

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Підвищення надійності та довговічності
освітлювальних установок

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи ЕТмз-62
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	Продан П.П. (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	Костик Л.М. (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	Коваль В.П. (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» _____ 202_ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Продана Петра Петровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок

Керівник роботи Костик Любов Миколаївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» листопада 2023 року № 4/7-1042

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Презентація

2.

3.

4.

5.

6.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітичний розділ		
3	Розрахунково-дослідницький розділ		
4	Проектно-конструкторський розділ		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Висновки		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічної частини		

Студент

(підпис)

Продан П.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Костик Л.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Продан П.П. Підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ТНТУ імені Івана Пулюя. ФПТ. Кафедра ЕІ, група ЕТмз-62. – Тернопіль.: ТНТУ, 2025.

Стор. – 64; рис. – 22; табл. – 3; креслень - ; джерел - 16; додатків - 0.

Розглянуто ключові підходи та технології для підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок, а саме: вибір високоякісних компонентів на прикладі LED технологій, захист від перенапруги та коливань напруги на прикладі стабілізаторів напруги, використання вологозахисних та пилозахисних корпусів, автоматизацію та моніторинг стану освітлювальних установок, регулярне обслуговування та технічний огляд, енергозбереження та зниження теплового навантаження, адаптацію до зовнішніх умов, заміну старих і застарілих установок. Розглянуто ідею концепції автоматичного освітлення вулиць та склад системи керування міським освітлення; цілі впровадження системи керування міським освітлення. Розглянуто основні методи автоматичного контролю електроосвітлення, датчики руху, принципи роботи інфрачервоних датчиків, їх застосування, датчики освітленості, аварійні освітлювальні пристрої, переваги та недоліки пристрої автоматизованого керування. Запропоновано автоматизацію вуличного освітлення з використанням системи Ajax. Розглянуто призначення автоматизації вуличного освітлення; яке вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням системи Ajax; питання безпеки; що потрібно для автоматизації вуличного освітлення та її роль. Запропоновано схеми під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення для електричних кіл різної напруги. Проведено налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення, розглянуто керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button, керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

Ключові слова: надійність, довговічність, світлодіодний світильник.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Вибір високоякісних компонентів.....	9
1.1.1 LED технології.....	9
1.2. Захист від перенапруги та коливань напруги.....	13
1.2.1 Стабілізатори напруги.....	14
1.3. Використання вологозахищених та пилозахищених корпусів.....	16
1.3.1 Рейтинг IP – важливий фактор світлодіодних світильників...	16
1.4. Автоматизація та моніторинг стану освітлювальних установок.....	22
1.5. Регулярне обслуговування та технічний огляд.....	22
1.5.1. Технічне обслуговування та очищення світлодіодних стовпових світильників.....	22
1.6. Енергозбереження та зниження теплового навантаження.....	26
1.6.1 Світлодіодне освітлення – реальна економія чи марна трата грошей?.....	26
1.7. Адаптація до зовнішніх умов.....	29
1.8. Заміна старих і застарілих установок.....	30
1.8.1 Що таке світлодіодна модернізація?.....	30
1.9 Постановка задач.....	32
2. РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	33
2.1 Ідея концепції автоматичного освітлення вулиць міста.....	33
2.2 Цілі впровадження СКМО.....	35
2.3 Основні методи автоматичного контролю електроосвітлення.....	36
2.4 Датчики руху.....	37
2.4.1. Принцип роботи інфрачервоних датчиків.....	38
2.4.2. Застосування датчиків руху.....	39
2.5 Датчики освітленості.....	39

2.6 Аварійні освітлювальні пристрої.....	40
2.7 Переваги і недоліки пристроїв автоматизованого керування	41
2.8 Висновки до розділу.....	41
3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	42
3.1 Автоматизація вуличного освітлення з використанням системи Ајах.....	42
3.1.1 Для чого потрібна автоматизація вуличного освітлення.....	42
3.1.2 Котре вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням Ајах.....	43
3.1.3 Безпека.....	46
3.1.4 Що потрібно для автоматизації вуличного освітлення. Її роль.....	47
3.1.5 Під'єднання системи Ајах до вуличного освітлення.....	48
3.1.6. Налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення.....	52
3.1.7. Керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button.....	52
3.1.8. Керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ајах.....	53
3.2 Висновки до розділу.....	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	56
4.1 Причини електротравматизму.....	56
4.2 Організація роботи з охорони праці на підприємстві і на робочому місці.....	58
4.3 Фактори, які визначають небезпеку ураження людини струмом.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок є важливим чинником у забезпеченні стабільної роботи систем освітлення в різних умовах експлуатації — як у побутовому, так і в промисловому або муніципальному середовищі. Надійна освітлювальна система не тільки забезпечує комфортне та безпечне середовище, а й сприяє зменшенню витрат на технічне обслуговування, ремонт та енергоспоживання.

Одним із найефективніших способів підвищення довговічності освітлення є впровадження сучасних світлодіодних (LED) технологій. В порівнянні із традиційними джерелами світла, світлодіоди мають значно триваліший термін служби, вищу енергоефективність та стійкість до зовнішніх впливів, таких як вібрація, часте вмикання-вимикання чи температурні коливання. Крім того, LED-світильники вимагають меншого обслуговування протягом експлуатаційного періоду, що знижує експлуатаційні витрати.

Важливим аспектом надійності є якість використовуваних матеріалів та компонентів. Корпуси світильників повинні мати високий ступінь захисту від пилу і вологи, бути стійкими до корозії та ультрафіолетового випромінювання. Надійні драйвери живлення, наявність теплових захистів і систем охолодження сприяють зниженню ризику перегріву та виходу з ладу пристроїв. У місцях з нестабільною електромережею доцільно застосовувати стабілізатори напруги або джерела безперебійного живлення.

Не менш важливу роль у забезпеченні довговічності відіграє правильне проектування систем освітлення. Необхідно враховувати характеристики приміщення або відкритого простору, тип світильників, їх розміщення, кут розсіювання світла, а також навантаження на електромережу. Крім того, доцільним є використання систем автоматичного управління освітленням — датчиків руху, освітленості, таймерів або інтелектуальних систем, що оптимізують роботу світильників відповідно до потреб.

Регулярне технічне обслуговування також є важливим чинником у підтриманні надійної роботи освітлювальних систем. Періодична перевірка електричних з'єднань, очищення світильників від пилу та бруду, вчасна заміна зношених елементів дозволяють запобігти аварійним ситуаціям і подовжують термін служби установок.

Отже, підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок є комплексним процесом, що передбачає використання сучасних технологій, якісних матеріалів, продуманого проектування та своєчасного обслуговування. Такий підхід забезпечує стабільну роботу освітлення, економію ресурсів та підвищення загального рівня безпеки й комфорту.

Тому, задача, яка розглядається в даній роботі, підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок є актуальною.

Мета і завдання роботи Метою КРМ є підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок.

Завдання:

1. Розглянути ключові підходи та технології для підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок.
2. Розглянути ідею концепції автоматичного освітлення вулиць та склад системи керування міським освітлення; цілі впровадження системи керування міським освітлення.
3. Розглянути основні методи автоматичного контролю електроосвітлення, датчики руху, принципи роботи інфрачервоних датчиків, їх застосування, датчики освітленості, аварійні освітлювальні пристрої, переваги та недоліки пристрої автоматизованого керування.
4. Запропонувати автоматизацію вуличного освітлення з використанням системи Ajax.
5. Розглянути призначення автоматизації вуличного освітлення; яке вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням системи Ajax; питання безпеки; що потрібно для автоматизації вуличного освітлення та її роль.

6. Запропонувати схеми під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення для електричних кіл різної напруги.

7. Провести налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення, розглянути керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button, керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

Об'єкт дослідження - процеси керування системами освітлення.

Предмет дослідження – підвищення надійності системи керування вуличним освітленням.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримало подальший розвиток застосування програмних та схемних рішень для підвищення надійності систем керування вуличним освітленням.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані програмні та схемні рішення дозволять забезпечити надійність роботи систем автоматизованого керування освітленням вулиць.

Апробація результатів. Результати Продана Петра Петровича за темою кваліфікаційної роботи «Підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок» були представлені на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи“, (29-31 травня 2024 року), м. Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (16 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини - 64 сторінок, 3 таблиць, 22 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок є важливим завданням для забезпечення безперервної роботи освітлення в різних умовах. Розглянемо детальніше кілька ключових підходів та технологій для досягнення цієї мети.

1.1 Вибір високоякісних компонентів

Використання високоякісних ламп, драйверів та інших компонентів з гарантією тривалої роботи сприяє зменшенню ймовірності виходу з ладу. Наприклад, LED-технології є значно більш енергоефективними і мають більший термін служби, порівняно з традиційними джерелами світла (лампами розжарювання чи люмінесцентними лампами).

1.1.1. LED технології

У даний час світлодіодне освітлення набуло широкого поширення та застосування у всіх цивілізованих країнах світу. Воно є економним, ефективним, досить естетичним, довговічним та комфортним. Сучасні технології світлодіодного освітлення зайняли своє гідне місце на ринку і є одним з важливих та пріоритетних напрямів науково-технічного прогресу [2, 3]. Світлодіодні джерела світла витісняють із ринку традиційні джерела [1].

Світлодіодне освітлення (LED – LightEmittingDiode) – один із перспективних та динамічних напрямків технології в галузі штучного освітлення, яке засноване на використанні світлодіодів як джерела світла. Таким чином, джерелом світла у світлодіодному освітленні є діод або LED (від англійського слова, це означає напівпровідник, що має точковий поперечний переріз, електричний струм, проходячи через нього, створює оптичне випромінювання). Особливістю світлодіодів як джерела світла є відсутність у них нитки розжарювання, газу, скляної колби та інших конструктивних

елементів, характерних для традиційних ламп. Спектральні характеристики світлодіоду багато в чому залежать від фізико-хімічних властивостей напівпровідникового матеріалу, що використовується для виготовлення. Використання різних напівпровідникових матеріалів дозволяє впливати на властивості світлодіодів, зокрема їх споживання електричної енергії, світлову потужність і віддачу, інші характеристики. На сьогоднішній день світлодіоди мають колосальну перевагу над іншими джерелами світла.

Використання новітніх технологій в області штучного освітлення на основі світлодіодів відкриває широкі можливості для створення ефектних світлових сценаріїв, зонування простору приміщень, розробки спеціальних дизайн-проектів. LED технології розкривають широкі можливості у створенні світлодіодних світильників різних розмірів, форм, конструктивного виконання, характеру світіння, кольорової гами, електричних параметрів. Вибір конкретних LED технологій залежить від типу освітлення: функціональне освітлення, локальне підсвічування, декоративне світло, що акцентує. Світлодіодне освітлення підрозділяється на освітлення вуличне та інтер'єрне.



