

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Касьян Даниїл Анатолійович

УДК 621.385:621.311

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування варіанту покращення можливостей ефективнішого
використання систем енергоспоживання в Поліському національному
університеті
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

_____ Касьян Д. А.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Прядко Володимир Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
ст. викладач кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної
екології
(науковий ступінь, вчене звання)
Консультат
Гончаренко Юрій Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної
екології
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Касьян Д. А. Обґрунтування варіанту покращення можливостей ефективнішого використання систем енергоспоживання в Поліському національному університеті. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В даній кваліфікаційній роботі проведено дослідження та аналіз джерел світла та світильників, розроблений варіант модернізації системи електропостачання та модернізація електроспоживачів, розробка варіанту модернізації системи керування освітленням, розроблена тестова модель вуличного освітлення та виконаний практичний варіант.

Ключові слова: електропостачання, люмінесцентні, модернізація, освітленість, світлодіодні, споживач, станція.

ANOTATION

Kasyan D. A. Justification of the option of improving the possibilities of more efficient use of energy and energy consumption systems at the Polis National University. . - Qualification work on manuscript rights. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 "Electroenergetics, electrical engineering and electromechanics". – Polis National University, Zhytomyr, 2023.

In this qualification work, research and analysis of light sources and lamps was carried out, a variant of the modernization of the power supply system and modernization of electrical consumers was developed, a variant of the modernization of the lighting control system was developed, a test model of street lighting was developed and a practical variant was implemented.

Key words: modernization, consumer, lighting, station, fluorescent, LED, power supply.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕНЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УНІВЕРСИТЕТІ	6
1.1. Характеристики системи електропостачання	6
1.2. Дослідження та аналіз джерел світла та світильників	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕНЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	11
2.1. Розробка варіанту модернізації системи електропостачання	11
2.2. Розробка варіанту модернізації електроспоживачів	13
2.3 Розробка варіанту модернізації керування освітленням.....	19
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТУ ПОКРАЩЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕФЕКТИВНІШОГО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ В УНІВЕРСИТЕТІ.....	22
3.1. Дослідження та аналіз використання систем вуличного освітлення в університеті	22
3.2. Розробка та дослідження моделі ефективнішого використання для систем вуличного освітлення в університеті	23
3.3. Розробка практичного варіанту модернізації монтажу та керування вуличним освітленням.....	25
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33
ДОДАТКИ.....	37

ВСТУП

Актуальність теми. Збільшення ефективності використання систем енергоспоживання в Поліському національному університеті призведе до суттєвого зниження споживання електроенергії, що у наш час є важливим чинником не тільки заощадження коштів, але й зменшення навантаження на електромережу України в цілому.

Мета і завдання – дослідження та аналіз джерел світла та світильників, розробка варіанту їх модернізації та модернізації керування освітленням в приміщеннях, аналіз використання систем вуличного освітлення в університеті поліпшення моделі ефективнішого використання для систем вуличного освітлення в університеті.

Об’єкт дослідження – буде проведено дослідження джерел світла які зараз використовуються, і які буде запропоновано використовувати в подальшому для отримання переваг як світлових характеристик так і енергоефективних.

Предмет дослідження – система енергопостачання та енергоспоживання Поліського національного університету.

Практичне значення та інженерні рішення – одним з новаторських рішення для нашого університету може стати система освітлення «Гرادієнт» яка дозволяє ефективно використовувати природне освітлення зі штучним. Також модернізація мережевої сонячної станції в автономну, дасть змогу покращити автономність закладу.

На практиці застосування всіх запропонованих покращення для джерел світла значно збільшить якість освітлення в нерівномірно освітлених аудиторіях і дозволить запобігти пере освітленості, що поліпшить умови студентів та викладачів. Застосування LED-ламп замість ламп розжарення та люмінесцентних збільшить світловий потік та енергоефективність джерел світла.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Касьян Д. А. Дослідження та аналіз можливостей енергоефективного використання автоматичної системи управління освітлення Градієнт в Поліському національному університеті / Наукова робота / Збірник тез доповідей науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. 72 – 75 с. Нагороджений дипломом: переможець першого туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей у 2022/2023 навчальному році.
2. Касьян Д. А. Дослідження та аналіз можливостей ефективного використання систем енергоспоживання. Збірник тез доповідей «Наукові читання – 2023» 01.05.2023ПНУ м. Житомир. Житомир: Поліський національний університет, 2023.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УНІВЕРСИТЕТІ.

1.1. Характеристики системи електропостачання.

Система електропостачання (СЕП) створена для забезпечення живлення електричною енергією споживачів і приймачів. На території центрального корпусу Поліського національного університету розміщено дві підстанції з вводами 10 кВ. Розміщуються підстанції в центральній частині території, що є оптимальним центром навантаження, і дозволяє підтримувати оптимальну напругу на будь-якій ділянці закладу.

На рисунку 1.1 (див. додатку А) – зображено вигляд трансформаторної підстанції центрального корпусу Поліського національного університету ТП567 та рисунок 1.2 (див. додаток А) – зображає вигляд другої підстанції центрального корпусу ТП6.

На території центрального корпусу також розміщена мережева сонячна електростанція, яка знаходиться на території саду поблизу трансформаторної підстанції ТП567. Дана мережева сонячна електростанція (СЕС) налічує 60 сонячних елементів під'єднаних до інвертора зображеного на рисунку 1.3 (див. додаток А) – інвертор мережевої СЕС.

При похмарій погоді в зимно-весняний період року генерація даної сонячної електростанції коливається в межах від 389 до 2500 Вт, також слід зауважити що погодні чинники як і пора року можуть зменшити генерацію СЕС до 80%, тому потенційна генерація станції значно більша в сприятливих умовах. Зовнішній вигляд СЕС зображений на рисунку 1.4 – сонячна електростанція Поліського національного університету.

Проведемо розрахунок максимально можливої генерації енергії сонячної електростанції за сприятливих погодних умов:

Заявлені максимальні характеристики генерації електроенергії однієї панелі складають $P_{\text{ген П}} = 200$ Вт. Кількість панелей 60 штук.

$$P_{\text{ген}} = P_{\text{ген П}} \cdot 60 \quad (1.1)$$

де $P_{\text{ген}}$ – Максимально можлива генерація СЕС.

$P_{\text{ген П}}$ – Максимальна генерація однієї сонячної панелі.

$$P_{\text{ген}} = 200 \cdot 60 = 12\,000 \text{ Вт}$$

Отже максимальна генерація сонячної станції за сприятливих умов може сягати до $P_{\text{ген}} = 12\,000$ Вт, зауважу що для збільшення генерації потрібно забезпечувати належну чистоту поверхні сонячної панелі.



Рисунку 1.4 – зовнішній вигляд СЕС Поліського національного університету.

Також слід зауважити що це мережева сонячна електростанція тому після перетворення інвертором згенерована енергія відразу передається в мережу на потреби закладу або імпортується в міську мережу.

