

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

Реконструкція системи освітлення

місць загального користування багатоквартирних будинків

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-42

напряму підготовки (спеціальності)

**141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

		Стасів А.І. (прізвище та ініціали)
Керівник		Коваль В.П. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Коваль В.П. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Коваль В.П. (прізвище та ініціали)
Рецензент		Медвідь В.Р. (прізвище та ініціали)

Факультет *прикладних інформаційних технологій та електроінженерії*
(повна назва факультету)

Кафедра *електричної інженерії*
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *Коваль В.П.*

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
(шифр і назва)

студенту *Стасіву Андрію Івановичу*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Реконструкція системи освітлення місць загального користування багатоквартирних будинків*

Керівник роботи *Коваль Вадим Петрович, к.т.н., завідувач кафедри*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від *24 січня 2025 року* № 4/7– 51

2. Термін подання студентом роботи *24 червня 2025 р.*

3. Вихідні дані до роботи *Характеристика багатоквартирного будинку, технічний стан та параметри існуючої системи освітлення місць загального користування будинку.*

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

1. Аналітичний розділ.

2. Проектно-конструкторський розділ.

3. Розрахунковий розділ.

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Схема розміщення світильників в під'їзді багатоповерхового будинку, графік споживання електричної енергії існуючим освітлювальним обладнанням, загальних вигляд багатоповерхового будинку та вигляд встановлених на ньому сонячних панелей, схема та алгоритм функціонування фотоелектричної сонячної електростанції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Нормоконтроль</i>	<i>к.т.н., доц. кафедри ЕІ Коваль В.П.</i>		
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>к.т.н., доц. кафедри МТ Гурик О.Я.</i>		

7. Дата видачі завдання

27 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд за напрямком кваліфікаційної роботи	27.01.25 – 01.03.25	
2	Підготовка основної частини пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	02.03.25 – 22.04.25	
3	Підготовка розділу «Безпека життєдіяльності та основи ОП»	23.04.25 – 11.05.25	
4	Складання переліку використаних літературних джерел	12.05.25 – 27.05.25	
5	Підготовка вступу, висновків, змісту, реферату	28.05.25 – 11.06.25	
6	Отримання відгуку та рецензії на кваліфікаційну роботу, підготовка доповіді на захист	12.06.25 – 24.06.25	

Студент

Стасів А.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ – 42. - Т.: ТНТУ, 2025.

Обсяг кваліфікаційної роботи становить 69 сторінок. В роботі міститься 26 рисунків, 11 таблиць, 14 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: « Реконструкція системи освітлення місць загального користування (МЗК) багатоквартирного будинку».

Метою роботи є розробка проекту системи освітлення МЗК багатоквартирного будинку з використанням відновлювальних джерел енергії ВДЕ.

Дана робота присвячена розробці системи освітлення МЗК багатоквартирного будинку з використанням ВДЕ. Метою проекту є створення енергоефективної освітлювальної системи з високим рівнем комфорту.

Перелік ключових слів :

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, СОНЯЧНІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, СВІТЛОДІОДНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ.

ЗМІСТ

с.

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Поточний стан освітлення в МЗК багатоквартирних будинків.....	8
1.2 Аналіз системи електропостачання багатоквартирного будинку.....	11
1.3 Впровадження сучасних технологій для освітлення МЗК.....	14
1.3.1. Світлодіодне освітлення (LED).....	14
1.3.2. Використання ВДЕ для живлення систем освітлення.....	17
1.3.3. Інтеграція ВДЕ в системи освітлення.....	20
1.3.4. Переваги та недоліки впровадження сучасних технологій в системи освітлення.....	21
1.3.5. Приклади реалізації успішних проектів.....	22
1.1 Висновки до розділу 1	24
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	25
2.1 Вибір об'єкта реконструкції системи освітлення МЗК.....	25
2.2 Технічна реалізація проекту.....	27
2.2.1 Розробка структурної схеми сонячної електростанції та алгоритм її	

	5
<i>функціонування.....</i>	27
<i>2.2.2 Вибір обладнання сонячної електростанції.....</i>	30
<i>2.2.3 Монтаж сонячних панелей.....</i>	40
2.3 Заміна наявного освітлювального обладнання.....	42
2.4 Висновки до розділу 2.....	43
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	44
3.1 Розрахунок параметрів освітлення місць загального користування.....	44
3.2 Розрахунок системи слідкування за Сонцем.....	50
3.3 Висновки до розділу 3.....	50
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	52
4.1 Заходи щодо охорони праці в умовах комбінованого освітлення приміщень.....	52
4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації освітлювального обладнання.....	53
4.3 Пожежна небезпека.....	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність теми реконструкції системи освітлення МЗК багатоквартирного будинку з використанням ВДЕ обумовлена кількома ключовими факторами:

Енергетична ефективність та економія: традиційні системи освітлення споживають значну кількість електроенергії, що веде до високих витрат для мешканців багатоквартирних будинків. Застосування ВДЕ, як-от сонячні панелі чи вітрові турбіни, може істотно зменшити споживання. Це набуває особливої значущості на фоні підвищення цін на електроенергію та інші енергетичні ресурси.

Екологічна стійкість: перехід на ВДЕ допомагає знизити залежність від традиційних палив та мінімізувати екологічні ризики. Це допомагає створити більш екологічно чисте та стійке середовище проживання.

Соціальна відповідальність та покращення якості життя: безпечне та ефективне освітлення місць загального користування підвищує рівень комфорту та безпеки для мешканців багатоквартирних будинків. Впровадження сучасних технологій освітлення, які використовують ВДЕ, також підвищує рівень соціальної відповідальності та сприяє формуванню екологічно свідомого суспільства.

Технічний прогрес та інновації: сучасні технології в області ВДЕ швидко розвиваються, стаючи більш доступними та ефективними. Інтеграція цих технологій у системи освітлення багатоквартирних будинків дозволяє використовувати найновіші досягнення науки та техніки для покращення житлових умов. Крім того, це сприяє розвитку інженерних навичок та стимулює інноваційні підходи в будівництві та енергетиці.

Досвід інших країн: в багатьох країнах світу успішно реалізовані проекти з використанням ВДЕ в житлових будівлях. Аналіз та адаптація цих успішних практик до місцевих умов можуть принести значну користь та сприяти розвитку подібних ініціатив на національному рівні.

Зростання вартості нерухомості: використання екологічних та енерго-ефективних технологій може збільшити ринкову вартість нерухомості. Будинки з сучасними системами освітлення, що використовують ВДЕ, стають більш привабливими для потенційних покупців та орендарів, що сприяє їх кращій конкурентоспроможності на ринку нерухомості.

Підтримка державних програм та ініціатив: у багатьох країнах уряди активно підтримують проекти з енергозбереження та використання ВДЕ через різні гранти, субсидії та податкові пільги. Впровадження таких проектів може отримати додаткову підтримку з боку держави, що полегшує їх реалізацію та знижує фінансове навантаження на мешканців та керуючі компанії.

Таким чином, розробка проекту реконструкції системи освітлення місць загального користування багатоквартирного будинку з використанням ВДЕ є актуальним та важливим завданням. Вона сприяє досягненню економічної ефективності, екологічної стійкості, соціальної відповідальності та використанню новітніх технологій, що в сукупності покращує якість життя та знижує негативний вплив на довкілля.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку посилань.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Поточний стан освітлення в МЗК багатоквартирних будинків

Сучасний стан освітлення в багатоквартирних будинках значно змінився за останні десятиліття завдяки технологічному прогресу та зростанню екологічної свідомості суспільства. Оновлення освітлювальних систем новими, енергоефективними варіантами дасть змогу знизити витрати на електроенергію та підвищити якість освітлення.

Але освітлення місць загального користування (МЗК) у більшості багатоквартирних будинків обладнано застарілими системи освітлення які складаються з ламп освітлення або люмінесцентних ламп, які розміщені в коридорах та на сходових клітках. Але варто відмітити, що ці системи виконують свою важливу функцію по забезпеченню безпеки та комфорту мешканців, зокрема у вечірні та нічні години.



Рисунок 1.1 – Типи ДС для освітлення МЗК

Основні характеристики традиційних ДС які використовуються для

освітлення МЗК наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика ДС

Джерело світла	Типовий діапазон використання, год
Лампа освітлення	750 – 1000
Галогенна лампа	2000 – 4000
Металогалогенна лампа	6000 – 15 000
Люмінесцентна лампа	6000 – 20 000
Білий світлодіод	до 50 000

Одним з найпоширеніших традиційних джерел світла, яке використовується для освітлення сходових кліток є лампа освітлення (розжарення) або галогенні лампи. Вони можуть мати різні форми і потужності, але зазвичай випромінюють тепле біле світло. В таблиці 1.2 наведено порівняння характеристик ДС.