Рисунок 1.1 – LED світильник

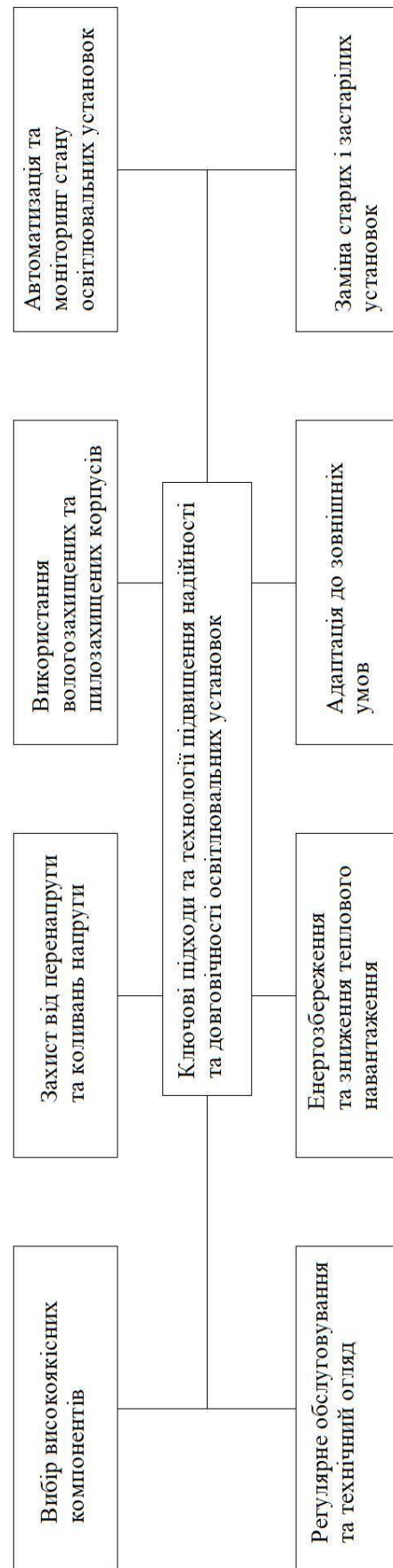


Рисунок 1.2 – Ключові підходи та технології підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок

В даний час світлодіодне освітлення набуло широкого поширення та застосування у всіх цивілізованих країнах світу. Воно є економним, ефективним, досить естетичним, довговічним та комфортним. Сучасні технології світлодіодного освітлення зайняли своє гідне місце на ринку і є одним із важливих та пріоритетних напрямів науково-технічного прогресу. Світлодіодні джерела світла витісняють із ринку традиційні джерела.

Сфера використання світлодіодного освітлення набуває все більшого розвитку та поширення через легкість управління параметрами світлодіодів. Світлодіодне освітлення застосовується у різних галузях народного господарства. Світлодіодне освітлення зайняло своє місце у міських квартирах та приватних будинках, на виробничих підприємствах та в офісних приміщеннях, у торгових центрах та офісах, барах та ресторанах, готелях, парках та скверах. Воно знайшло широке застосування у транспортних засобах різних видів та призначення; для рекламних конструкцій; для підсвічування будівель, вулиць, перехресть, площ та автомагістралей, тунелів та мостів; у садово-парковому та ландшафтному освітленні. Найвніше застосування світлодіодних ламп для дизайнерського освітлення спеціальних проектів.

З кожним днем світлодіодне освітлення стає все більш популярним завдяки його перевагам. Переваги світлодіодних приладів, заснованих на використанні LED технологій, незаперечні, і полягають у наступному:

1. Низьке споживання приладами електричної енергії. Так, результати тестування показують, що при однаковій кількості світла світлодіоди споживають лише 12,5 Вт електроенергії, а лампочки розжарювання 60 Вт.

2. Досягнення економії електричної енергії. Так, наприклад, світлодіодні лампи мають високий коефіцієнт корисної дії - 95%, тобто 95% електричної енергії в лампах LED перетворюється на світлову енергію і лише 5% в теплову, тоді як лампи розжарювання мають коефіцієнт корисної дії лише 5%.

3. Рентабельність застосування джерел світла.

4. Довгий термін служби приладів, який сягає до 50000 годин, а деяких видів - і більше.

5. Спектр світла, що випромінюється, близький до спектру сонячного світла, що забезпечує комфортне сприйняття.

6. Малі габарити світлодіодів, що забезпечує компактність світлодіодних приладів.

7. Висока механічна міцність світлодіодів, що створює надійність у процесі експлуатації приладів.

8. Здатність приладів працювати у широкому інтервалі температур (від -40°до +60°C).

9. Екологічна безпека для довкілля.

10. Високий рівень пожежної безпеки.

11. Стійкість до вібрацій.

12. Простота конструкції та монтажу приладів.

13. Відсутність стробоскопічного ефекту, незначне ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, низьке тепловиділення.

14. Світлодіодне освітлення є комфортним для сприйняття людським оком, відрізняється стабільністю світлового потоку, не створює відблисків, мерехтіння.

15. Немає необхідності здійснювати технічне обслуговування приладів у процесі їх роботи.

Сучасний асортимент світлодіодних приладів відрізняється великою різноманітністю. Це світлодіодні прилади різних видів та призначення, різних виробників, різних стилів, моделей та розмірів [4].

1.2. Захист від перенапруги та коливань напруги

Встановлення стабілізаторів напруги або пристроїв захисту від перенапруги дозволяє захистити освітлювальні системи від негативного впливу коливань напруги в електричній мережі. Це важливо для запобігання пошкодженню обладнання та зниження ризику поломок.

1.2.1 Стабілізатори напруги

У наш час будь-яка людина вже не мислить свого життя без електричної побутової техніки. Але робота будь-якого обладнання залежить від стабільності постачання, а також від якості електрики. За даними, різного роду перебої в мережі відбуваються не менше 149 разів за кожні 30 днів. Якщо електрохвилі в мережі трапляються досить часто, то прилади, крім мимовільного відключення, можуть стати непридатними. Для захисту наших електроприладів від такого поганого впливу підключення електроприладів необхідно здійснювати виключно через стабілізатори напруги.



Рисунок 1.3 – Стабілізатор напруги

Що являють собою стабілізатори напруги (СН), їх види.

За технічними даними стабілізатори можна розділити на:

- ті, що дають змінну напругу;
- ті, що дають постійну напругу на виході.

За робочими даними стабілізатори поділяють на:

- промислові (працюють при напрузі 380);
- побутові (працюють при напрузі 220).

Рекомендації щодо підбору стабілізатора змінної напруги.

Самостійний підбір стабілізатора може виявитися досить нелегким, тому що потрібно мати хоч якісь мінімальні знання в галузі електроніки. Також варто вивчити імпорتنний та вітчизняний ринок. Слід звернути увагу на кілька основних пунктів при виборі:

1. Перше, потрібно подивитися чи дійсно Ви потребуєте стабілізаторів. Щоб це з'ясувати, необхідно самостійно проконтролювати величину стрибків напруги в електромережі, тобто 2-3 тижні поспіль робити відповідні виміри.

2. Вибір СН потрібно розпочати з розрахунку потужності приладів, які будуть підключені, та обліку умов, у яких працюватиме обладнання. Для цього обов'язково слід заміряти режим температури та вологості.

3. Також при підборі СН потрібно звернути увагу, чи можливо контролювати силу вихідної напруги.

4. Також потрібно врахувати, що за наявності великої кількості електроприладів різних класів одна одиниця впливатиме на іншу. У таких випадках СН можуть мати похибки у своїй роботі через стрибки у мережі.

Типи стабілізаторів напруги.

Існує кілька основних типів стабілізаторів напруги.

1. Ферорезонансний. Робота цього стабілізатора ґрунтується на використанні явища магнітного насичення трансформаторів. Плюсом цього стабілізатора є велика точність та швидкість регулювання. Мінусом - рівень шуму та залежність стабілізації від завантаженості мережі.

2. Електромеханічні. Його плюс - невелика ціна і відмінна точність регулювання. Мінус - невелика швидкість регулювання, шумність, високий знос деталей.

3. Електростабілізатор. Працює на автоматизованому перемиканні секцій трансформатора за допомогою силових ключів.

4. Інверторні. Працює, ґрунтуючись на подвійному перетворенні напруги мережі. Плюси як у електронних, але на додаток ще й невелика вага, а також габарити та стабілізація струму. Мінус - у трифазних моделей при неполадці хоч одного контуру регулювання фази два інших теж не працюють.

1.3. Використання вологозахищених та пилозахищених корпусів

Для встановлення освітлення в складних умовах, таких як вулиці, промислові об'єкти чи склади, важливо використовувати світильники з високим ступенем захисту (IP). Це дозволяє забезпечити тривалий термін служби навіть за умов підвищеної вологості або пилу.

1.3.1 Рейтинг IP – важливий фактор світлодіодних світильників

Що таке IP-рейтинг?

IP світильника, рейтинг IP визначено у стандарті ІЕС 60529 [7], що класифікує і надає рекомендації щодо ступеня захисту механічних та електричних корпусів.

Рейтинг IP складається з букв IP, за якими йдуть дві цифри, чим вище число, тим кращий ефект захисту. Видно, що рівень IP призначений не тільки для рівня водонепроникності, але також потрібний захист від пилу та інших твердих речовин.

Більшість світильників для внутрішнього освітлення мають ступінь захисту IP20, який підходить для більшості внутрішніх приміщень.

Що означають два числа?

Кожен ІР-код має два числа для визначення рівня захисту. Якщо є лише один рівень захисту, в якості іншого номера використовується «х». Європейський стандарт EN 60529 [8] визначає рейтинг ІР «корпусів електроустаткування» як міжнародну систему класифікації наступним чином:

- Перша цифра коду ІР показує на ступінь захисту персоналу від контакту з частинами, що рухаються і ступінь захисту обладнання від проникнення всередину корпусу сторонніх твердих предметів .
- Друга цифра вказує ступінь захисту обладнання від всіх форм шкідливого проникнення вологи (наприклад, капання, розбризкування, занурення тощо) всередину корпусу.

Для визначення першої цифри ІР для світлодіодного світильника наведемо таблицю 1.1 для швидкого розуміння.

Таблиця 1.1

Цифра	Визначення
0	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, не має спеціального захисту
1	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, має захист від твердих предметів розміром понад 50 мм , для прикладу, розміром з долоню.
2	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, має захист від предметів діаметром понад 12 мм , для прикладу, таких як палець.

Продовження таблиці 1.1

3	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, захищає від предметів діаметром 2,5 мм або більше, для прикладу, викрутка
4	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, має захист від предметів діаметром 1 мм, для прикладу провід.
5	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоку, має захист від шкідливого пилу.
6	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, повністю пиленепроникний.

Для визначення другої цифри IP для світлодіодного світильника наведемо нижче таблицю 1.2 для швидкого розуміння.

Таблиця 1.2

Цифра	Визначення
1	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоку, має захист від крапель води.
2	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектори високого затоку, мають захист від крапель води, відхилених до 15° від вертикалі.
3	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоку, має захист від бризок під кутом до 60° від вертикалі.

Продовження таблиці 1.2

4	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоки, має захист від водяних бризок з усіх боків.
5	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, має захист від водяних струменів низького тиску (усі напрямки)
6	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоку, має захист від сильних струменів води.
7	Світлодіодний вуличний світильник або прожектори або прожектор високого затоку, захищений від короточасного занурення у воду.
8	Світлодіодний вуличний світильник чи прожектори чи прожектор високого затоку, захищений від тривалого впливу занурення під тиском.

Як проводиться ІР-тест?