Схема роботи мережевої СЕС зображена на рисунку 1.5 – схема роботи мережевої СЕС. Дана станція не передбачує автономної роботи закладу при відключенні живлення міської мережі через відсутність необхідних елементів, а саме: контролера та акумуляторних батарей. Модернізація даної СЕС в

автономну не є доцільною оскільки потужність даної станції не буде здатна забезпечити весь заклад, можливість модернізації потрібно розглядати тільки у випадку забезпечення енергетичної автономності для критичної інфраструктури закладу, або для адмін-корпусу.

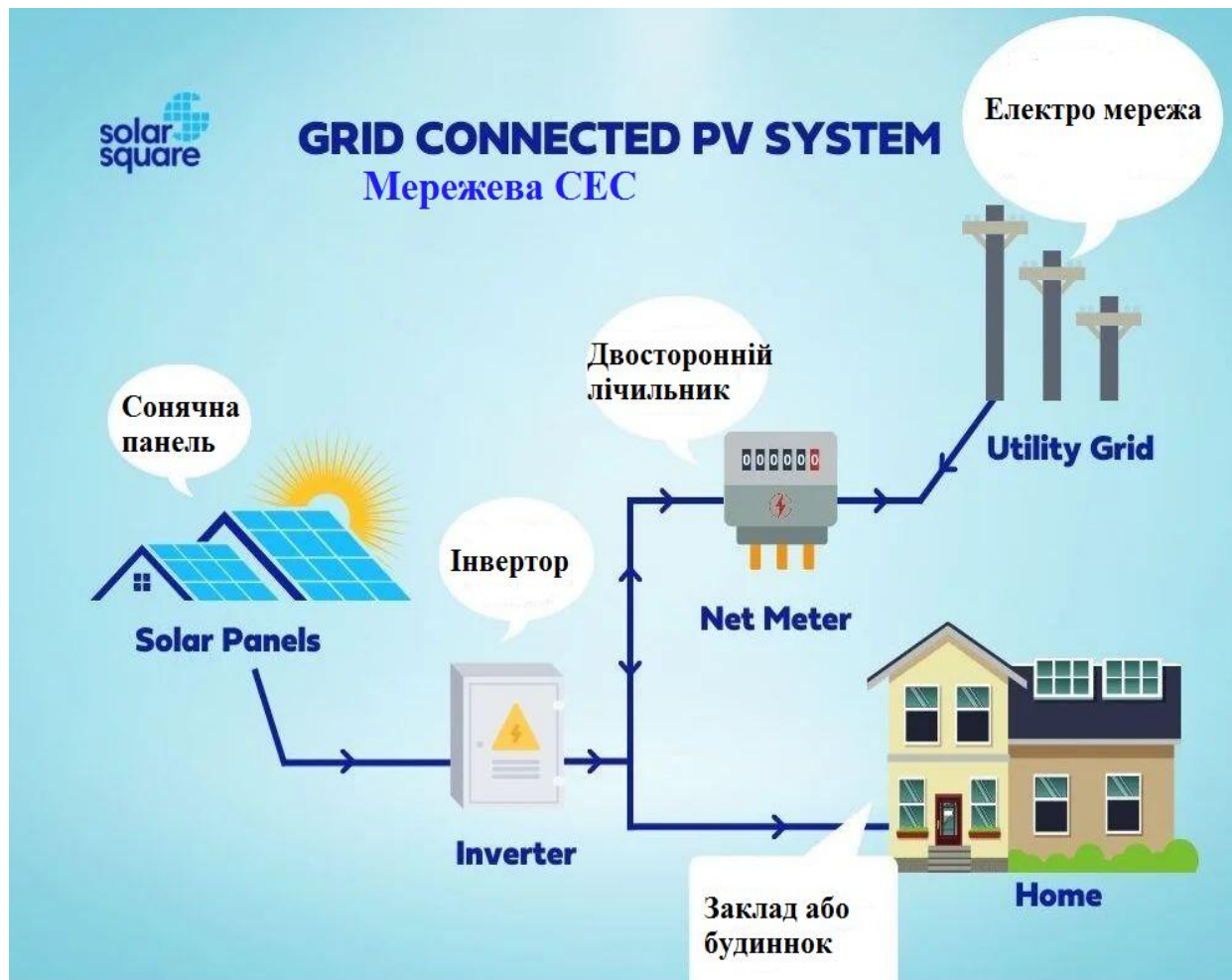


Рисунок 1.5 – схема роботи мережевої СЕС.

1.2. Дослідження та аналіз джерел світла та світильників

В Поліському національному університеті застосовують практично всі види ламп, починаючи лампами розжалування, газорозрядними і світлодіодними. Такий широкий спектр зумовлений як різною потребою в освітленні, так і часом за який відбувався розвиток джерел світла.

Лампи накаливання є найменш поширеними на території закладу і, напевне, найстарішим видом джерел світла. Ці лампи не мають ні яких лідируючих характеристик, проте є ряд недоліків: генерують надлишкове тепло, споживають значну кількість енергії, не захищені від перенапруг.

Особливість – тепліше та натуральніше наближене до сонячного освітлення, яке не порівняти з явно штучним світловим потоком інших видів джерел світла. Також їх перевага в тому що вони екологічно чисті. Здебільшого їх замінюють по мірі можливостей або при їх згоранні.

Газорозрядні джерела світла та їх різновид – люмінесцентні лампи оптимальні тим, що мають велику кількість видів, кожен з яких може виконувати функції різного призначення.

І зараз вони поширені на території закладу, як наприклад ртутні лампи денного освітлення, але на сьогодні більшою мірою їх замінюють на компактні LED-світильники. Приклад газорозрядних ламп які використовуються для освітлення нашого закладу наведений на рисунку 1.6 (див. додаток А) – освітлення коридору газорозрядними джерелами світла.

Сучасні газорозрядні ламп використовують не тільки як джерела електричного освітлення в буденності, вони також мають декораційні види та теж широко застосовуються в теплицях і фермах по вирощуванні риб даючи необхідну природу світла.

Світлодіодні LED-лампи є новітньою альтернативою іншим видам ламп. Такі лампи новітнього покоління екологічні, енергозберігаючі і довговічні, вони стійкі до перенапруг.



Рисунок 1.7 – LED-світильники коридорного освітлення.

LED-світильники однозначно мають перевагу над всіма видами жирел світла, проте значний недолік – ціна, але їх робочий ресурс і економічність, з запевнень виробників, відшкодує витрати на їх покупку.

В цілому зараз LED-світильники є оптимальним джерелом світла для нашого закладу і поступово вони витісняють інші. Один з видів LED-світильники зображений на рисунку 1.7 – LED-світильники коридорного освітлення.

Висновки до 1 розділу

Визначив що система електропостачання на території центрального корпусу Поліського національного університету складається з двох підстанції з вводами 10 кВ які забезпечують безперервне живлення закладу. Сонячна електростанція на території закладу є мережевою і не передбачає автономне живлення.

