

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

БІЛЕЦЬКИЙ АНАТОЛІЙ ОЛЕГОВИЧ

УДК 628.92/.97

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНОГО
ОСВІТЛЕННЯ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2018

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук
Івасечко Роман Романович,
асистент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Рецензент: доктор технічних наук, професор
Андрійчук Володимир Андрійович,
професор кафедри світлотехніки та електротехніки
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться "25" лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар
екзаменаційної комісії № 38

Коцюрко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Одним із пріоритетних шляхів економії енергоресурсів є впровадження енергоощадних технологій в освітленні закладів соціального значення, таких як: школи, університети, дитячі садки, лікарні й інші адміністративні будівлі, де наразі використовуються розрядні джерела світла, зокрема люмінесцентні лампи.

Оскільки в Україні постійно зростають тарифи на електроенергію, на освітлення виділяється значна кількість бюджетних коштів, які могли б бути направлені на інші важливі сфери суспільної діяльності. Крім того, при практично повній відсутності утилізації використаних джерел світла, які містять у своєму складі пари ртуті, виникає загроза екологічної катастрофи, котра може призвести до погіршення стану екосистеми та самопочуття населення.

Наразі Україна є однією з найменш енергоефективних країн Європи, де енергоощадне освітлення має найнижчий рівень пріоритетності порівняно із заходами енергоефективності, що пов'язані з постачанням теплової енергії. На штучне освітлення припадає приблизно 30 % електроенергії, що споживається в середині будівель, тому в умовах енергетичної кризи в країні та постійному підвищенню тарифів на енергоносії, питання енергозбереження та енергоефективності виходять на перший план.

Саме тому раціональне використання електроенергії за рахунок впровадження світлодіодного освітлення як ніколи **актуальне**.

Мета й задачі дослідження. Метою дипломної роботи магістра є розрахунок енергоефективності використання світлодіодного освітлення у навчальних закладах.

Для досягнення вказаної мети в роботі вирішувались наступні задачі:

1. Проектування сучасної системи штучного освітлення на базі світлодіодних джерел світла.
2. Порівняння та аналіз систем світлодіодного та люмінесцентного освітлення з економічної, технічної та електричної точки зору.
3. Оцінка енергоефективності використання світлодіодного освітлення спираючись на задекларовані виробником номінальні параметри, діючі тарифи на електроенергію та експлуатаційні витрати.

Об'єкт дослідження — процеси прийняття рішень з ефективного енергоспоживання у навчальних закладах.

Предмет дослідження — параметри енергоефективного світлодіодного освітлення в навчальних, адміністративних та житлових приміщеннях; аналіз доцільності заміни розрядних джерел світла на світлодіодні аналоги.

Методи дослідження. Поставлені задачі вирішувались на основі:

- а) розрахунку існуючої та запропонованої системи освітлення методом коефіцієнта використання;
- б) аналізу та порівнянні основних електричних, економічних та технічних параметрів освітлювальних установок;
- в)

модельованні графічного зображення ізолюксів приміщень в середовищі програми DiaLux; г) системного та статистичного аналізу в середовищі Microsoft Office Excel; д) оброблення отриманих результатів із використанням методів математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що запропонована система освітлення є більш економічною з точки зору енергоефективності в порівнянні з існуючою, при цьому вона не поступається їй у якості освітлення, а в екологічному плані значно безпечніша. При цьому одержано такі наукові результати:

1. Для зменшення споживання електричної енергії, освітлювальну установку закладу ліцею-інтернату необхідно додатково обладнати датчиками руху у коридорах на кожному з поверхів будівлі та провести заміну полюсних вимикачів на світлорегулятори — диммери.

2. Встановлено, що розрахункова потужність світлодіодної освітлювальної установки в 2,65 рази менша ніж потужність установки з розрядними джерелами світла.

3. Доведено, що завдяки заміні люмінесцентних ламп на світлодіодні аналоги річні експлуатаційні витрати зменшаться на 22 178,76 грн.

Практичне значення одержаних результатів. Ґрунтуючись на результатах експериментальних досліджень, порівняльному аналізу і теоретичним узагальненням можна зробити висновок, що вони підтверджують енергоефективність та економічну вигоду від впровадження світлодіодного освітлення у приміщеннях навчальних закладів, оскільки в подальшому це призведе до суттєвого зниження грошових витрат на обслуговування та експлуатацію освітлювальної установки.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дипломної роботи магістра оприлюднені та обговорені на: X Всеукраїнській студентській науково - технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (Тернопіль, 25 – 27 квітня 2017 р).