Міжнародний стандарт ІЕС 60529 [7] та європейський стандарт EN 60509 [8] є загальновизнаними стандартами для випробувань на ступінь захисту ІР. Вони застосовуються до багатьох видів повсякденного обладнання, наприклад, до електронних/електричних споживчих товарів, зокрема світлодіодних ламп. Тому метод випробування ІР також згадується у стандарті EN 60598 [8] для світлодіодних світильників для зовнішнього освітлення. Нижче наведемо докладний опис тесту на водонепроникність ІРх5.Ір світильника.

- Метод випробувань: випробування розпорошенням води.
- Випробувальне обладнання: Розпилювальна насадка із внутрішнім діаметром 6,3 мм.
- Умови випробувань: відстань між випробуваним зразком і насадкою розпилювання становить 2,5–3 м, а витрата води становить 12,5 л/хв

(750 л/год). 1 хв на квадратний метр (за винятком площі установки, мінімум 3 хв) і в залежності від площі поверхні корпусу зразка повинні бути перевірені.

Визначення результатів випробувань: через 3 хвилини або час, як розраховано, якщо вода не потрапляє до корпусу, ми можемо визначити, що продукт відповідає вимогам IP65.

Чому для освітлення потрібні рейтинги IP?

Продукти, які повинні пройти випробування на відповідність вимогам IP, включають зовнішні шасі, розподільні коробки, контролери, зовнішні лампи і ліхтарі, вивіски, лічильники води, підводні камери, водонепроникні стільникові телефони, силові обладнання, інтелектуальні пристрої і т.д.

При виборі світильника для комерційної або промислової будівлі специфікація класу захисту IP повинна відображати необхідний захист, який забезпечує умови навколишнього середовища, з якими може зіткнутися світильник.

Якщо світильник не захищений від пилу, пил потрапить у порожнину блоку живлення світильника. Це прискорить корозію та пошкодить джерело живлення світлодіода, що зробить його непрацездатним і навіть спричинить спалах через витік. Якщо пил потрапить у світлодіодний модуль, це вплине на ефективність світильника та результати освітлення. Крім того, у промислових та заводських умовах буде дуже багато пилу, який викликає вибухи при контакті з електрично зарядженими частинами світлодіодних світильників.

Якщо світильник не є водонепроникним, це може призвести до потрапляння шкідливих рідин (води) всередину світлодіодного світильника (в порожнину блоку живлення). Це може призвести до короткого замикання у внутрішньому колі. Якщо він потрапить до частини світлодіодного джерела світла, також станеться коротке замикання. Водночас вода впливатиме на світлорозподіл світлодіодного світла, що, зрештою, вплине на результати освітлення. Нарешті вода потрапляє всередину світлодіодної лампи, і світлодіодна лампа більш-менш піддається корозії, що впливає на термін служби світлодіодної лампи.

Як вибрати світлодіодні світильники з правильним рейтингом IP?

Нижче наводимо значення кількох найпоширеніших рейтингів IP.

- IP20 – захист від об'єктів розміром $> 12,5$ мм, без захисту від дощу
- IP54 – значний захист від пилу, захист від дощу, бризок
- IP65 – повітронепроникність, захист від дощу, бризок, тиску форсунок
- IP66 – повітронепроникний, захист від будь-якого дощу та морських умов
- IP67 – герметичний, захист від випадкового занурення у воду
- IP68 – герметичний, захист від випадкового глибокого занурення у воду.

У наступній таблиці 1.3 подано однозначну відповідність місцям застосування, ступеню захисту IP і типу світлодіодних ламп, що зустрічаються в повсякденному житті. Таким чином, отримуємо швидке уявлення про різні рейтинги IP світлодіодних ламп для різних застосувань.

Таблиця 1.3

Застосування	Потрібен рейтинг IP	Категорія світлодіодного освітлення
Загальна внутрішня площа	IP20	Підсвічування, світлодіодна стрічка
Ванна кімната, склад	IPx4	Світлодіодний ліхтар налобний
Склад, фабрика без зайвого пилу	IP54	Світлодіодний ліхтар для високих прольотів, світлодіодне освітлення АЗС
Пильний завод, майстерня	IP65	Світлодіодний ліхтар для високих прольотів, світлодіодний вбудований світильник з АТЕХ
Загальний відкритий майданчик	IP65 або IP66	Світлодіодні вуличні світильники, світлодіодні прожектори

Продовження таблиці 1.3

Під землею	IP67	Настінні світильники, світлодіодний ландшафт
Підводний	IP68	Підводний світильник

1.4. Автоматизація та моніторинг стану освітлювальних установок

Встановлення систем моніторингу дозволяє стежити за станом освітлювальних приладів в реальному часі. Це може бути корисно для виявлення потенційних проблем (наприклад, перегрів, зниження яскравості) та своєчасного усунення несправностей до того, як вони призведуть до серйозних поломок.

Більш детально розглянемо дане питання в Розділі 2.

1.5. Регулярне обслуговування та технічний огляд

Це дозволяє вчасно виявляти знос компонентів і запобігати більш серйозним пошкодженням. Це включає перевірку електричних з'єднань, чистку від пилу та бруду, заміну пошкоджених деталей.

1.5.1. Технічне обслуговування та очищення світлодіодних стовпових світильників

Світлодіодні ліхтарі для стовпів – популярний вибір для освітлення вуличних просторів, що підвищує як безпеку, так і естетичну привабливість. Ці енергозберігаючі рішення для освітлення забезпечують довговічну роботу, але, як і всі вуличні світильники, вони потребують регулярного обслуговування та чищення, щоб забезпечити оптимальну роботу. Обслуговування та чищення світлодіодних ліхтарів для стовпів допоможе зберегти їх довговічність та продуктивність.

Чому важливе технічне обслуговування?



Рисунок 1.4 - Обслуговування та технічний огляд світлодіодних світильників

Технічне обслуговування світлодіодних світильників на стовпах має вирішальне значення з кількох причин [5]:

- ✓ Збільшений термін служби: Регулярне обслуговування допомагає запобігти проблемам, які можуть скоротити термін служби світильників. Усуваючи потенційні проблеми на ранній стадії, можна гарантувати, що світлодіодні ліхтарі працюватимуть довгі роки.

- ✓ Оптимальна продуктивність: Пил, бруд та сміття можуть блокувати світловий потік та впливати на ефективність світлодіодних постів. Очищення гарантує, що вони забезпечуватимуть постійне та надійне освітлення.

- ✓ Естетична привабливість: Чисті та доглянуті світлодіодні ліхтарі на стовпах покращують візуальну привабливість відкритого простору, сприяючи створенню вишуканої та гостинної обстановки.

Першим кроком в обслуговуванні світлодіодних ліхтарів є регулярний огляд.

- ✓ Візуальний огляд: Періодично перевіряються фари на наявність ознак пошкодження, таких як тріщини, іржа або ослаблені кріплення.

- ✓ Перевіряються з'єднання: Потрібно переконатися, що всі електричні з'єднання надійні. Ослаблені або корродовані з'єднання можуть призвести до несправності або навіть загрози безпеці.

- ✓ Сміття: Потрібно перевірте світильники на наявність листя, бруду або іншого сміття, яке могло скупчитися. Це сміття може перешкоджати виходу світла та впливати на продуктивність світильників.

Очищення світлодіодних ліхтарів - цей процес вимагає деякої обережності, щоб уникнути пошкоджень. Для ефективного очищення виконуються такі дії:

- ✓ Вимкнення живлення: Перед початком збирання завжди відключається живлення світлодіодних ліхтарів. Цей запобіжний засіб допомагає запобігти ураженню електричним струмом і забезпечує безпеку.

- ✓ Використовується м'яка тканина: Для більшості завдань із очищення достатньо м'якої сухої тканини. Акуратно протирається поверхня світильника, щоб видалити пил та бруд. Потрібно уникати використання абразивних матеріалів, які можуть подряпати поверхню.

- ✓ М'який мильний розчин: Для більш стійких забруднень або плям використовується слабкий мильний розчин. Змішується невелика кількість мила для посуду з водою і змочується ганчірка розчином. Потрібно акуратно протерти світильник, а потім використовувати чисту суху ганчірку, щоб видалити надлишки вологи.

- ✓ Очищення об'єктів: Якщо лінза світлодіодного пост-світильника каламутна чи брудна, це може вплинути на світловіддачу. Використовується

миючий розчин для лінз або суміш оцту та води для очищення лінз. Наноситься розчин на м'яку тканину і протирається лінза круговими рухами, щоб уникнути смуг.

✓ Уникнення агресивних хімікатів: Ніколи не використовується їдкі хімікати або розчинники для світлодіодних ліхтарів, оскільки вони можуть пошкодити покриття та електричні компоненти. Використовуються м'які засоби для чищення, щоб забезпечити довговічність ліхтарів.

Захист світлодіодних стовпових світильників

Щоб підтримувати світлодіодні ліхтарі в ідеальному стані, потрібно звернути увагу на такі захисні заходи:

✓ Встановлення кришки: Якщо світлодіодні ліхтарі на стовпах піддаються впливу суворих погодних умов, розглядається можливість встановлення захисних кожухів. Ці кожухи можуть захистити ліхтарі від дощу, снігу та надмірного пилу.

✓ Звичайне оздоблення: Потрібно тримати рослинність та гілки обрізаними подалі від світлодіодних ліхтарів. Гілки, що нависають, можуть викликати фізичні пошкодження або перешкоджати виходу світла.

✓ Перевірка ущільнення та прокладки: Потрібно переконатися, що всі ущільнення та прокладки цілі та працюють належним чином. Ці компоненти захищають внутрішні частини світлодіодних ліхтарів від вологи та сміття.

✓ Професійне обслуговування: Для більш складних проблем розглядається можливість найму професіонала. Вони можуть провести ретельну перевірку та вирішити будь-які проблеми, що вимагають спеціальних знань.

Обслуговування та очищення світлодіодних стовпових світильників необхідні для забезпечення їх оптимальної продуктивності та довговічності. Дотримуючись цих порад та рекомендацій, можна підтримувати зовнішнє освітлення у відмінному стані, підвищуючи як безпеку, так і естетичну привабливість простору. Регулярний огляд, ретельне очищення та захисні

заходи допоможуть насолоджуватися перевагами світлодіодних стовпових світильників протягом багатьох років.

1.6. Енергозбереження та зниження теплового навантаження

Зниження теплового навантаження на освітлювальні установки через правильний вибір та розрахунок потужності, а також використання енергоефективних технологій (наприклад, LED-ламп замість звичайних) допомагає знижувати навантаження на систему і збільшувати її довговічність.

1.6.1 Світлодіодне освітлення – реальна економія чи марна трата грошей?

Світлодіод - слово, яке все частіше чуємо в повсякденному житті. Все більше з'являється компаній, які пропонують світлодіодну продукцію, стверджуючи що використовуючи їх продукцію клієнт зможе серйозно заощадити на оплаті електроенергії, обслуговуванні систем освітлення. Світильники дійсно можуть допомогти суттєво заощадити електроенергію, але існують нюанси, які можуть звести всю економію нанівець.