Можна виділити, що на даний момент основними джерелами світла в Поліському національному університеті є LED-світильники та газорозрядні лампи, менш широко використовують лампи розжалування. Тому наразі є актуальним покращення можливостей ефективнішого використання систем енергоспоживання в закладі.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

2.1. Розробка варіанту модернізації системи електропостачання.

В наслідок постійних перебоїв електроенергії виникла потреба в модернізації системи електропостачання Поліського національного університету. На мою думку раціональними варіантами модернізації електромережі є удосконалення наявної мережевої сонячної електростанції до автономної сонячної електростанції (СЕС) – що дасть змогу накопичувати певний об'єм енергії і в потрібний час використовувати на визначені потреби.

Для проведення модернізації даної СЕС потрібно додатково включити в коло: контролер заряду батарей СЕС та батареї – ємність яких потрібно вибирати виходячи з поставлених задач автономності. Кінцева схема автономної СЕС буде мати вигляд представлений на рисунку 2.1.

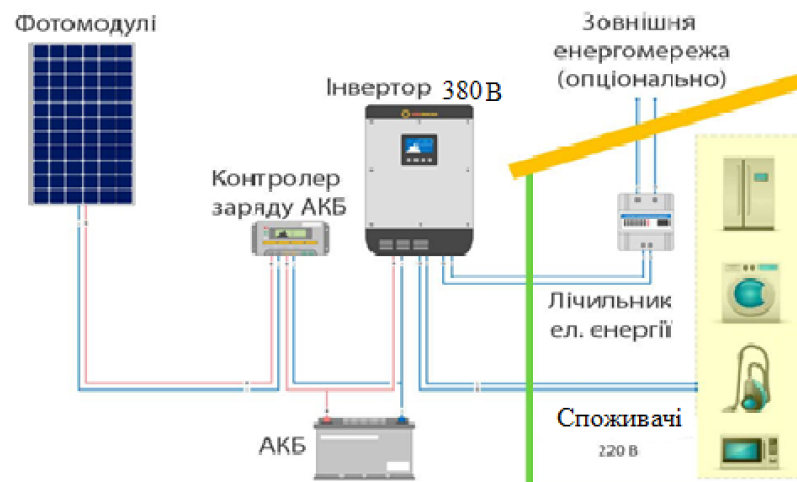


Рисунок 2.1 – Схема автономної СЕС.

Контролер заряду батареї СЕС – послуговує зв'язною ланкою між панелями та акумуляторними батареями. Основна функція зарядка акумуляторної батареї правильними струмом і напругою. Та теж допомагає уникнути перезаряду батареї або їх надмірного розрядження.

Завдання пристрою:

- Правильна зарядка акумулятора;
- включення навантаження тільки після того, як батареї зарядилися;
- відключення пристрою, після повної зарядки батареї;
- вимкнення навантаження коли батарея розряджена ;
- автоматичне увімкнення струму зарядки, при потребі зарядки акумуляторів.

Завдяки контролеру сонячних батарей обладнання слугує довше, а поломки трапляються рідше.

Схема взаємодії контролер заряду сонячних батарей з СЕС зображена на рисунку 2.2 – схема взаємодії контролер заряду.



Рисунок 2.2 – Схема взаємодії контролер заряду сонячних батарей з СЕС.

Я пропоную контролер зарядки 250А MPPT Solar на 12/24В. Цей MPPT контролер сонячних панелей використовують для автоматичного заряджання та розряджання акумуляторів.

Контролер не перезаряджає та дає можливості для глибокого їх розряду, адже це негативно вплине на роботу акумуляторів. Контролер автоматично встановлює напругу зарядки акумулятора і підлаштовується під нього.

Акумуляторна батарея СЕС – є необхідним елементом для автономізації системи, саме вона характеризує час автономної роботи. Одним з можливих варіантів є батарея літій-залізо-фосфатного типу LiFePO_4 – яка характеризується високою ємністю, тривалим терміном експлуатації, практичною формою та великою кількістю зарядів-розрядів. При виборі батареї напругою 12В та ємністю 50 А·год буде можливість підібрати кількість акумуляторів для досягнення оптимальної загальної ємності системи. [26]

Іншим раціональним варіантом модернізації системи електропостачання в бік автономної роботи є використання стаціонарних або пересувних генераторних установок на рідкому паливі. Перевагою даного способу буде менша собівартість, практично не обмежений період автономності – який буде залежати від об'єму наявного палива. До недоліків даного способу потрібно віднести не екологічність, та високу вартість виробленої енергії.

Можна використати один потужний стаціонарний генератор або декілька пересувних генераторних установок що дасть можливість використовувати їх в найбільш потрібних умовах.

Схема електрична принципова для автоматичного перемикання живлення на резерв для трьох вводів приведена в додатку В (див. додаток Б).

2.2. Розробка варіанту модернізації електроспоживачів.

Розумне використання електроенергії у наш час є нагальною потребою, тому необхідно поступово провести повну модернізацію всіх електроспоживачів на більш енергоефективні – що дасть змогу зменшити енерговикористання, та відповідно рахунки за електроенергію.

Одним із варіантів поліпшення енергоефективності споживачів є заміна не енергозберігаючих джерел освітлення на LED-лампи, або модернізація наявних корпусів освітлювальних пристроїв в світлодіодні світильники.

Прикладом модернізації люмінесцентного джерела освітлення на світлодіодне є заміна люмінесцентних ламп T8 G13 на світлодіодні лампи T8. Схема включення світлодіодних трубок наведена на рисунку 2.3 (див. додаток Б) – Схема включення світлодіодних трубок конструкції T8.

Для спрощення заміни люмінесцентних ламп класу T8 на світлодіодні трубки T8, у світлодіодних трубках був сконструйований такий же цоколь (G13) як в попередніх лампах, навіть якщо для включення світлодіодних ламп необхідно тільки два контакти, а не чотири.

Схема включення світлодіодних трубок конструкції T8 є не складною, і не потребує великих змін в схемі люмінесцентного світильника, що в свою чергу допомагає значно зекономити кошти не витрачаючи їх на новий корпус освітлювальної установки.

Для включення світлодіодної лампи достатньо подати напругу живлення на лампу не використовуючи інших додаткових приладів. На противагу від люмінесцентних ламп, світлодіодній лампі не потрібно пускорегуляторна апаратуру.

Коли є у вас люмінесцентні джерела світла з лампами форми T8, то при проведенні незначної модернізації дані світильники можна експлуатувати зі світлодіодними лампами.

Схема включення світлодіодних трубок конструкції T8 на заміну газорозрядним лампам, зображена на рисунку 2.4 (див. додаток В) – Схема змін які потрібно внести для включення світлодіодних трубок T8, на місце люмінесцентних ламп.

З наявного люмінесцентного світильника потрібно витягнути стартер і закортити дросель, тобто вимагається забезпечити подання напруги живлення на світлодіодну лампу.

В будь-який час можна виконати зворотну модернізацію і використати старі люмінесцентні лампи, не прибігаючи до істотних фінансових витрат.

Для такої модернізації нам підійдуть світлодіодні лампи T8 на 600 мм і 1200 мм, залежно від моделі світильника який проходить модернізацію.