Таблиця 1.2 – ДС та їх колірна температура

Колірна температура	Джерело світла				
	Люмінесцентна лампа	Галогенна лампа	Лампа освітлення	Світлодіод	Металогалогенна лампа
Тепле світло, 2700 К	+		+	+	
Біле світло, 3000 К	+	+		+	+
Нейтральне світло, 3500 К	+			+	
Холодне світло, 4100 К	+			+	+
Денне світло, 5000-6500 К	+			+	



Рисунок 1.2 – Освітлення підїзду лампами освітлення



Рисунок 1.3 – Освітлення підїзду люмінесцентними лампами

Такі системи освітлення, хоч і є традиційними, але вони все ще є досить ефективними та надійними.

Вони забезпечують необхідний рівень освітленості для безпечного пересування сходовими клітками та коридорами в будинку та можуть бути економічно доцільними в експлуатації. Однак з появою більш енергоефективних технологій, таких як світлодіодні лампи, традиційні системи освітлення можуть поступово втрачати свою популярність.

1.2 Аналіз системи електропостачання багатоквартирного будинку



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд типового п'ятиповерхового будинку

Будинки цієї серії (рис.1.4) були розроблені всесоюзним державним проектно-конструкторським інститутом «Гіпробудіндустрія» в кінці 1950-х років. Електропостачання п'ятиповерхового житлового будинку виконано відповідно до вимог ПУЕ 1959, ГОСТ 11214-65.

За ступенем надійності електропостачання споживачів п'ятиповерхового будинку віднесемо до користувачів другої категорії, передбачалось, що система не здійснює живлення евакуаційного освітлення та пожежної сигналізації які відносяться до іншої групи електропостачання.

При обриві кабелю або цілого виході з ладу цілого трансформатора електропостачання будинку повністю відключається на період часу, необхідний для усунення поломки.

Електропостачання п'ятиповерхового житлового будинку розроблялося і було виконано відповідно до нормативних документів, що діяли на момент середини двадцятого століття.

Електропостачання житлового п'ятиповерхового будинку здійснюється одним кабельним входом через вхідний розподільний пристрій, що знаходиться в підвальному приміщенні.

Для захисту вхідного розподільного пристрою від короткого замикання на входах встановлені плавкі запобіжники.

Для обліку витрат електричної енергії встановлюється трифазний лічильник. Для кожної квартири встановлюється один двополюсний пакетний вимикач, який підключається до фази і нульового проводу стояка.

В електрощитовій встановлюють також однофазні лічильники квартир-ного обліку і групові щитки з автоматичними вимикачами або запобіжниками для захисту групових ліній квартир загальнобудинкових приміщень.

Облік спожитої електричної енергії будинком здійснюється на його вводі двотарифними лічильниками 1кп. точності з вбудованим таймером.

Горизонтальні лінії, що відходять від розподільчого щитка до споживачів, здійснюють за схемою наведеною на рисунку 1,5, алюмінієвим дротом перерізом не менше 6 міліметрів.

Вертикальні лінії (стояки) виконуються проводами тих самих марок і прокладаються приховано у прихованих каналах сходових кліток або спеціальними каналами (кишенями). В панельному будинку показаному на рисунку 1.4 стояки прокладаються каналами, виконаними на заводі в у панелях залізобетонних конструкцій.