Світловіддача світлодіоду та світильника в цілому. На ефективність світлодіодного світильника впливають три основні показники – ефективність світлодіоду, ефективність блоку живлення та ефективність оптичної системи. Світлодіод може мати світловіддачу 40-200 лм/Вт. Блок живлення повинен мати коефіцієнт потужності більший або рівний 0,9 (90%). Важливими є й втрати на оптичній системі.

Тепловідведення. Грамотно реалізоване тепловідведення - запорука довгого життя світильника. Світлодіоди володіючи рядом безперечних переваг - відмінна світловіддача, компактність, механічна міцність, ресурс до 150 000 годин ($=365 \text{ днів}/24 \text{ години}=17 \text{ років!}$), екологічність, мають одну важливу особливість - чутливість до перегріву. Перегрів світлодіоду знижує термін служби, при перегріві знижується світловий потік, отже енергоефективність. Разом при перегріві світлодіоду отримуємо - незворотні деградаційні процеси в

кристалі, що відчує кінцевий користувач - зниження світлового потоку, зниження терміну служби, зміна колірної температури світіння. Якщо Вам пропонують промисловий світлодіодний світильник 160 Вт в глухому залізному корпусі від світильника стелі 595x595, варто задуматися - куди відводиться тепло? І скільки ця конструкція "проживе" [6].



Рисунок 1.5 - Світлодіодний консольний вуличний світильник LPL-1/100

Для рис. 1.5 товщина основи корпусу у місці встановлення світлодіодної матриці складає 15 мм. Застосування теплопровідного клею для кріплення світлодіодної матриці забезпечує рівномірне тепловідведення по усій площі.

Термін служби світильника. Безпосередньо залежить від світлодіодів. Термін служби світлодіоду може досягати 150 000 годин, звичайно при дотриманні теплового режиму. При перегріві світлодіод може не дотягнути до 1000 годин.

Обслуговування. Якісні світлодіодні світильники практично не потребують обслуговування, це може заощадити чимало грошей. Але світильник низької якості помітно ускладнить життя, витрати на його обслуговування можуть у кілька разів перевищити його вартість.

Хто, звідки і що вимірює? Ринок світлодіодного освітлення з кожним роком зростає. Дедалі більше компаній позиціонують себе як виробники світлодіодного обладнання. Світловий потік світильника вимірюється в Люменах, але часто виникає ситуація, що Люмени у двох однакових

світильників від різних виробників – «різні», в результаті один світильник адекватно освітлює приміщення, а інший начебто з тими самими характеристиками не справляється зі своїм завданням. Вся річ у тому, що світловий потік має вимірюватися від світильника, а не від світлодіодів у ньому. Вимірювання зі світлодіодів не враховує втрати на зовнішній оптичній системі і не може показати реальний світловий потік.

Деякі виробники взагалі не обтяжують себе вимірами та вказують теоретичний, математично розрахований світловий потік без урахування втрат. Наведемо грубий, але наочний приклад: у світильнику 5 світлодіодів потужністю 10 Вт, живляться від БЖ 50 Вт, світловіддача світлодіодів за паспортом 100 Лм/Вт. Отримуємо $5 \times 10 \times 100 = 5000$ Лм при 50 Вт. Насправді є ще ККД блоку живлення (добре якщо 0,9), оптична система (втрати 10-20%, вважатимемо 15%), втрати при нагріванні світлодіоду (залежать від температури і можуть досягати значних значень, в даному випадку вважатимемо 10%) Отримуємо світловий потік $(5 \times 10 * 0,9 * 100) - 15\% - 10\% = 3442,5$ Лм. У нашому прикладі реальний потік відрізняється від цього більш ніж на 30%! При вимірюваннях потоку від світлодіодів все не так сумно, різниця може становити 10-15%, але це теж не мало.

Використовуючи якісні світлодіодні пристрої, ми значно заощаджуємо порівняно з лампами розжарювання (ЛН), люмінесцентними (ЛЛ) та ДРЛ лампами, за рахунок низького енергоспоживання, високого терміну служби виробу, відсутності витрат на обслуговування, ефективного розподілу світла.

При однаковому світловому потоці світлодіодна лампа споживатиме в 10 разів менше електроенергії в порівнянні з лампою розжарювання, при цьому термін її служби в 100 разів більший ніж у лампи розжарювання, у 16 разів більше ніж у люмінесцентної та у 8 разів більше ніж у ДРЛ (лампа розжарювання-10Лм/Вт, термін служби 1000 годин., компактні люмінесцентні лампи 50Лм/Вт, термін служби 6000 годин., ДРЛ-50Лм/Вт, термін служби 12000 годин., світлодіодна лампа – 120 Лм/Вт, 100 000 годин). Варто відзначити, що через стрибки напруги пускорегулюючі пристрої ЛЛ і ДРЛ

можуть виходити з ладу набагато раніше, не виробляючи ресурс ламп в 6000 год і 12000 год. відповідно. Світловий потік ламп не однаковий протягом терміну служби. Наприклад, для ламп ДРЛ після ~ 2000 годин експлуатації світловий потік падає до 50% від заявленого. У люмінесцентних (енергозберігаючих) ламп після 4000 годин роботи світловий потік зменшується на 30%.

Люмінесцентна лампа і ДРЛ світять на всі боки, а світильник перерозподіляє світло з певними втратами вже в потрібний бік. Втрати світлового потоку різних світильниках на ЛЛ і ДРЛ коливаються від 25 до 80%. Наприклад лампа ДРЛ 250 зі світловим потоком 13000 Лм, при роботі в стандартному світильнику видаватиме світловий потік у бік поверхні, що освітлюється - 6500 Лм. А після ~ 2000 год. роботи світловий потік зменшиться до 3250 лм. У світлодіодному світильнику проблем немає, так як при хорошому охолодженні світлодіод не деградує і його світловий потік протягом усіх 100000 год практично незмінний, світлодіод світить не на всі боки, а спрямовано, втрати – 10-20% на вторинній оптиці.

Що стосується ціни світлодіодних світильників... Якісно – не обов'язково дуже дорого, вірно та зворотне твердження, що дорогий світильник – це не завжди якісний. При цьому дуже низька ціна навряд чи порадує якістю товару.

1.7. Адаптація до зовнішніх умов

Вибір матеріалів та конструкцій, які здатні витримувати кліматичні умови місцевості, де буде працювати освітлювальна система, також впливає на її надійність. Це включає в себе термічні коливання, вологість, замерзання, і навіть корозію.



Рисунок 1.6 – Вуличне та паркове освітлення взимку.

1.8. Заміна старих і застарілих установок

Поступова заміна застарілих освітлювальних установок на нові моделі з кращими технічними характеристиками також сприяє підвищенню надійності та довговічності системи освітлення.

Загалом, забезпечення високої надійності та довговічності освітлювальних установок потребує комплексного підходу, який включає правильний вибір компонентів, обслуговування та моніторинг, а також врахування зовнішніх факторів експлуатації.

1.8.1 Що таке світлодіодна модернізація?

Слово "ретрофіт" означає "перетворення", а світлодіодний ретрофіт – це модернізація поточного освітлення до недорогих, енергоефективних світлодіодних пристроїв. Таким чином, під час світлодіодної модернізації замінюються застарілі технології освітлення (такі як лампи CFL, люмінесцентні лампи та лампи HID) на передові технології освітлення (такі як світлодіоди).

Якщо модернізація – процес оновлення або модернізації існуючого знаку для покращення його характеристик, енергоефективності чи функціональності, то модернізація світлодіодних установок передбачає заміну традиційних освітлювальних приладів на світлодіодні. Це зазвичай передбачає заміну застарілих компонентів, таких як освітлювальні прилади, лампи або електричні

системи на новіші, більш ефективні технології. Світлодіодне освітлення працює інакше, ніж традиційне освітлення з лампами розжарювання, що спирається на тонкі металеві нитки для випромінювання світла. Натомість у світлодіодах використовуються напівпровідникові діоди, через які пропускається електричний струм для отримання світла без втрати великої кількості теплової енергії. Ця унікальна конструкція дозволяє світлодіодним лампам випромінювати стільки ж світла, як і лампам розжарювання, споживаючи при цьому менше енергії.



Рисунок 1.7 – Світлодіодна модернізація.

Світлодіодна модернізація може також включати додавання нових функцій або модернізацію для відповідності сучасним стандартам або нормам. В цілому, світлодіодна модернізація може підвищити ефективність, довговічність та стійкість, мінімізуючи при цьому витрати та вплив на довкілля.

1.9 Постановка завдань

1. Розглянути ключові підходи та технології для підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок.

2. Розглянути ідею концепції автоматичного освітлення вулиць та склад системи керування міським освітленням; цілі впровадження системи керування міським освітленням.

3. Розглянути основні методи автоматичного контролю електроосвітлення, датчики руху, принципи роботи інфрачервоних датчиків, їх застосування, датчики освітленості, аварійні освітлювальні пристрої, переваги та недоліки пристроїв автоматизованого керування.

4. Запропонувати автоматизацію вуличного освітлення з використанням системи Ajax.

5. Розглянути призначення автоматизації вуличного освітлення; яке вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням системи Ajax; питання безпеки; що потрібно для автоматизації вуличного освітлення та її роль.

6. Запропонувати схеми під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення для електричних кіл різної напруги.

7. Провести налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення, розглянути керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button, керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

2. РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Концепція розвитку «Розумного міста» як похідної від Розумних домів із кожним роком тільки набуває популярності. Багато чого вже впроваджено, існує та розвивається. В даний час можна поговорити про те, що насправді являють собою системи керування освітленням в містах, які є побудованими на сучасній автоматичності [10-12].

Спочатку потрібно зрозуміти те, що наявні платформи моніторингу і керування освітленням вулиць в містах не обмежуються лише одними ліхтарними стовпами. Вони охоплюють значно більший спектр питань. Зараз уже нікого не здивуєш простим ввімкненням-вимкненням світла згідно графіку або згідно до навколишнього освітлення. Теперішні системи дають змогу відстежувати справність різноманітних електронних вузлів, оптимізують енергетичне споживання окремих модулів або приладів, понижують витрати на обслуговування інфраструктури.

2.1 Ідея концепції автоматичного освітлення вулиць міста.

В сучасному світі освітлення в темну пору доби являється одним із найбільш витратних пунктів місцевих бюджетів. Переважно, промисловість у цілому споживає більше електричної енергії, проте саме на освітлювальні задачі в заводів і фабрик йде не така велика частка. Із появою світлодіодних світильників, витрати на освітлення значно зменшилися, проте це не буде означати, що межу оптимізації енергетичного споживання не можна покращити, що вона вже досягнута. Це буде означати, що ще є до чого старатися.

В міському господарстві в даний час переважають LED-вироби і натрієві лампи [9]. У останніх значні потужності, проте їх не замінюють, бо ще багато моделей не встигли виробити свій термін служби. Потрібно відмітити, що незалежно від конструктивної будови, завдання і проблеми в світлових приладів різних типів є однаковими. Із одної сторони, потрібно забезпечити достатній

світловий потік і довговічність служби лампи, із іншого – покращити контроль за її роботою, зменшити витрати на електричну енергію і убезпечити світлові прилади від можливих дій вандалів.