Такі види освітлювальних джерел у нашому університеті дуже поширені, вони монтується в навісну стелю Армстронг, а також безпосередньо кріпляться до стелі або стін у випадку розміщення на леснічних клітках для поліпшення загальної освітленості простору.

Лампи T8, так само маркіруються G13, називають, як світлодіодні трубки T8. Зовні виглядає як трубка, зроблена з прозорого або матового полікарбонату, внутрішня частина складається зі світлодіодів. По габаритах повністю відповідають люмінесцентним, існують такі розміри 600 мм, 900 мм, 1200 мм.

Конструкційно лампи бувають двох видів: драйвер монтується усередині трубки біля led діодів наведений на рисунку 2.5, відповідно, вона живиться напругою 220В або застосовують зовнішній драйвер, для світлодіодної стрічки, живиться напругою 12В.

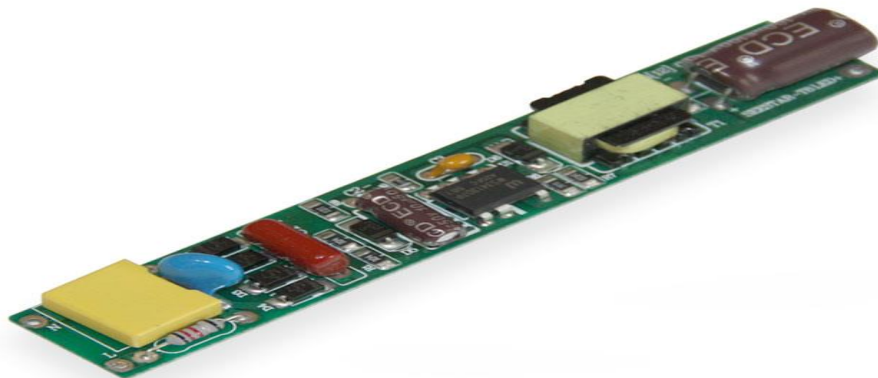


Рисунок 2.5 – Драйвер світлодіодної лампи.

По виконанню колби поділяються на три види: прозора, втрати 0%; напівпрозора, втрати близько 10%; матова, не прозора, втрати світла наближено 20%. Колба виробляється з акрилового пластику або полікарбонату, що забезпечує хорошу механічну міцність.

Нормовані розміри: 300мм, 600мм, та для стельових світильників Армстронг; 900мм.; 1200мм.

Світловий потік росте пропорційно довжині, якщо довжина збільшилася в два рази, світловий потік в два рази зросте.

Провівши простий розрахунок в світильнику для газорозрядних ламп, в ньому братимуть участь: коефіцієнт корисної дії (ККД) усього люмінесцентного джерела яке складає – 70%, коефіцієнт затінювання світлового потоку при відбитті від дзеркального рефлектора близько 0,6-0,7, тоді продуктивність джерела світла складатиме 50-60 Лм/Вт.; термін роботи таких ламп не більше 18 000 годин.

Для світлодіодних такі значення рівні: ККД 90% впливає блок живлення, 0,9 через те що світловий потік направлений тільки в низ, 100-120 Лм/Вт для ламп середньої якості та до 50000 годин, після даного періоду яскравість світіння знизиться на 30% від первинного.

Слід також зауважити що при зниженні температурах навколишнього середовища ефективність газорозрядних джерел падає, а у діодних росте.

Доречно провести розрахунок заміни люмінесцентних ламп на світлодіодні в 508 аудиторії, оскільки проводиться ремонт та заміна таких джерел освітлення.

Загальна кількість світильників люмінесцентних 8, по 4 люмінесцентні лампи в кожному потужністю 15 Вт, ефективність даного джерела світла складатиме 50-60 Лм/Вт.

Вирахуємо загальну споживану потужність на освітлення 508 аудиторії за одну годину люмінесцентними джерелами світла:

$$P_{\text{Заг Л}} = P_{\text{лампл}} \cdot \text{ШТ}_{\text{СЛ}} \cdot \text{ШТ}_{\text{ЛЛ}} \quad (2.1)$$

Де $P_{\text{Заг Л}}$ – загальну споживану потужність на освітлення 508 аудиторії за одну годину люмінесцентними джерелами світла.

$P_{\text{лампл}}$ – потужність однієї лампи.

$\text{шт}_{\text{СЛ}}$ – кількість люмінесцентних світильників.

$\text{шт}_{\text{ЛЛ}}$ – кількість ламп в світильнику.

$$P_{\text{Заг Л}} = 15 \cdot 4 \cdot 8 = 480 \text{ Вт}$$

Для отримання належної освітленості потрібно 6 світильників оскільки ефективність даного джерела світла складає від 100 до 120 Лм/Вт.

Вирахуємо загальну споживану потужність на освітлення 508 аудиторії новими світлодіодними джерелами світла за одну годину:

$$P_{\text{Заг Д}} = P_{\text{Св Д}} \cdot \text{шт}_{\text{СВ}} \quad (2.2)$$

Де $P_{\text{Заг Д}}$ – загальну споживану потужність світлодіодними джерелами світла за одну годину.

$P_{\text{Св Д}}$ – потужність одного світильника.

$\text{шт}_{\text{СВ}}$ – кількість діодних світильників.

$$P_{\text{Заг Д}} = 6 \cdot 36 = 216 \text{ Вт}$$

Визначимо у скільки разів світлодіодне джерело світла є енергоефективніше за люмінесцентне, поділивши загальну споживану потужність люмінесцентних джерел світла на загальну споживану потужність світлодіодними джерелами світла.

$$K_{\text{еф}} = \frac{P_{\text{Заг Л}}}{P_{\text{Заг Д}}} \quad (2.3)$$

Де $K_{\text{еф}}$ – коефіцієнт енергоефективності світлодіодних джерел світла у порівнянні з люмінесцентними.

$$K_{\text{еф}} = \frac{480}{216} = 2,22 \text{ рази}$$

Отже світлодіодне освітлення в 508 аудиторії є енергоефективніше в 2,22 рази ніж замінене люмінесцентне.

Визначимо ціну освітлення 508 аудиторії за одну годину, ціна за 1 кВт·год – 5,78 грн.

Ціна освітлення 508 аудиторії люмінесцентними джерелами світла за 1 годину:

$$C_{\text{ол}} = C_{\text{квг}} \cdot P_{\text{заг л}} \quad (2.4)$$

Де $C_{\text{ол}}$ – ціна освітлення 508 аудиторії люмінесцентними джерелами світла.

$C_{\text{квг}}$ – ціна електроенергії для підприємств.

$$C_{\text{ол}} = 5,78 \cdot 0,48 = 2,77 \text{ грн/год}$$

Ціна освітлення 508 аудиторії світлодіодними джерелами світла за 1 годину:

$$C_{\text{од}} = C_{\text{квг}} \cdot P_{\text{заг д}} \quad (2.5)$$

Де $C_{\text{од}}$ – ціна освітлення 508 аудиторії світлодіодними джерелами світла.

$$C_{\text{од}} = 5,78 \cdot 0,216 = 1,25 \text{ грн/год}$$

Порівняємо також термін роботи джерел світла: термін служби не більше 18.000 годин для люмінесцентних ламп та до 50000 годин для світлодіодних. Отже за терміном експлуатації світлодіодні джерела світла надійніші в 2,77 рази.