Структура і обсяг роботи. Дипломна робота магістра складається із вступу, шести розділів, висновків та списку використаних джерел із 21 найменування. Загальний обсяг роботи складає 102 сторінки машинописного тексту і 5 креслень оформлених на форматі А1. При розробці було використано 25 формул, 5 рисунків і 16 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень. Сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ «ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД» носить оглядово-аналітичний характер і висвітлює основні тенденції по досліджуваним проблемним питанням. У розділі проводиться аналіз існуючих джерел світла та

світлових приладів з точки зору енергоефективності, робиться висновок стосовно доцільності використання саме світлодіодних джерел світла серед можливих аналогів. Відповідно до ДСанПіН 5.5.2.008–01 «Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу» та ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» наводяться детальні норми і вимоги до системи штучного освітлення в навчальних закладах.

Розкривається сучасний стан використання світлодіодного освітлення в навчальних закладах на території України.

В результаті літературного огляду отримано повну інформацію, яка необхідна для розкриття стану наукової проблеми, виокремлено низку завдань вирішення яких потребує відповідних теоретичних та експериментальних досліджень.

У **другому розділі «ОСНОВНА ЧАСТИНА»** на основі задекларованих виробником номінальних параметрів джерел світла було обрано світлодіодні лампи та панелі, які будуть використані при проектуванні системи освітлення.

У табл. 1 проаналізовано основні світлотехнічні характеристики джерел світла існуючої і запропонованої системи освітлення.

Таблиця 1

Аналіз основних світлотехнічних характеристик джерел світла

Тип джерела світла	Потужність P, Вт	Напруга живлення, В	Світловий потік Ф, лм	Колірна температура, К	Термін служби T, год	Клас енергозбереження
КЛЛ	15	220-240	1 000	2 700	12 000	A
ЛЛ	18	220-240	1 150	4 100	9 000	B
LED-лампа	7	175-250	700	3 000	50 000	A+
LED-панель	36	110-240	3 000	4 200	30 000	A+

Методом коефіцієнта використання був проведений світлотехнічний розрахунок необхідної кількості джерел світла, які б задовольняли нормовані значення освітлення для приміщень спального корпусу ліцею-інтернату. За допомогою математичних розрахунків була побудована порівняльна таблиця потужності існуючої і запропонованої освітлювальної установки, завдяки чому можна зробити висновок, що при проектуванні світлодіодної системи

освітлення потужність установки зменшиться в 2,65 рази, що у числовому значенні дорівнює 6,862 кВт.

Для збільшення економічного ефекту від впровадження системи освітлення, було запропоновано використання датчиків руху у приміщеннях коридорів будівлі, а також проведено заміну полюсних вимикачів у житлових кімнатах на диммери.

З метою запобігання небезпечних ситуацій під час експлуатації системи освітлення, проведений розрахунок електричних мереж та значень перерізів проводів для живильної та групової мережі згідно із величиною струму. Для захисту електричних мереж було обрано автоматичні вимикачі, які б забезпечили правильне функціонування системи освітлення, та запобігли пожеже-небезпечним наслідкам ненормальних режимів роботи.

У **третьому розділі «СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА»** наведено основну інформацію про можливості мови програмування JAVA та її використання для створення програм, які б забезпечили автоматизацію розрахунків.

За допомогою прикладного пакету Notepad++ створено програму, яка за введеними параметрами розраховує необхідну кількість світильників для приміщення.

В **четвертому розділі «ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ»** був складений кошторис витрат на обладнання та монтаж освітлювальної установки, згідно з яким вартість закупівлі необхідного обладнання та комплектуючих склала 45 800,00 грн, а загальна вартість впровадження проекту світлодіодного освітлення в дію становила 56 835,00 грн.

Згідно з діючими тарифами на електроенергію, були розраховані річні витрати за споживану електроенергію запропонованої і існуючої освітлювальної установки.

У табл.2 було проведено порівняння основних експлуатаційних витрат систем освітлення.

Таблиця 2

Порівняння експлуатаційних витрат існуючої і запропонованої системи освітлення

Найменування витрат	Існуюча система освітлення	Спроектована система освітлення
Кількість спожитої електроенергії за рік, кВт	18 435,8	4 997,72
Вартість спожитої електроенергії за рік, грн	28 657,28	7 156,35
Річні витрати на заміну джерел світла, грн	2 545,83	1 868,00
Річні витрати на очищення світлових приладів, грн	3 820,16	3 820,16
Загальні експлуатаційні річні витрати, грн	35 023,27	12 844,51

У п'ятому розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» наведено вимоги до виробничого освітлення та його нормувань, а також правила з техніки безпеки під час монтажу освітлювальної установки.