Зрозуміло, що яскравість світильників і тривалість терміну їх служби визначаються конструкційним типом і сировинними матеріалами. Якщо світловий потік приблизно рівний, світлодіоди значно перевершують всі інші типи по середній годині роботи. Звідси їх відповідно називають найперспективнішими засобами освітлення для міст. Відомо, що енергоефективність цього рішення є вищою, отже залишається тільки вирішити питання як автоматизувати і захистити від фізичних впливів світлодіодні світильники.

Керування освітленням в даний час вирішується з використанням широкого спектру різних електронних модулів. Дані модулі можуть забезпечувати замикання і розмикання кола, забезпечувати контроль роботи світлових приладів з використанням різних датчиків і реле, реалізовувати більш складніші механізми через спеціальні мікроконтролери. Також, існують комплексні освітлювальні установки, що використовуються на вулицях, що включають у свою будову сонячні панелі, акумуляторні батареї для зберігання електроенергії, а також цілі комплекси розумного моніторингу. Важливим недоліком таких систем називають їх значну автономність. Попри те, що вони виконують свої необхідні функції, такі світлові прилади не є частиною загальної системи із централізованим керуванням, і тому вони не можуть із достатньою ефективністю контролюватись як людиною, так і системами високого рівню. Потрібно зробити електромережі автоматизації вуличного освітлення загальними, які можуть підтримувати керування із єдиного серверу.

Всю взаємодію із освітлювальними установками потрібно організувати так, щоб автоматичне і оперативне управління доповнювали одне одного без будь-яких суперечностей. Автоматика візьме на себе рутинні завдання: збирати дані і вести статистику, відстежувати «ритм життя міста», керувати у попередньо встановлених режимах. Крім того потрібно відмітити ввімкнення згідно графіку,

із врахуванням погоди, пори доби, особливості рельєфу і специфіки частини міста, у якій працюють дані прилади освітлення. В свою чергу оперативне керування буде здійснюватися обслуговуючим персоналом, що підключається виключно при необхідності тільки для вирішення якихось суперечливих ситуацій. Ручний режим постійно повинен реалізовуватися так, щоб в момент аварії чи якихось позаштатних ситуацій, чи під час виходу модулів електроавтоматики із ладу мала можливість втрутитись людина.

Потрібно згадати, проте що до «міського освітлення» входять не тільки самі світильники. Міське освітлення - це велика мережа електроприладів і пристроїв, єдина інфраструктура. Отже, крім контролю за положенням контактів, які забезпечують подачу струму до освітлювальних модулів, система керування міським освітленням (СКМО) має включати в себе:

- контроль справності комутаційних апаратів;
- моніторинг стану мережі електроживлення;
- контроль справності сигналізації в вузлових точках електромережі;
- контроль справності захисного обладнання;
- засоби фіксації показників роботи.

Уся інформація, що зібрана електроприладами із груп категорій, збирається в єдину базу даних, яка дає змогу формувати звіти різного ступеню деталізації.

2.2 Цілі впровадження СКМО.

Концепція СКМО передбачає:

- зниження енергоспоживання;
- підвищення безпеки пішоходів та водіїв транспортних засобів;
- покращення міської естетики;
- скорочення ремонтно-експлуатаційних витрат;
- покращення екологічної ситуації.

2.3 Основні методи автоматичного контролю електроосвітлення.

В сучасних освітлювальних приладах буває вишуканий зовнішній вигляд, вони можуть успішно доповнювати інтер'єр як елементи декору. Більш того, на даний момент доступна покупка складних світильників, які:

- дозволяють регулювати яскравість;
- можуть перемикатися між різними сценаріями освітлення;
- автоматично спрацьовують з появою пішохода в перехідній зоні, і відключаються після його відходу.

Подібні можливості кардинально змінюють рівень комфорту освітлення.

В умовах сучасного світу зручність і економія електрики скрізь забезпечуються зокрема системами для автоматизованого контролю освітлення. Роль останніх можуть виконувати самостійні прилади з наступною специфікою розміщення:

- у зовнішньому виконанні (прилади кріпляться на стіну);
- усередині спецщитів, з метою монтажу у розподільчих щитах;
- у спеціальних шафах, які відповідають за керування.

Подібні пристрої призначені для самостійного використання або у складі "Розумного дому". Встановлюють їх кваліфіковані фахівці.

Ще один спосіб, який часто можна зустріти, – вбудовані у світильник пристрої. Такий метод не потребує застосування зовнішньої керуючої схеми або додаткових комутацій, тому виявиться придатним, якщо одиночного управління світильниками достатньо.

Багато компаній світлотехнічного профілю виставляють на продаж модернізовані освітлювальні прилади, оснащені датчиками руху/освітлення та димерами для зміни рівня яскравості. Для встановлення таких світильників не потрібні спеціальні навички або інструменти, тому щоб організувати автоматизований контроль освітлення, дані моделі використовують найчастіше.

Переходимо до розгляду способів автоматизації та принципів їхньої дії.

2.4 Датчики руху

Для контролю рівня освітленості у зоні відповідальності застосовують інфрачервоні датчики. Вони стежать за коливаннями потужності теплового випромінювання інфрачервоного діапазону.



Рисунок 2.1 – Інфрачервоний датчик руху.

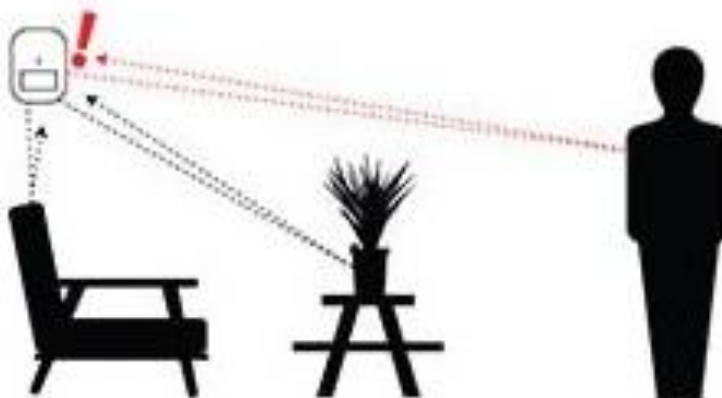


Рисунок 2.2 - Мікрохвильовий датчик руху.

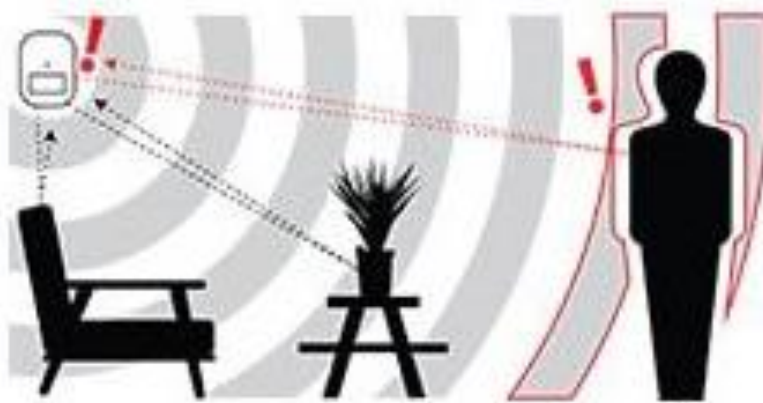


Рисунок 2.3 – Комбінований датчик руху.

2.4.1. Принцип роботи інфрачервоних датчиків

На розміщених попарно або симетрично сенсорах, за посередництвом складених лінз, відбувається фокусування інфрачервоних променів. Під час руху людини відбувається поперемінне потрапляння світла на різні частини приймаючого елемента, що і фіксується схемою датчика.



Рисунок 2.4 – Датчики руху.

2.4.2. Застосування датчиків руху.

Управління освітленістю, що передбачає використання датчиків руху, застосовують:

- у вуличному освітленні прибудинкових територій;
- для покращення видимості на пішохідних доріжках;
- для освітлення та підсвічування сходів, тамбурів у багатоквартирних

чи приватних будинках.

Датчики руху також можуть стати в нагоді:

- для регулювання освітлення;
- для інтелектуального освітлення всіляких підсобок та комор;
- для освітлення автотранспортних стоянок;
- для освітлення місць, які мають природні тимчасові обмеження.

2.5 Датчики освітленості

Ці датчики вимірюють рівень освітленості навколишнього простору, і якщо цей рівень стає нижчим за встановлений, то відбувається автоматичне включення приладів освітлення. У порівнянні з датчиками руху, які короткочасно включають світильники, спрацювання датчиків освітленості відбувається при сутінках.

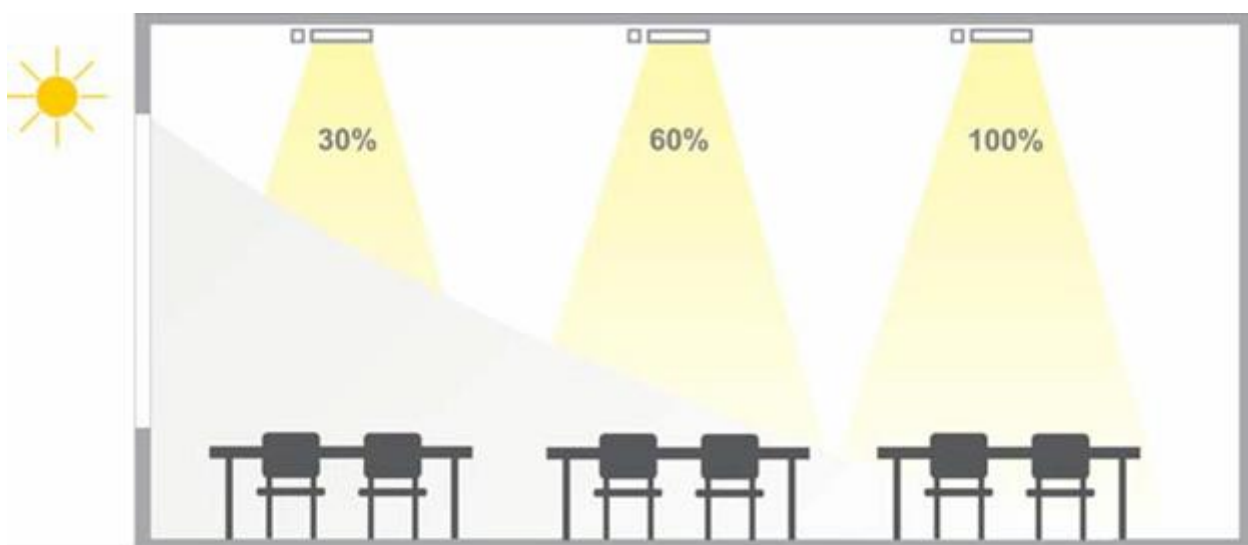


Рисунок 2.5 – Датчики освітленості.

Коли найчастіше застосовуються сутінкові реле:

- контроль рівня освітленості вулиць міст;
- біля входів у багатоквартирні будинки;
- підсвічування фасадів будівель, вивісок, рекламних плакатів;
- підсвічування номерів будинків;
- контроль освітленості територій виробничих підприємств;
- в межах приміщень датчики освітленості можуть застосовуватись як

частина пристрою нічного світильника.

2.6 Аварійні освітлювальні пристрої.

Пристрої аварійного освітлення та системи, що керують ними, призначені для організації заходів з евакуації, а також забезпечення мінімально необхідної освітленості.