Роблячи висновок: діодне джерело світла виходить в 2,22 рази ефективніше і економічніше тільки за електричними параметрами, та в 2,77 рази надійніше за терміном експлуатації.

2.3 Розробка варіанту модернізації керування освітленням в приміщеннях.

Керування освітлення в приміщенні може задавати непотрібним, через потребу в додатковому обладнанні та певну ускладненість схеми освітлення, проте в деяких аудиторія через не рівномірність природнього освітлення при включенні звичайних джерел світла може виникати пере освітленість.

Щоб запобігти таким шкідливим чинникам раціонально використати систему освітлення яка буде слідкувати за освітленістю в кожній частині аудиторії і відповідно регулювати світильні установки.

Такою системою є «Гرادієнт» - вона дозволяє ефективно використовувати природне освітлення зі штучним.

Система зменшує світловий потік світильників біля вікон та збільшує в глибині приміщення. За рахунок цього, освітленість рівноміра по всьому приміщенню. Принципова схема роти «Градiєнта» зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 - Принципова схема роти «Градiєнта».

Принцип градiєнта базується на доповненні освітленості джерел природного освітлення (вікна і ліхтарів) за допомогою світильників, керованих датчиками зворотного зв'язку. Датчики оцінюють рівень освітлення на робочій поверхні і віддають команду групі світильників, збільшуючи або зменшуючи

світловий потік світильника. У при цьому рівень освітленості завжди на нормативному рівні, незалежно від інтенсивності природного освітлення.

Таку систему доцільно впровадити в аудиторіях з нерівномірним природнім освітленням, прикладами можуть слугувати більшість аудиторій в майстерні, а також аудиторії в підвальних приміщеннях де від природнього джерела світла добре освітлюються тільки перші ряди.

На рисунку 2.7 наведено приклад а саме 147 аудиторію, «Лабораторія машинного доїння» таку саму будову має 146 аудиторія у Поліському національному університеті.



Рисунок 2.7 – Аудиторії в яких доцільно впровадити систему освітлення «Градiєнт»

Принцип роботи системи «Градiєнт» полягає в створенні протягом дня необхідної освітленості яка лише доповнюватиме сонячний потік. Наглядний графік роботи системи освітлення без системи «Градiєнт» зображений на рисунку 2.8 (див. додаток Б) – світлові характеристики звичайної система освітлення протягом дня, а безпосередньо вплив системи «Градiєнт» зображений на рисунку 2.9 (див. додаток Б) [25].

Як видно з наведених графіків система освітлення «Градiєнт» значно зменшує споживану потужність джерел освітлення а також допомагає отримати ідеальну освітленість робочої поверхні, що матиме позитивний вплив на діяльність студентів та працівників закладу.

Отже проведені дослідження дали нам зрозуміти – впровадження даної системи є доцільним в Поліському національному університеті.

Висновок до розділу 2

В першій частині розділу був наведений варіант модернізації схеми електропостачання – а саме модернізація наявної мереженої сонячної електростанції в автономну СЕС. Також в другій частині було запропоновано варіант модернізації наявних споживачів на більш енергоефективні з мінімальними фінансовими витратами – що дасть змогу поступово замінити всі джерела освітлення на високо енергоефективні.

В третій частині розділу була наведена система керування освітленням «Градiєнт» – яка забезпечить рівномірність освітлення навіть в нерівномірно освітлених аудиторіях, а також збільшить загальну енергоефективність за рахунок оптимального використання природнього освітлення.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТУ ПОКРАЩЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕФЕКТИВНІШОГО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ В УНІВЕРСИТЕТІ

3.1. Дослідження та аналіз використання систем вуличного освітлення в університеті.

В Поліському національному університеті використовуються різні системи вуличного освітлення, починаючи з звичайних опор з змонтованим світильником для освітлення тротуарних доріжок та внутрішнього двору. Зазвичай це традиційні світильники ЖКУ-100 з натрієвою газорозрядною лампою ДНаТ-100. Використання світильників ЖКУ-100 на наш час не є оптимальним через застарілу будову вони є не енергоефективними освітлювальними установками, також враховуючи час напрацювання даних джерел світла їх освітленість дещо деградувала. Приклад вуличного освітлення зображений на рисунку 3.1 (див. Додаток В). Тому в наступних підрозділах буде запропоновано модель світильників на їх заміну.

Для освітлення вхідних сходів та площі перед дверима у нічний та вечірній час використовують прожектора типу: LED 20Вт 6500К IP65 LMPS25 Lemans, та подібні джерела світла, увімкнення відбувається в ручному режимі. На території четвертого гуртожитку використовують технічно досконалішу схему управління, використавши фотоелемент LEMANSO LM625 6A та прожектор LED 20Вт 6500К IP65 Lemans – що дало змогу вмикати прожектор автоматично коли освітленість нижче норми, така схема освітлення не потребує ручного керування персоналом і є автономною.

Ця освітлювальна установка приведена на рисунку 3.2 (див. Додаток В).

Можливість поліпшення енергоефективності даної схеми буде розібрана в підрозділі розробка практичного варіанту модернізації монтажу та керування вуличним освітленням 3.3 (див. Додаток В).

3.2. Розробка та дослідження моделі ефективнішого використання для систем вуличного освітлення в університеті.

Розробка тестової моделі системи вуличного освітлення проводилася в монтажно-електричній лабораторії на території четвертого гуртожитку. Монтаж тестової моделі вуличного освітлення здійснювався на спеціальній монтажній панелі з технічними отворами для закріплення елементів схеми.

Схема була зібрана з метою перевірки працездатності та подальшого практичного монтажу вуличного освітлення, були визначені нюанси та технічні кроки які потрібно буде врахувати при подальшій роботі.

Розроблена модель системи вуличного освітлення приведена на рисунку 3.3 та 3.4. Для реальної цінності тестової моделі були використані основні елементи майбутньої практичної моделі системи вуличного освітлення.