Запропоновано евакуаційні заходи та особливості їх проведення під час стихійних лих, катастроф та аварій.

Проведений детальний опис рівня протипожежної стійкості спального корпусу-ліцею інтернату під час надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Шостий розділ «ЕКОЛОГІЯ» розкриває питання енергозбереження як одного з шляхів покращення екологічного середовища, оскільки це є пріоритетним напрямом енергетичної політики більшості країн світу.

Наводяться екологічні вимоги до якості робочого середовища у навчальних закладах, котрі включають в себе не тільки освітленість у робочій зоні, але й рівень шуму, вібрації, температури та забруднення повітря.

ВИСНОВКИ

1. Доведено, що застосування світлодіодного освітлення у навчальних закладах є енергоефективним і економічно вигідним, оскільки при аналогічному рівні освітлення дана система забезпечує необхідні нормовані значення без втрат у якості світла, при цьому споживаючи в 2,5 рази менше електричної енергії ніж система освітлення, яка складається із люмінесцентних ламп.

2. Розраховано кількість джерел світла, які необхідні для підтримки відповідного рівня освітлення у кожному з приміщень закладу. Потужність спроектованої освітлювальної установки становить 4,171 кВт, що в 2,65 рази менше ніж потужність існуючої системи освітлення, яка складається із розрядних ламп.

3. Проведено аналіз основних економічних, технічних та електричних параметрів освітлювальних установок. Встановлено, що завдяки даному проектному рішенню річні експлуатаційні витрати зменшаться на 22 178,76 грн.

4. Підкреслено, що завдяки відсутності шкідливих речовин, таких як пари ртуті, у складі світлодіодних джерел світла, вони є екологічними та більш безпечними для застосування не тільки у навчальних закладах, але й у інших адміністративних та житлових приміщеннях.

5. Доведено, що додаткове встановлення датчиків руху у коридорах та заміна полюсних вимикачів у житлових кімнатах на світлорегулятори — дим мери призводить до зменшення енергоспоживання.

6. Термін окупності запропонованої системи освітлення становить 2,56 роки, що свідчить про незбитковість проекту, оскільки строк служби системи складає більше 10 років.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

1. Білецький. А. О. Енергоефективність використання світлодіодного освітлення у навчальних закладах / Козак К. М.
2. Білецький А. О. Тези доповіді на X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». – Тернопіль, ТНТУ, 2017. – с. 163.

АНОТАЦІЯ

Білецький А. О. Енергоефективність використання світлодіодного освітлення у навчальних закладах. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05070108 – енергетичний менеджмент. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломна робота присвячена розрахунку енергоефективності використання світлодіодного освітлення у навчальних закладах. Доведено, що запропонована система освітлення є більш економічною з точки зору енергоефективності. При цьому вона не поступається у якості освітлення, а в екологічному плані значно безпечніша. Для зниження споживання електричної енергії, спроектовану освітлювальну установку необхідно додатково обладнати датчиками руху в коридорах. А в житлових кімнатах лицею-інтернату провести заміну полюсних вимикачів на диммери. Це дасть змогу обмежити час роботи та потужність установки.

Ключові слова: освітлення, світлодіодні джерела світла, енергоефективність, , потужність, освітлювальна установка.

ANNOTATION

Biletskyi A. O. ENERGY EFFICIENCY USING OF LED LIGHTING IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS – Manuscript.

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 8.05070108 – energy conservation and energy management. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2018.

The thesis deals with the calculation of energy efficiency of LED lighting in educational institutions. It has been proved that the proposed lighting system is more economical in terms of energy efficiency. At the same time, it is not inferior in quality of illumination, and is much safer in the ecological plan. For the decreasing of electrical energy consumption, it is necessary additionally to outfit designed lightning set by motion detectors in hallway. And in the living rooms of the lyceum - boarding school to replace the pole switches by dimmers. This will allow to limit the time of work and capacity of the installation.

Based on the results of experimental studies, comparative analysis and theoretical generalization, it can be concluded that there are essential energy efficiency and economic benefits of the introduction of LED lighting in the premises of educational institutions, since in the future it will significantly reduce the cost of maintenance and operation of the lighting installation.

Keywords: lighting, LED light sources, energy efficiency, lighting installation, power, lighting installation.