Рисунок 2.6 - Аварійний освітлювальний пристрій

Активація систем аварійного освітлення відбувається у разі виявлення надзвичайної ситуації пожежними сигналізаціями. Спрацьовування відбувається, якщо втрачається працездатність основного джерела постачання електрики. Системи аварійного освітлення можуть постійно перебувати у робочому стані.

2.7 Переваги і недоліки пристроїв автоматизованого керування

Перевагами є:

- зручність використання, адже участь людини у цьому випадку не є обов'язковою;
- спільне функціонування світильників із датчиками руху/освітленості сприяє економії електрики;
- останнє особливо актуально під час проектування зовнішнього освітлення.

Ціна – це єдиний суттєвий мінус. Однак тут важливо зазначити, що пов'язані з придбанням світлотехніки витрати окупаються за перший рік використання.

Кожен може підібрати оптимальний варіант у великому розмаїтті окремих датчиків і світильників, оснащених керуючими модулями в залежності від мети, бюджету і особистих переваг.

2.8 Висновки до розділу

1. Розглянуто ідею концепції автоматичного освітлення вулиць та склад системи керування міським освітлення; цілі впровадження системи керування міським освітлення.

2. Розглянуто основні методи автоматичного контролю електроосвітлення, датчики руху, принципи роботи інфрачервоних датчиків, їх застосування, датчики освітленості, аварійні освітлювальні пристрої, переваги і недоліки пристроїв автоматизованого керування.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Автоматизація вуличного освітлення з використанням системи Ajax.

3.1.1 Для чого потрібна автоматизація вуличного освітлення.

Автоматичне управління освітленням дає можливість не витратити дорогоцінний час на те, щоб вмикати та вимикати освітлення вручну; також це дає змогу зекономити електричну енергію, вимикаючи освітлення згідно розкладу.

Зазвичай автоматизація освітлення використовується у приватних будинках та у дачних будинках (прибудинкових територіях). Також автоматизацію освітлення можна використовувати на територіях бізнес-центрів, стоянках та багатьох інших об'єктах — для забезпечення безпеки, а також для оптимізації звичних процесів.

За допомогою використання засобів автоматизації Ajax можливо зробити:

- Програмування сценарію на спрацювання датчику руху, так щоб миттєво освітити частину території у разі виявлення якихось сторонніх осіб на ділянці. В такий спосіб можливо не тільки відлякати правопорушників, а також зафіксувати їх прикмети вмонтованими камерами для спостереження. При цьому нормальний рівень освітленості при зйомці забезпечить якісніше зображення.
- Налаштування розкладу освітлення та використання пристроїв автоматизації щоб увімкнути світло у темну пору доби і вимкнути зранку.
- Керування освітленням дистанційно з використанням застосунку Ajax — із будь-якої точки планети.
- Керування освітленням бездротовою кнопкою Button. Кнопки можна розташовувати у «потрібних місцях» з використанням кріплення Holder або ж носячи із собою, для приклад, із в'язкою ключів.

- Створення ефекту присутності — вмикання-вимикання освітлення дистанційно у застосунку Ajax або згідно розкладу.

3.1.2 Котре вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням Ajax.

Система Ajax дає можливість управляти всім вуличним освітленням.

Вуличне освітлення складається із трьох важливих компонентів — електропроводки, освітлювальних приладів і обладнання, яке відповідає за управління електроживленням. Модулі автоматизації Ajax підключаються до елементів управління електроживленням вуличного освітлення, при цьому забезпечують управління з використанням застосунків Ajax, сценаріїв автоматизації і кнопки Button.

В залежності від завдання, до даних пристроїв автоматизації Ajax можливо під'єднати один прилад, а також коло освітлювальних приладів.

По напрузі живлення розрізняють такі типи освітлення:

- 24/36 В - управління з використанням Relay. При цьому використовуються різні джерела електроживлення;
- 12/24 В - управління з використанням Relay. При цьому використовується лише одне джерело електроживлення;
- 110/230 В - управління з використанням WallSwitch. При цьому використовується лише одне джерело електроживлення.

Розрізняють такі типи освітлення по функціональності:

- Функціональне — забезпечує достатній рівень видимості, необхідний для безпечного пересування територією з настанням темряви (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Функціональне освітлення

- Фасадне – застосовується для позначення будівельних та їх архітектурних особливостей, а також для поліпшення видимості в прилеглій області. Додатково освітлює клумби та доріжки разом з фасадом будівель. Найчастіше яскраве освітлення (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Фасадне освітлення

- Маркувальне – використовується для підкреслення рельєфу місцевості, позначення напрямку руху, виділення доріжок (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Маркувальне освітлення

- Декоративне – штучне освітлення скверів, парків, а також прибудинкової території або приватного будинку. Метою є акцентування елементів ландшафтного дизайну (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Декоративне освітлення

3.1.3 Безпека

При монтажі і експлуатації електричних приладів потрібно дотримуватись правил електробезпеки і вимог нормативно-правових актів із електробезпеки.

Не можна розбирати пристрої під напругою, і не можна використовувати пристрої із пошкодженим кабелем електроживлення.

Встановлення та підключення Relay та WallSwitch має здійснювати тільки кваліфікований фахівець. Не можна підключати Relay до джерела електроживлення із напругою вище 36 В або до кіл із змінним струмом. Також не можна підключати WallSwitch до напруги, яка виходить за межі 184–253 В. Це є пожежонебезпечно та може призвести до виходу пристрою із ладу.

При встановленні не можна допустити попадання вологи на Relay та WallSwitch або на місця, в яких з'єднуються кабелі. Потрібно враховувати діапазон робочих температур та робочу вологість реле — тобто пристрої не повинні перебувати на відкритому повітрі.

Під час електричного з'єднання потрібно дотримуватися таких правил:

Для того щоб підключити освітлювальні прилади потрібно використовувати розподільні коробки. Це дає змогу виключити небезпеку можливого загоряння, так як місце з'єднання проводів буде ізольованим. Крім того, доступ до проводів у розподільній коробці буде зручнішим та простішим.

Потрібно використовувати правильне з'єднання провідників освітлювальних електроприладів. Не можна в жодному разі використовувати скручування.

Кожне підключене коло освітлювальних приладів потрібно перевірити за допомогою мультиметру на відсутність коротких замикань та обривів. Також можна перевірити опір та потужність споживання.

Для початку потрібно з'єднати все коло, перевірити його, потім підключити лінію до автомату у розподільному щитку.

Після того як завершиться підключення, потрібно обов'язково переконатися, що усі елементи освітлення працюють. У тому випадку, коли

якийсь світильник не засвітився, потрібно вимкнути усю лінію, після чого перевірити стан контактів та з'єднань.

3.1.4 Що потрібно для автоматизації вуличного освітлення. Її роль.

- Застосунок Ajax — для налаштування системи, керування, та додавання пристроїв.
- Реле із сухими контактами Relay — керує умиканням/вимиканням освітлення.
- Хаб — координує роботу пристроїв системи. При потребі багатьох сценаріїв, потрібно звернути увагу на прогресивніші моделі.
- Силове реле WallSwitch — керує подачею електроживлення.
- DIN Holder – тримач для фіксації Relay та WallSwitch на DIN-рейці усередині розподільної коробки або електричного щитка.
- Резервне живлення (опція) — дає можливість управляти освітленням в разі відмови основної лінії електроживлення; в цьому випадку хаб працюватиме до шістнадцяти годин від резервного живлення (батареї). Пристрої Ajax працюють від батарей від двох до семи років.

Пристрої автоматизації Ajax є компактними. Їх можна розміщувати у поглибленому підрозетнику, електричному щитку чи корпусі електроприладу.

Захищений власний радіопротокол Jeweller гарантує безперебійну взаємодію усіх пристроїв системи безпеки Ajax із хабом. Завдяки підтримці п'яти ретрансляторів радіосигналу одна система Ajax покриває до 35 км² — вона готова забезпечити безпеку і автоматизацію складів, готельних комплексів, заводів або маєтків.

3.1.5 Під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення.

Підключення Ajax до електричного кола 110 – 230 В.

WallSwitch та вуличне освітлення можна під'єднувати до одного джерела електроживлення. Потрібно під'єднати WallSwitch до кола живлення вуличного освітлення відповідно до схеми (рис. 3.5) та налаштувати систему.

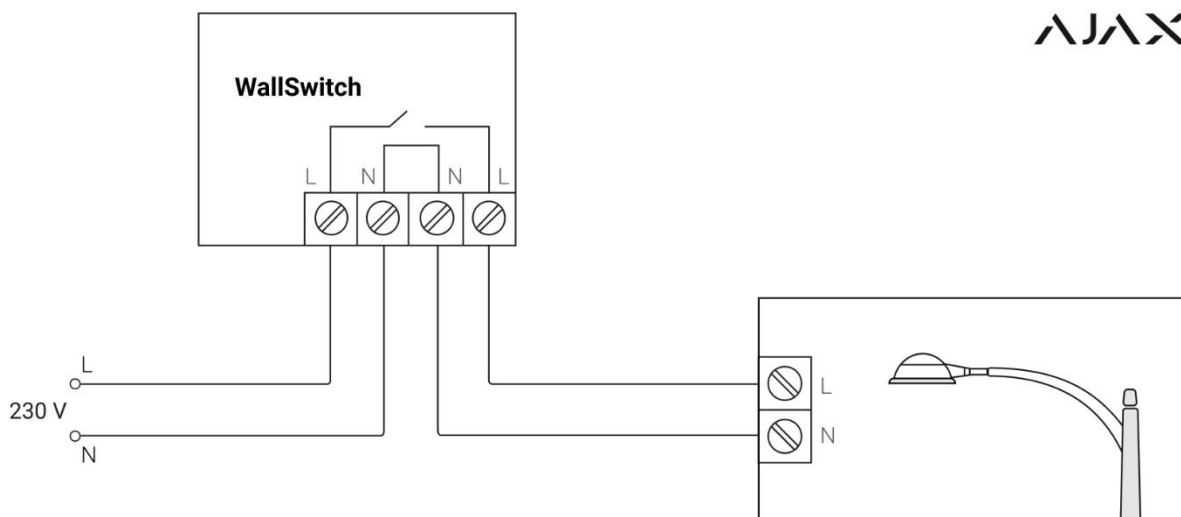


Рисунок 3.5 – Схема для 110 – 230 В

1. Потрібно під'єднати джерело електроживлення до клем електроживлення WallSwitch.
2. Під'єднати клеми контактів реле до входів електроживлення вуличного освітлення.

Налаштування WallSwitch.

В застосунку Ajax:

1. Потрібно перейти до вкладки **Пристрої**.
2. Вибрати **WallSwitch** та перейти до **Налаштувань**.
3. Задати необхідні параметри:
 - Режим роботи реле: імпульсний або бістабільний.

(Імпульсний режим забезпечує можливість вмикати освітлення на точний час: від 0,5 до 255 с. Це є корисним, для прикладу, для вмикання підсвічування дороги під час паркування авто).

- Тривалість імпульсу (при виборі імпульсного режиму): від 0,5 до 255 с.

- Стан контакту: нормально розімкнений або нормально замкнений.

4. Потрібно натиснути Назад —тоді налаштування збережуться.