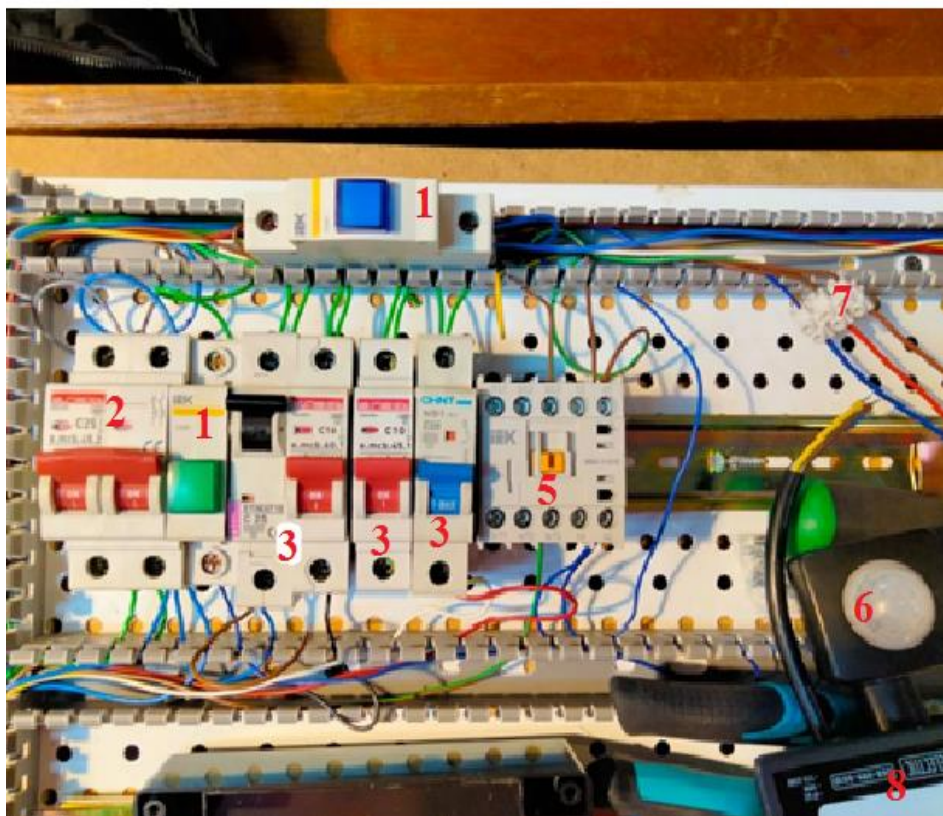


Рисунок 3.3 – Тестова модель системи вуличного освітлення, перша частина

На рисунку 3.3 – зображена тестова модель системи вуличного освітлення а саме перша її частина. Номером 1 на рисунку – це модульна сигнальна лампа ЛС-47, призначена для індикації задіяної ділянки кола.

Під номером 2 – виступає основний захисний автомат e.next C25 номінальним струмом 25 А, призначений для захисту всієї ділянки електричного кола від КЗ та вимкнення живлення всієї схеми. Під номером 3 – виступають одинарні захисні автомати різних фірм з різним номінальним струмом від 10 до 25 А, відповідно захищають свої ділянки кола від КЗ.

Пускач знаходиться під номером 5 та забезпечує струм живлення для світильників якщо на нього подається сигнал з фотоелементу LEMANSO LM625, це забезпечує значно більшу сумарну можливу потужність кола живлення освітлювальних установок в порівнянні з використанням тільки самого фотоелемента розрахованого 6А, приблизно 720 Ват навантаження.

Під номером 6 – датчик руху який виконаний в одному корпусі з прожектором під номером 8, забезпечуючи включення освітлювальної установки тільки в потрібний час. Номер 7 – клемник.

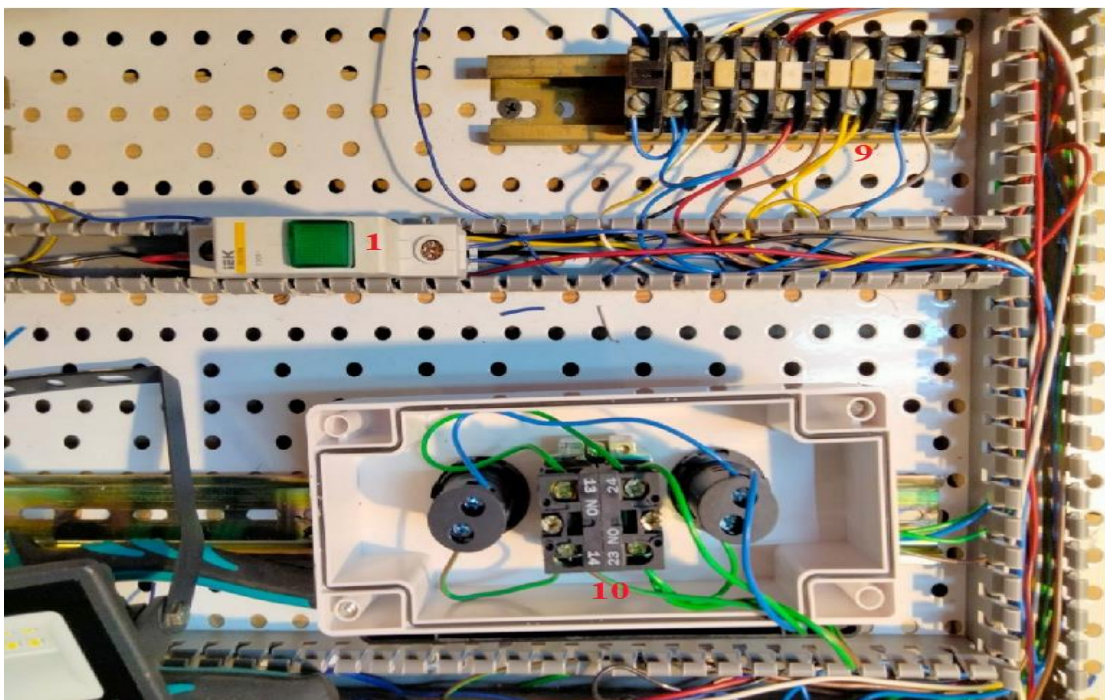


Рисунок 3.4 – Тестова модель системи вуличного освітлення, друга частина.

Під номером 9 знаходиться розподільча клемна колодка, 10 номером є тумблер перемикання на 3 режима роботи. Перший режим тумблера – схема вимкнена, другий режим роботи – ручний, третій режим роботи – автоматичний, працює залежно від освітленості, освітленість визначається фотоелемент LEMANSO LM625.

Тестовий монтаж схеми системи вуличного освітлення дав глибше розуміння всіх елементів схеми, можливих нюансів при проведенні таких робіт та реальні навички для виконання практичного монтажу системи вуличного освітлення.

3.3. Розробка практичного варіанту модернізації монтажу та керування вуличним освітленням.

Розробка практичного варіанту моделі системи вуличного освітлення проводилася в монтажно-електричній лабораторії на території четвертого гуртожитку. Монтаж практичного варіанту моделі вуличного освітлення здійснювався в спеціальній електромонтажній майстерні, з метою запропонувати концепт робочої схеми вуличного освітлення, а також залишити практичну базу для ознайомлення та навчання майбутніх електротехнічних спеціалістів.

Розробка практичного варіанту моделі вуличного освітлення проводилася з застосуванням різних технічних елементів, таких як: змодельована анкерна опора, світильник з вбудованим датчиком руху, світильник з включенням від сигналу окремого датчика руху, включення системи керування освітленням в автоматичний режим за допомогою фотоелементу LEMANSO LM625 або перемикання на ручний режим управління. Також був розроблений щиток управління та захисту електричного кола системи вуличного освітлення.

