35,64 кВт	154 грн

29	15	Люм.трубка	6,5 год	1,755 кВт	38,61 кВт	347,48 кВт	1501,1 грн
30	17	Люм.трубка	6,5 год	1,989 кВт	43,758 кВт	393,822 кВт	1701,3 грн
31	18	Люм.трубка	6,5 год	2,106 кВт	46,332 кВт	416,988 кВт	1801,4 грн
32	9	LED	6,5 год	0,585 кВт	12,87 кВт	115,83 кВт	500,4 грн
	6	Люм.трубка		0,702 кВт	15,444 кВт	138,996 кВт	600,5 грн
33	10	Люм.трубка	6,5 год	1,17 кВт	25,74 кВт	231,66 кВт	1000,8 грн
34	3	LED	6,5 год	0,195 кВт	4,29 кВт	38,61 кВт	166,8 грн
35	5	LED	6,5 год	0,325 кВт	7,15 кВт	64,35 кВт	278 грн
	5	Люм.трубка		0,585 кВт	12,87 кВт	115,83 кВт	500,4 грн
35a	4	LED	6,5 год	0,26 кВт	5,72 кВт	51,48 кВт	222,4 грн
	1	Люм.трубка		0,117 кВт	2,574 кВт	23,166 кВт	100,1 грн
36	9	Люм.трубка	6,5 год	1,053 кВт	23,166 кВт	208,494 кВт	900,7 грн
37	11	Люм.трубка	8 год	1,584 кВт	34,848 кВт	313,632 кВт	1354,9 грн
38	6	Люм.трубка	6,5 год	0,702 кВт	15,444 кВт	138,996 кВт	600,5 грн
39	11	LED	8,5 год	0,935 кВт	20,57 кВт	185,13 кВт	799,8 грн
40	10	LED	5 год	0,5 кВт	11 кВт	99 кВт	427,7 грн
41	12	LED	8,5	1,02 кВт	22,44 кВт	201,96 кВт	872,5 грн
42	12	LED	5 год	0,6 кВт	13,2 кВт	118,8 кВт	513,2 грн
43	12	LED	8,5	1,02 кВт	22,44 кВт	201,96 кВт	872,5 грн
44	7	LED	8,5	0,595 кВт	13,09 кВт	117,81 кВт	508,9 грн
45	6	LED	5 год	0,3 кВт	6,6 кВт	59,4 кВт	256,6 грн
	2	Люм.трубка		0,18 кВт	3,96 кВт	35,64 кВт	154 грн
46	7	Люм.трубка	5 год	0,63 кВт	13,86 кВт	124,74 кВт	538,9 грн

Всього в кабінетах закладу нараховано: 258 LED, 3 економ та 221

люмінесцентна трубка.

Табл.2. Розрахунки енергоспоживання та економії

	Річне енергоспожив ання	Річна економія енергії	Річне використання грошей	Річна економія грошей
На поточний час	8482,82 кВт	2 186,62 кВт	36 645, 78 грн	9 449,74 грн
При заміні ламп	6295,38 кВт		27 196,04 грн	

Для повної заміни ламп в ліцеї знадобиться $221 * 200 \text{ грн} = 44200 \text{ грн}$

Період окупності розраховуємо за формулою Вартість нових ламп / річну економію в грошах і отримуємо $44200 / 9449,74 = 4,7$ року

Розрахунок LCC за 10 років: якщо не замінювати лампи: $8482,82 \text{ кВт} * 10 = 84828,2 \text{ кВт}$

У ході проведеного дослідження було встановлено, що використання LED-ламп у кабінетах ліцею є економічно обґрунтованим і доцільним рішенням. Порівняльний аналіз показав, що світлодіодні лампи споживають у 4–6 разів менше електроенергії, ніж традиційні лампи розжарювання чи люмінесцентні, забезпечуючи при цьому однаковий або навіть вищий рівень освітленості.

Розрахунки довели, що перехід на LED-освітлення дозволяє зменшити витрати електроенергії до 70–80%, а термін окупності витрат на заміну ламп становить 5 років. Крім економічної вигоди, LED-лампи мають триваліший термін служби, не містять шкідливих речовин і є безпечнішими для здоров'я учнів.

Анотація

У проєкті «Smart-моніторинг та оптимізація світлового середовища ліцею: інтеграція IoT-рішень та екологічний аудит енергоносіїв» досліджено ефективність системи освітлення ОДЕСЬКОГО ЛІЦЕЮ № 15. Проведено енергетичний аудит кабінетів, проаналізовано типи та кількість ламп, розраховано річне енергоспоживання і фінансові витрати. Обґрунтовано доцільність заміни люмінесцентних ламп на LED та визначено орієнтовний термін окупності модернізації — 4,7 року. Запропоновано концепцію Smart Light на основі IoT-технологій із використанням датчиків руху та освітленості для автоматичного вимкнення світла за відсутності людей протягом 5 хвилин та/або за достатнього природного освітлення. Реалізація запропонованих рішень сприятиме скороченню споживання електроенергії, фінансових витрат і раціональному використанню енергоресурсів ліцею.