(Для кращої інформативності сповіщень краще перейменувати WallSwitch).

Підключення Ajax до електричного кола 12 / 24 В .

Relay , вуличне освітлення та проміжне реле можна заживляти від одного джерела електроживлення. Потрібно під'єднати Relay до кола живлення вуличного освітлення відповідно до схеми (рис. 2.6) та налаштувати систему.

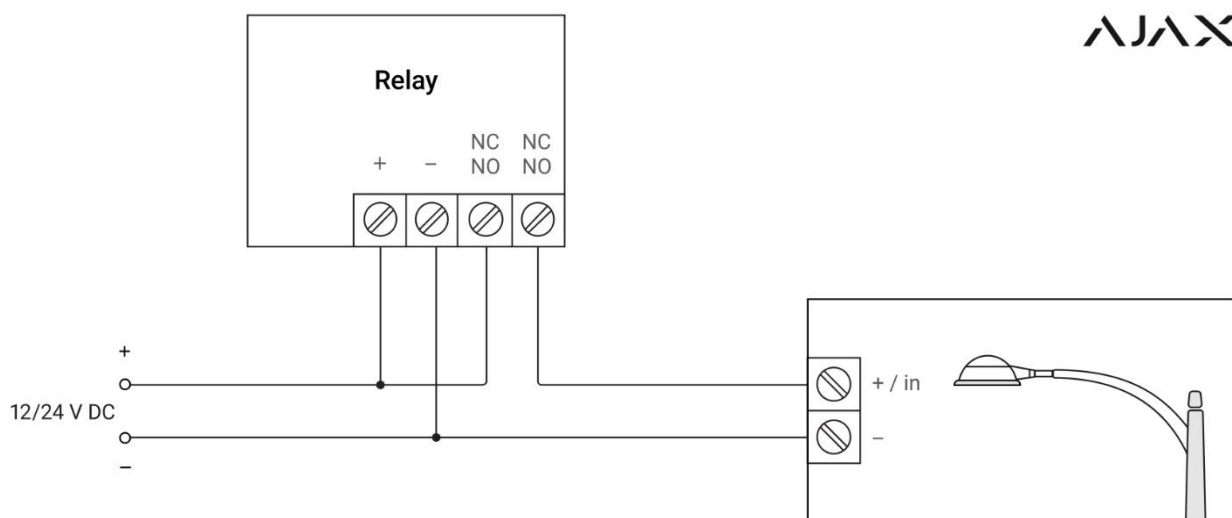


Рисунок 3.6 – Схема для 12 / 24 В .

1. Потрібно під'єднати джерело електроживлення до клем електроживлення **Relay** .

2. До однієї із клем контактів реле потрібно під'єднати «+» джерела електроживлення, а до іншої — «+» освітлювального електроприладу.

3. Потрібно під'єднати контакт «—» освітлювального електроприладу до «—» джерела електроживлення.

Налаштування Relay.

В застосунку Ajax:

1. Потрібно перейти до вкладки **Пристрої**.
2. Вибрати **Relay** та перейти до **Налаштувань**.
3. Задати необхідні параметри:
 - Відповідно режими роботи реле: імпульсний або бістабільний.

Імпульсний режим має можливість вмикати освітлення на потрібний час: від 0,5 до 255 с. Це є корисним, для прикладу, для вмикання підсвічування дороги на момент паркування авто.

- Тривалість імпульсу (при імпульсному режимі): від 0,5 до 255 с.
 - Стан контакту: нормально розімкнений або нормально замкнений.
4. Натиснути Назад — відповідно налаштування збережуться.

Підключення Ajax до електричного кола 36 В.

Relay живиться від джерела електроживлення 12/24 В. Вуличне освітлення живиться від іншого джерела електроживлення із напругою 36 В. Потрібно під'єднати Relay до кола електроживлення вуличного освітлення відповідно до схеми (рис. 3.7) та налаштувати систему.

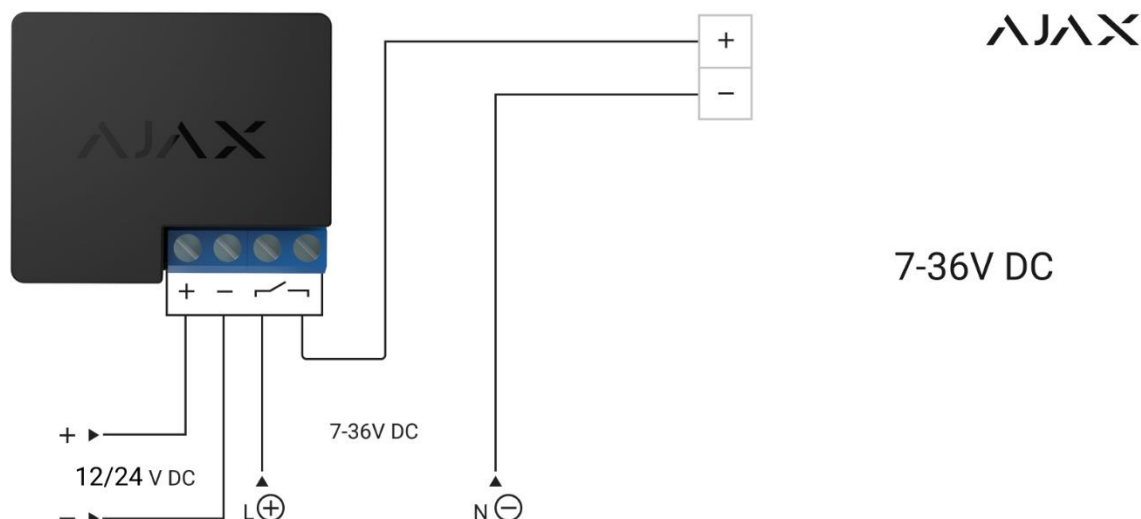


Рисунок 3.7 – Схема 36 В.

1. Потрібно під'єднати джерело електроживлення 12/24 В до клем електроживлення Relay.
2. Під'єднати «+» джерела електроживлення 36 В до однієї із клем контактів Relay.
3. Під'єднати «+» освітлювального електроприладу до іншої клем контактів Relay.
4. Під'єднати контакт «—» освітлювального електроприладу до «—» джерела електроживлення 36 В.

Налаштування Relay.

В застосунку Ajax:

1. Потрібно перейти до вкладки **Пристрої**.
2. Вибрати **Relay** та перейти до **Налаштувань**.
3. Задати необхідні параметри:
 - Режим роботи реле: імпульсний або бістабільний.

Імпульсний режим має можливість вмикати освітлення на потрібний час: від 0,5 до 255 с. Це є корисним, для прикладу, для вмикання підсвічування дороги на момент паркування авто.

- Тривалість імпульсу (при імпульсному режимі): від 0,5 до 255 с.
 - Стан контакту: нормально розімкнений або нормально замкнений.
4. Натиснути Назад — відповідно налаштування збережуться.

3.1.6. Налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення.

Сценарії Ajax дають можливість вмикати і вимикати освітлення у разі зміни режиму охорони, умикання і вимикання Нічного режиму, за розкладом та тривогою.

Для створення сценаріїв управління вуличним освітленням потрібно перейти в меню: **Застосунок Ajax → Пристрої → Relay** чи **WallSwitch → Налаштування → Сценарії**.

3.1.7. Керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button.

Хаб дає змогу налаштовувати кнопку Button на різні дії. Для прикладу, коротким натисканням можливо вмикати освітлення, а довгим — відповідно вимикати.

Для керування вуличним освітленням з використанням кнопки Button налаштовують відповідні сценарії у застосунку Ajax: Пристрої; Button; Налаштування; Сценарії.

3.1.8. Керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

Керування пристроєм WallSwitch у застосунку.

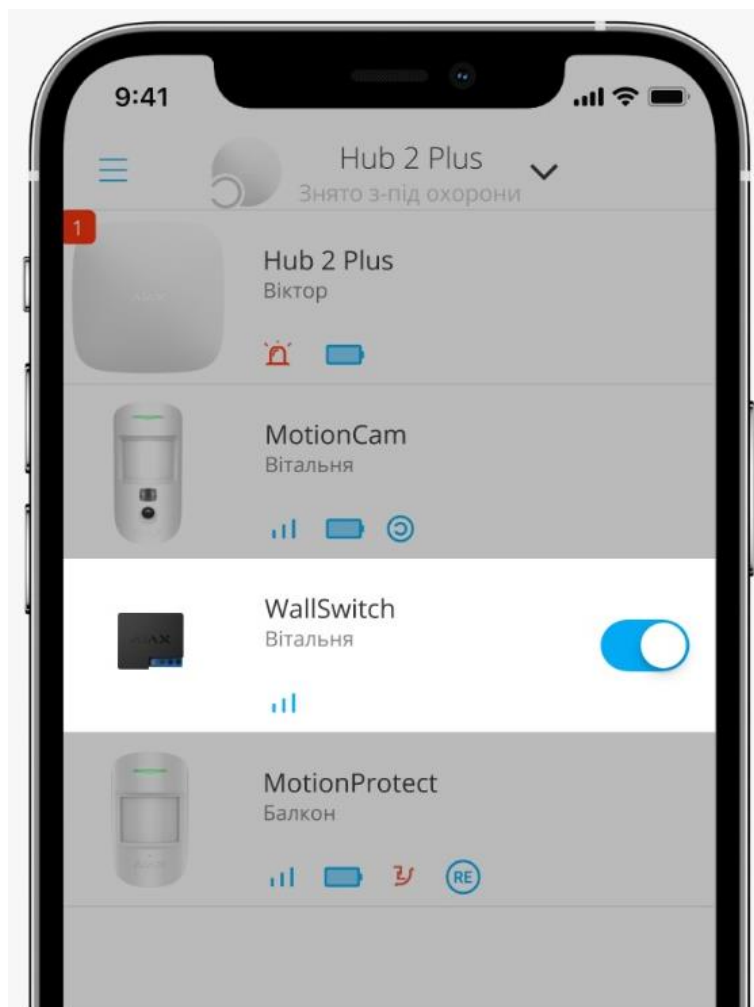


Рисунок 3.8 - Застосунок

Коли контакти розімкнені, електроживлення пристрою припиняється та вуличне освітлення вимкнеться.

Керування пристроєм Relay у застосунку.