Однією з найважливіших частин розробленої практичної моделі є електричний щит приведений на рисунку 3.5. Даний вузол складається з самого електрощита, DIN-рейок на яких закріплено все обладнання. Спарений автомат – основний захисний автомат e.next C25 номінальним струмом 25 А, призначений для захисту всієї ділянки електричного кола від КЗ та вимкнення живлення всієї схеми. Наступним елементом виступає модульна сигнальна лампа ЛС-47, яка сигналізує про задіяння ділянки кола на якій встановлена. Встановлено 4 захисні автомати різних фірм та номіналів струму від 10 до 25А, які забезпечують захист електричного кола від КЗ та перевантажень.



Рисунок 3.5 – Електричний щит моделі вуличного освітлення

В щиті також встановлений магнітний пускач який вмикається від сигналу з фотоелементу, використання магнітного пускача дає можливість обійти обмеження фотоелемента по максимальному струму що може протікати безпосередньо через фотоелемент. Фотоелемент LEMANSO LM625 встановлений у верхній частині електричного щита, та отримує освітлення з вікна що і дає змогу працювати системі в автоматичному режимі залежно від освітлення в певний час доби. Вигляд розміщення фотоелементу на щитові зображено на рисунку 3.6 (див. Додаток В). За допомогою тумблера здійснюється переключення схеми в ручний або автоматичний режим, відповідно коли індикатор біля тумблера горить земельним схема працює в автоматичному режимі від сигналу управління фотоелементу, коли тумблер перемикають і горить жовтий індикатор схема працює в ручному режимі, не залежно від сигналу з фотоелементу. В нижній частині щита розміщується клемна колодка на якій здійснено відповідно роз'ючення провідників.

В даній системі вуличного освітлення було змонтовано декілька видів джерел світла, та різних способів їх розміщення. Першим прикладом слугує змодельована анкерна опора з світлодіодним вуличним світильником, яка зображена на рисунку 3.7, анкерна установка світильників має переваги у швидкості її монтажу, простоті обслуговування та загальній надійності, також до переваги слід віднести підземне прокладання провідників, що є естетичним та більш безпечним способом їх експлуатації.

На рисунку 3.7 також зображено спосіб монтажу світильників на підставках різних розмірів що забезпечить вдале їх впровадження в будь-яких умовах експлуатації. Нижчий світильник модернізований на вмикання від датчику руху, датчик руху в даному способі монтажу охоплює практично все приміщення, такий спосіб виконання монтажу освітлювальної установки забезпечує освітлення тільки в потрібний момент часу і сприяє поліпшенню енергоефективності всієї системи. Спосіб монтажу світильника з додатковим датчиком руху зображений на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Різні види монтажу освітлювальних установок вуличного освітлення.

До системи підключений прожектор HOROZ – 10W з вбудованим датчиком руху, що дає змогу проводити монтаж швидше ніж у випадку монтажу світильника та датчика руху окремо. Приклад світильника з вбудованим датчиком представлено на рисунку 3.8.

Такий світильник можна широко застосовувати для вуличного освітлення, а також освітлення порогів та входів Поліського національного університету, його застосування значно зменшить час роботи освітлювальної установки та забезпечить її автоматичним спрацюванням у необхідний час, це призведе до зниження витрат електроенергії, відповідно поліпшить енергоефективність системи.

Для прикладу доречно провести розрахунок часу роботи освітлювальної установки четвертого гуртожитку з фотоелементом, та її модернізацію з встановленням датчика руху, а також порівняти кінцеві енерговитрати за один і той самий проміжок часу.



Рисунок 3.8 – Прожектор HOROZ – 10W з вбудованим датчиком руху

Потужність прожектора встановленого на освітлення входу на четвертий гуртожиток складає 25 Вт. Середній час роботи від фотоелементу 9 годин на день. Час роботи світильника після спрацювання датчика руху складає 0,04 години 2,4 хвилини, даного відрізка часу достатньо щоб увійти до приміщення. Середня прогнозована частота вмикання прожектора в нічний час експлуатації – 8 включень на одну годину.

Визначимо сумарно витрачену потужність освітлювальної установки за 9 годин без використання датчика руху:

$$P_{\text{Без Д}} = P_{\text{прож}} \cdot T_{\text{роб}} = 25 \cdot 9 = 225 \text{ Вт}$$

Де $P_{\text{Без Д}}$ – сумарна витрачена потужність освітлювальної установки без використання датчика руху.

$P_{\text{прож}}$ – потужність прожектора.

$T_{\text{роб}}$ – час роботи освітлювальної установки без датчика руху.

Визначимо час роботи освітлювальної установки після включення в схему датчика руху:

$$T_{\text{роб Д}} = ЧВ \cdot T_{\text{Д}} \cdot T_{\text{роб}} = 8 \cdot 0,04 \cdot 9 = 2,88 \text{ год}$$

Де $T_{\text{роб Д}}$ – час роботи прожектора з датчиком руху за 9 годин.

$ЧВ$ – прогнозована частота вмикання прожектора в нічний час експлуатації.

$T_{\text{Д}}$ – час включення прожектора, після спрацювання датчика руху.

Визначимо сумарно витрачену потужність освітлювальної установки за 9 годин з використання датчика руху:

$$P_{\text{з Д}} = P_{\text{прож}} \cdot T_{\text{роб Д}} = 25 \cdot 2,88 = 72 \text{ Вт}$$

Де $P_{\text{з Д}}$ – сумарна витрачена потужність освітлювальної установки за 9 годин з використання датчика руху.

Вирахуємо у скільки разів освітлювальна установка з датчиком руху буде більш енергоефективніша за звичайну.

$$K_{\text{еф Д}} = \frac{P_{\text{Без Д}}}{P_{\text{з Д}}} = \frac{225}{72} = 3,125 \text{ рази}$$

Де $K_{\text{еф Д}}$ – коефіцієнт енергоефективності освітлювальної установки з датчиком руху у порівнянні з використаною на зараз.

Отже наглядно видно що використання датчиків руху, та інших технічних засобі в системі вуличного освітлення є раціональним для збільшення енергоефективності системи.

Висновок до 3 розділу.

В першій частині третього розділу було проведено дослідження та аналіз використаних систем вуличного освітлення в Поліському національному університеті. Були визначені технічні особливості використовуваних освітлювальних установок, та попередній огляд на можливу модернізацію.

В другій частині третього розділу було розроблено тестову модель ефективного використання вуличного освітлення. Тестова модель системи освітлення дала можливість перевірити схему системи, а також виявила нюанси які можуть виникнути при проектуванні практичної моделі.

В третій частині третього розділу було розроблено практичний варіант модернізації системи освітлення та керування нею. Також було приведено розрахунки які показали доцільність впровадження технічних інновацій у систему вуличного освітлення для збільшення енергоефективності системи. Розрахунки довели що використання додаткових датчиків може збільшити енергоефективність освітлювальних установок в 3,125 рази не зменшивши функціональних можливостей та завдань установки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Підводячи підсумок роботи однозначно модернізація системи енергоспоживання в Поліському національному університеті є раціональною і актуальною. Особливо потрібно звернути увагу на проведення заміни всіх газорозрядних джерел світла на новітні LED-лампи, оскільки вони випереджають своїх попередників по енергоефективності більше ніж в 2 рази – оперуючись на проведені розрахунки енергоефективності джерел світла.