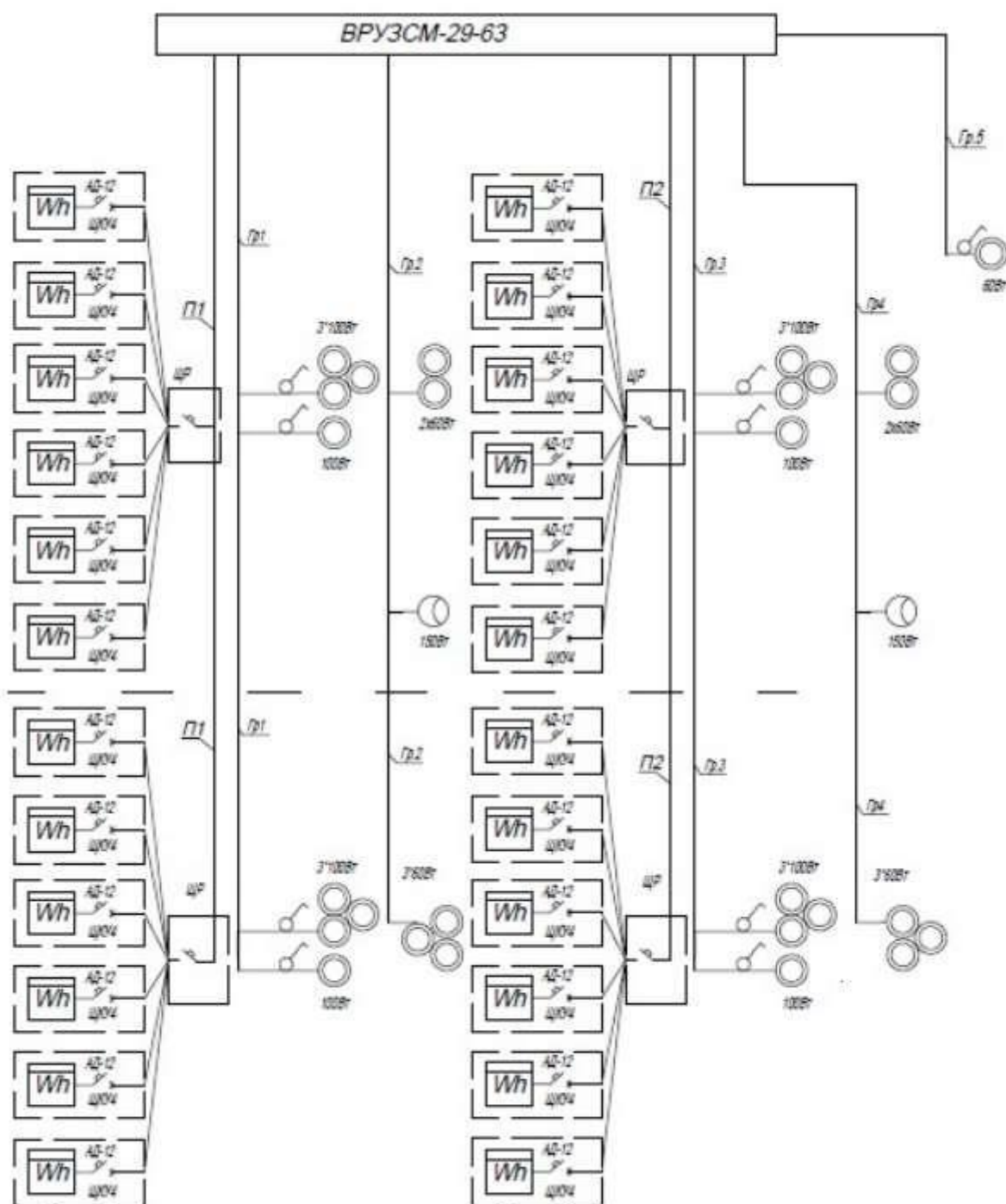


Рисунок 1.5 – Електрична схема живлення споживачів багатоквартирного будинку.



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд електрощитової багатоповерхового будинку

1.3 Впровадження сучасних технологій для освітлення МЗК

Реконструкція системи освітлення МЗК багатоквартирного будинку потребує впровадження сучасних технологій освітлення та використання ВДЕ. Це дозволить значно підвищити ефективність енергоспоживання.

1.3.1. Світлодіодне освітлення (LED)

Світлодіодні (LED) світильники стали революцією в освітлювальних технологіях завдяки їх високій енергоефективності та тривалому терміну служби. Загальний вигляд типового світлодіодного світильника для освітлення МЗК наведено на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд світлодіодного світильника

Основні переваги LED-освітлення включають:

Енергоефективність: LED-лампи споживають до 80% менше електроенергії порівняно з традиційними лампами розжарювання та близько 50% менше, ніж люмінесцентні лампи.

Довговічність: LED-лампи можуть працювати до 50 000 годин, що значно довше, ніж термін служби традиційних ламп.

Екологічність: LED-лампи не містять шкідливих речовин.

Якість світла: LED-лампи забезпечують високу якість світла з можливістю налаштування колірної температури та яскравості.

Інтелектуальні системи управління освітленням дозволяють автоматизувати процеси керування освітленням та підвищити енергоефективність.

Основні компоненти таких систем включають:

Датчики руху: розміщення датчиків руху в МЗК дозволяє автоматично

вимикати освітлення при виявленні руху та вимикати його за відсутності руху, що значно знижує споживання електроенергії.