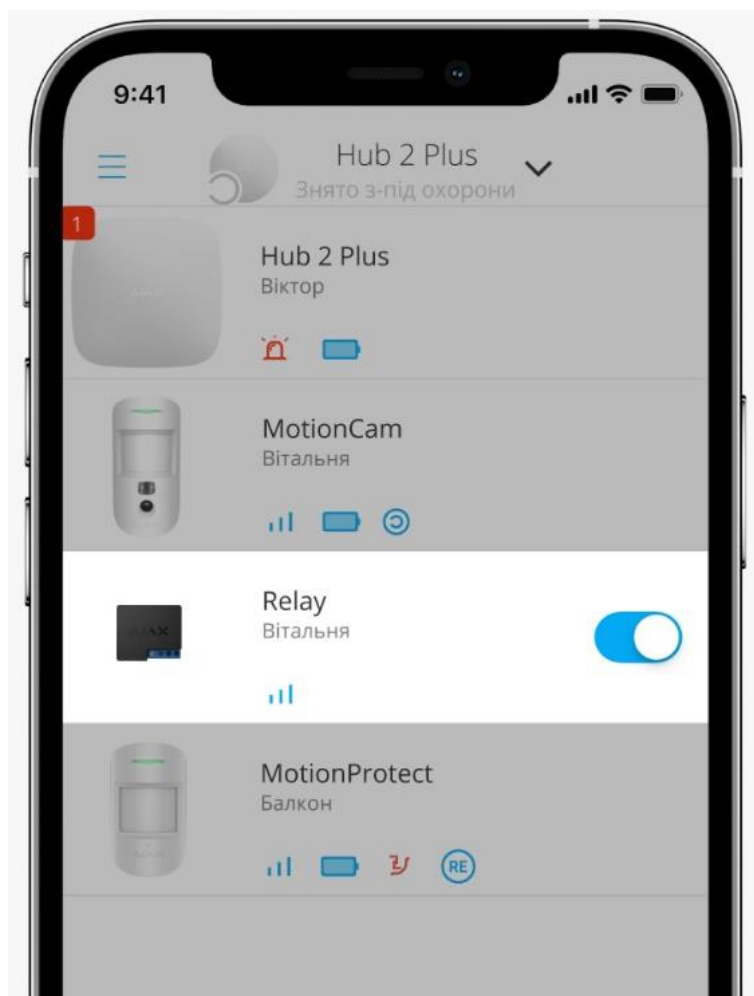


Рисунок 3.9 – Застосунок.

Коли контакти розімкнені, електроживлення пристрою припиняється та вуличне освітлення відповідно вимикається.

3.2 Висновки до розділу

1. Запропоновано автоматизацію вуличного освітлення з використанням системи Ajax. Розглянуто призначення автоматизації вуличного освітлення; яке вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням системи Ajax; питання безпеки; що потрібно для автоматизації вуличного освітлення та її роль.

2. Запропоновано схеми під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення для електричних кіл різної напруги.

3. Проведено налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення, розглянуто керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button, керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Причини електротравматизму

Основними причинами електротравматизму є:

- недостатня навченість, несвоєчасна перевірка знань та присвоєння груп кваліфікації за технікою безпеки персоналу, який обслуговує електроустановки;
 - порушення правил влаштування, технічної експлуатації та техніки безпеки електроустановок;
 - неправильна організація праці;
 - неправильне розташування пускової апаратури та розподільчих пристроїв, захаращеність підходів до них;
 - порушення правил виконання робіт в охоронних зонах ЛЕП, електричних кабелів та ліній зв'язку;
 - несправність ізоляції, через що металеві не струмопровідні частини обладнання виявляються під напругою;
 - обрив заземлювального провідника;
 - використання електрозахисних пристроїв, які не відповідають умовам виконання робіт;
 - виконання електромонтажних та ремонтних робіт під напругою;
 - застосування проводів та кабелів, які не відповідають умовам виробництва та використовуваній напрузі;
 - низька якість з'єднань та ремонту;
- недооцінка небезпеки струму, який проходить через тіло людини та напруги, впливу якої підлягає людина, коли її ноги знаходяться на ділянці з точками різного потенціалу („крокова напруга”);
- ремонт обірваного нульового провідника повітряної лінії при невимкненій мережі і приєднаному однофазному навантаженні;

- живлення декількох споживачів від загального пускового пристрою з захистом запобіжниками, розрахованими на вимкнення найбільш потужного з них або від однієї групи розподільчої шафи;
- недооцінка необхідності вимкнення електроустановки (зняття напруги) в неробочі періоди;
- виконання робіт без індивідуальних засобів електрозахисту або використання захисних засобів, які не пройшли своєчасного випробування;
- невиконання періодичних випробувань, зокрема перевірок опору ізоляції (електромереж, обмоток електродвигунів, котушок комутаційної апаратури, реле) та опорів заземлювальних пристроїв;
- користування електроустановками, опір ізоляції яких не перевищує нормативних значень;
- використання електроустановок кустарного виготовлення, виготовлених з порушенням вимог правил електробезпеки (зокрема, розподільчими та пусковими пристроями, електропечами);
- некваліфікований інструктаж робітників, які використовують ручні електричні машини;
- відсутність контролю за діями працівників з боку виконавців робіт;
- відсутність маркування, запобіжних плакатів, блокувань, тимчасових огорожень місць електротехнічних робіт.

Ці причини можна згрупувати за наступними чинниками:

- дотик до струмоведучих частин під напругою внаслідок недотримання правил техніки безпеки, дефектів конструкції та монтажу електрообладнання;
- дотик до неструмоведучих частин, які опинились під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, перехреснування проводів;
- помилкове подання напруги в установку, де працюють люди;
- відсутність надійних захисних пристроїв.

4.2 Організація роботи з охорони праці на підприємстві і на робочому місці

У відповідності до Закону України «Про охорону праці» державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на дані цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоро-

в'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не дотримується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

4.3 Фактори, які визначають небезпеку ураження людини струмом

Індивідуальні особливості людей значною мірою визначають наслідок ураження. Струм, який викликає лише слабкі відчуття в однієї людини, може бути таким, що не відпускає, для іншої. Характер дії при одному і тому ж значенні струму залежить від стану нервової системи й всього організму загалом. Важливим фактором, що визначає ступінь дії електричного струму на людину, є також її вага та фізичний розвиток.

Встановлено, що для жінок порогове значення струму в 1,5 рази нижче ніж для чоловіків. Це пояснюється слабшим фізичним розвитком жінок.

Тривалість дії струму на органам людини — один із основних факторів. Чим вона менша, тим слабші наслідки (менша небезпека).

Якщо струм такий, що не відпускає, але ще не порушує дихання і роботу серця, швидко вимкнення його рятує потерпілого. При довгій дії струму опір людини зменшується і струм збільшується до значень, що можуть викликати параліч дихання і навіть фібриляцію серця.

Зупинка дихання настає не миттєво, а через декілька секунд. Причому час зменшується зі збільшенням струму, що протікає через органи людини. Ймовірність настання фібриляції, а також параліч серця теж залежить від тривалості дії струму. Нормально серце скорочується від 60 до 80 разів на хвилину, тобто тривалість циклу скорочення-розширення дорівнює приблизно 1 с. У кожному циклі протягом часу 0,15-0,2 с. м'язи серця розслаблені й тоді серце найчутливіше до дії електричного струму.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянуто ключові підходи та технології для підвищення надійності та довговічності освітлювальних установок, а саме: вибір високоякісних компонентів на прикладі LED технологій, захист від перенапруги та коливань напруги на прикладі стабілізаторів напруги, використання вологозахисних та пилозахисних корпусів, автоматизацію та моніторинг стану освітлювальних установок, регулярне обслуговування та технічний огляд, енергозбереження та зниження теплового навантаження, адаптацію до зовнішніх умов, заміну старих і застарілих установок.

2. Розглянуто ідею концепції автоматичного освітлення вулиць та склад системи керування міським освітленням; цілі впровадження системи керування міським освітленням.

3. Розглянуто основні методи автоматичного контролю електроосвітлення, датчики руху, принципи роботи інфрачервоних датчиків, їх застосування, датчики освітленості, аварійні освітлювальні пристрої, переваги і недоліки пристроїв автоматизованого керування.

4. Запропоновано автоматизацію вуличного освітлення з використанням системи Ajax. Розглянуто призначення автоматизації вуличного освітлення; яке вуличне освітлення можливо автоматизувати із використанням системи Ajax; питання безпеки; що потрібно для автоматизації вуличного освітлення та її роль.

5. Запропоновано схеми під'єднання системи Ajax до вуличного освітлення для електричних кіл різної напруги.

6. Проведено налаштування сценарію автоматизації вуличного освітлення, розглянуто керування вуличним освітленням із використанням кнопки Button, керування вуличним освітленням з використанням застосунку Ajax.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кумчик О. В. Вплив розвитку світлодіодних джерел світла на технології виробництва та просування світлотехнічного обладнання. Основні тренди ринку LED-освітлення / О. В. Кумчик // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи“, 29-31 травня 2024 року. — Т. : ТНТУ, 2024. — С. 16–17. — (Пленарні доповіді).
2. Ковальов В., Гребенюк С. Сучасні технології освітлення приміщень. Енергетика, електротехніка, електромеханіка. 2020. № 5. С. 54-59.
3. Шевченко О., Бондаренко І. Особливості вибору освітлення для громадських приміщень. Архітектура та будівництво України. 2021. № 2. С. 38-42.
4. Гріффен Л.О., Чирчик С.В. Основи світлотехніки для дизайнерів: Навчальний посібник. Чернігів: Видавець Лозовий В. М., 2012. 184 с.
5. Назаренко Л.А., Іоффе К.І. Штучне зовнішнє освітлення: Навчальний посібник з курсу «Освітлення міст» (для студентів 5 курсу і магістрів денної форми навчання і 6 курсу заочної форми навчання спеціальності 7.090605, 8.090605 - «Світлотехніка і джерела світла»). – Харків: ХНАМГ, 2008. – 122 с.
6. Тодчук О. С. Підвищення ефективності світлодіодних систем освітлення шляхом впровадження автоматизованого керування їх роботою: кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю "141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / О. С. Тодчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2022. – 68 с.
7. ДСТУ ІЕС 60529:2019 Ступені захисту, забезпечувані корпусами (IP-код) (ІЕС 60529:2013, IDT)
8. ДСТУ EN 60529:2018 Ступені захисту, забезпечувані кожухами (Код IP) (EN 60529:1991; A1:2000; A2:2013; AC:1993; AC:2016, IDT; ІЕС 60529:1989; A1:1999; A2:2013; Cor 2:2015, IDT)

9. Волянчук Б. Я., Сидорук Б. В. Розробка проекту модернізації систем освітлення вулиць мікрорайону «Аляска» у м. Тернопіль (комплексна тема) : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец.141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / наук. кер. Я. М. Осадца. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. 94 с.

10. Дуда О. М., Кунанець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. Системні комплекси інформаційних технологій у проектах «Розумне місто» // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 18-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016 / Київ: ННК «ІПСА», 2016. – С. 215 – 216.

11. Дуда О. М., Кунанець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. Концепт «розумне місто» та інформаційні технології BigData // Матеріали V науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “, Тернопіль, 2018. – С. 30.

12. Кунанець Н. Е. Особливості формування цілей соціальних та соціокомунікаційних складових у проектах «розумних міст» / Н. Е. Кунанець, Р. М. Небесний, О. В. Мацюк // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка» Сер. «Інформаційні системи та мережі». – 2016. – № 854. – С. 257 – 274.

13. Оробчук Б. Я. Підвищення селективності роботи автоматики при тривалих коротких замиканнях / Богдан Ярославович Оробчук, П. П. Продан, А. Я. Лещук // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи“, 29-31 травня 2024 року. — Т. : ТНТУ, 2024. — С. 63–64. — (Вторинні перетворювачі і нормалізація параметрів електроенергії. інформаційно-керуючі і силові пристрої та системи. системи зовнішнього і внутрішнього освітлення).

14. Коваль В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра для здобувачів другого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 51 с.

15. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

16. Гурик О.Я. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 4656): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2017. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>.