Щодо покращення енергоефективності освітлювальних установок також була запропонована система Градієнт, яка дасть змогу підтримувати рівномірне освітлення в будь-якій частині аудиторії, а також значно заощаджувати за рахунок оптимального використання природнього освітлення разом зі штучним – опираючись на наукову роботу: «Дослідження та аналіз можливостей енергоефективного використання автоматичної системи управління освітлення Градієнт в Поліському національному університеті»

Було запропоновано варіант модернізації системи електропостачання, а саме модернізація наявної мережевої сонячної електростанції в автономну. Оскільки максимальна потужність генерації СЕС сягає 12 000 Вт то вона зможе забезпечити роботу критичних відділів університету за відсутності мережевого живлення. Опіраючись на напрацювання «Дослідження та аналіз можливостей ефективнішого використання системи енергоспоживання»

Виконав практичний варіант модернізації системи освітлення та керування нею. Також було приведено розрахунки які показали доцільність впровадження технічних інновацій у систему вуличного освітлення для збільшення енергоефективності системи. Розрахунки довели що використання додаткових датчиків може збільшити енергоефективність освітлювальних установок в 3,125 рази не зменшивши функціональних можливостей та завдань установки – спираючись на розрахунки енергоефективності освітлювальних установок з додатковими датчиками.

Впровадження всіх запропонованих варіантів модернізації для системи енергоспоживання університету призведе до поліпшення енергоефективності, та раціоналізує і оптимізує наявні витрати електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизация сельскохозяйственной техники: Учеб. пособие / Г. Е. Радченко. – Мн.: УП «Технопринт», 2005.
2. Гончар В. Ф. , Тищенко Л. П. Электрообладнання і автоматизація с. г. агрегатів і установок. К. Вища школа. 1989. 343 с.
3. Гончар В. Ф. Электрообладнання і автоматизація с. г. агрегатів і установок. К. Вища школа. 1985. 208 с.
4. Гончаров Ю. П, Будьонний О. В, Морозов В. Г, Панасенко М. В, Ромашко В. Я, Руденко В.С. За ред. Руденка В.С. Перетворювальна техніка. Підручник. Ч2/ - Харків: Фоліо, 2000. - 360с
5. Жулай Є.Л Электропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній. – К.: 2002
6. Марченко А. С. Справочник по механизации и автоматизации в животноводстве и птицеводстве. – К., Урожай, 1990.
7. Мартиненко І. І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К., Урожай, 1995.
8. Марченко О.С. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві.-К.,Урожай,1995.
9. СВ АЛЬТЕРА «Электротехника & Автоматизация» Каталог продукции 2009. г Киев.
10. Средства автоматизации технологических процессов. Предприятие МИКРОЛ. Каталог продукции 2009. г. Ивано – Франковск. Украина.
11. Стадник Н. И., Ильющенко В. Г., Егоров С. И. и др. Справочник по автоматизации шахтного конвейерного транспорта.—К.: Техніка, 1992.
12. Стадник Н.И., Бочаров К.П. «Плавный пуск ленточных конвейеров». Сборник научных трудов «Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горно-шахтного оборудования» Донецк 2008г. С. 585-593

13. Стаднік М.І. Контроль швидкісних параметрів стрічкових конвеєрів
Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного
університету. Серія: Технічні науки. Всеукраїнський науково - технічний
журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія. Калетнік
Г.М. (головний редактор) та інші. С.125 - 128. - Вінниця, 2016. - №2(94) , -
128с.
14. Стаднік Микола Іванович д.т.н., професор Вінницький національний
аграрний університет ПРИВОД СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ЯК
МЕХАТРОННИЙ МОДУЛЬ Збірник наукових праць Вінницького
національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Всеукраїнський науково - технічний журнал «Техніка, енергетика,
транспорт АПК» / Редколегія. Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші.
С. 60 -64. - Вінниця, 2016. - №I (91) - 87 с.
15. ПК "Промавтоматика" Каталог продукції. 2009. г Запороржъе. Украина.
16. Прядко В. А. Яремчук Л. М. Автоматизація електроприводу с. – г. машин.
Ж. 2011 р.
17. Олійник В. С. Практикум з електроприводу. – К., Урожай, 1995.
18. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і
автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. – Ж., 2013.
19. Локарев В.И. Бережницкая Я.Б. (Волянская) Ресурсосбережение в
электротехнических комплексах и системах. – Херсон: Автоматика.
Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1998. – №
2(3). – С. 135-143.
20. Ляшенко Н. И., Панасенко А. В., Зеленецкий В. Н. Некоторые результаты
эксплуатации аппарата АПМ управления пуском электропривода
ленточного конвейера// Уголь Украины.— 1997.— № 12.
21. Волянская Я.Б. Энергетическая оптимизация при схемных
переключениях обмоток статора асинхронного двигателя //
Електромашинобудування та електрообладнання. Респ. міжвід. наук.-
техн. зб. – 2005. – Вип. 65. – С. 11-14.

22. Волянская Я.Б., Краснов В.В. Ток статора асинхронного электродвигателя при изменении нагрузки и напряжения питания // *Електромеханічні системи, методи моделювання і оптимізації. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету.* – 2005. – Вип. №4(33). – С. 66-69.
23. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Энергосберегающее управление асинхронным электроприводом с использованием микропроцессорной техники // *Зб. наук. праць НУК.* – Миколаїв: НУК, 2005. – №3 (402). – С. 101-110.
24. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Использование микроконтроллеров в интеллектуальных реле для асинхронных электроприводов // *Електротехніка і електромеханіка: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2004 г.* – Николаев: НУК, 2004. – С. 55-56.
25. Касьян Д. А. Дослідження та аналіз можливостей енергоефективного використання автоматичної системи управління освітлення Градієнт в Поліському національному університеті / *Наукова робота / Збірник тез доповідей науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2023 р.* Житомир: Поліський національний університет, 2023. 72 – 75 с.
26. Касьян Д. А. Дослідження та аналіз можливостей ефективного використання систем енергоспоживання. Збірник тез доповідей «Наукові читання – 2023» 01.05.2023 ПНУ м. Житомир. Житомир: Поліський національний університет, 2023.

27. Руденко В. С, Ромашко В. Я, Морозов В.Г. Перетворювальна техніка. Частина 1: Підручник. - К.: ІСДО, 1996. - 262с.
28. Терещук Р.М. Терещук К.М. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справ. радиолюбителя. - 4-е изд., стер. - Киев: Наук. думка, 1989. - 800с.
29. Тарасов Ю.Д, Николаев А.К. "Подъемно-транспортные машины металлургических заводов"; Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В. Плеханова 1995 г.