Світлові датчики: ці датчики вимірюють рівень природного освітлення та регулюють яскравість штучного освітлення відповідно до умов, забезпечуючи оптимальне освітлення та зниження енергоспоживання.

Таймери: використання таймерів дозволяє встановлювати графіки роботи освітлення, враховуючи час доби та потреби мешканців, що сприяє економії енергії.

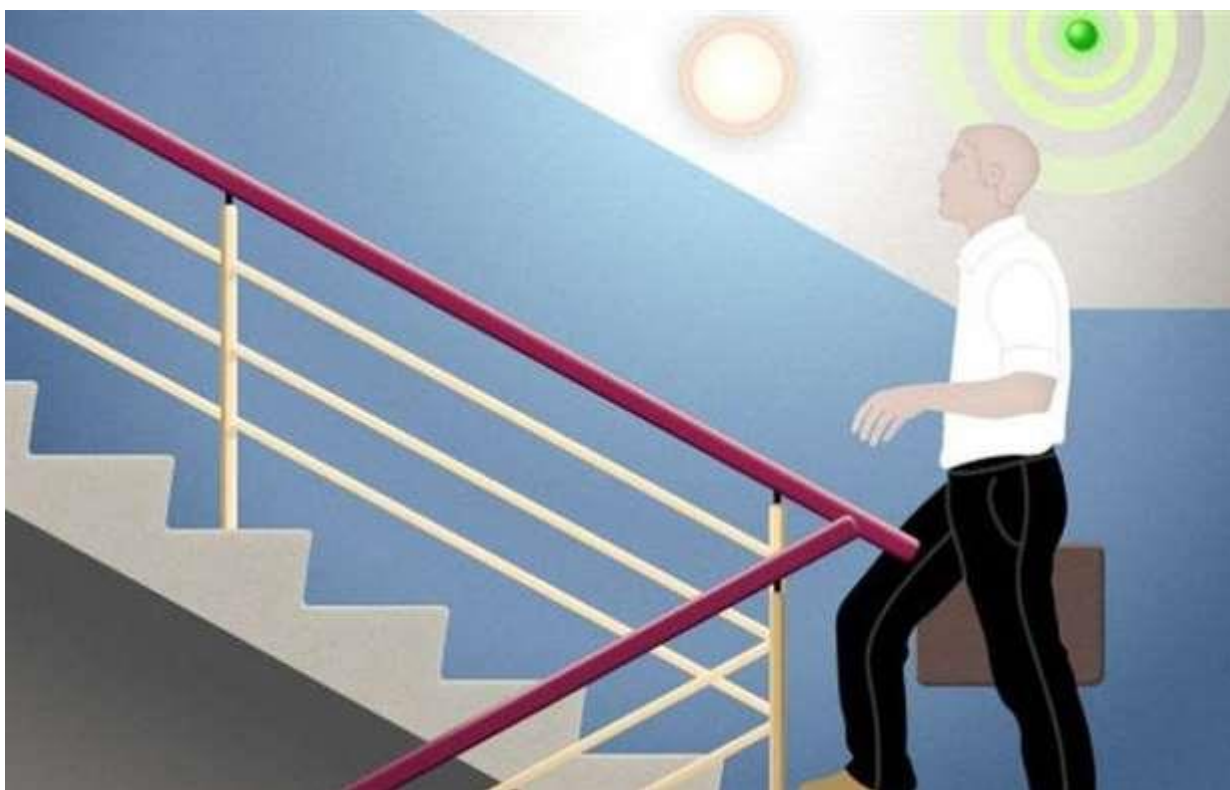


Рисунок 1.8 – Приклад встановлення датчика руху чи світлового датчику в під'їзді

Системи дистанційного керування: інтеграція систем освітлення з системами дистанційного керування (наприклад, через смартфон) дозволяє контролювати освітлення з будь-якого місця, підвищуючи комфорт та гнучкість управління.

Адаптивне освітлення застосовує технології, що автоматично змінюють рівень освітлення, враховуючи умови навколишнього середовища та

присутність людей.

Таке освітлення може включати:

Динамічне освітлення: системи, які автоматично змінюють кольорову температуру та інтенсивність світла в залежності від часу доби та рівня природного освітлення.

Персоналізоване освітлення: технології, що дозволяють мешканцям налаштовувати освітлення під свої індивідуальні потреби та вподобання.

1.3.2. Використання ВДЕ для живлення систем освітлення

Використання ВДЕ для живлення систем освітлення є важливим кроком до підвищення енергоефективності.

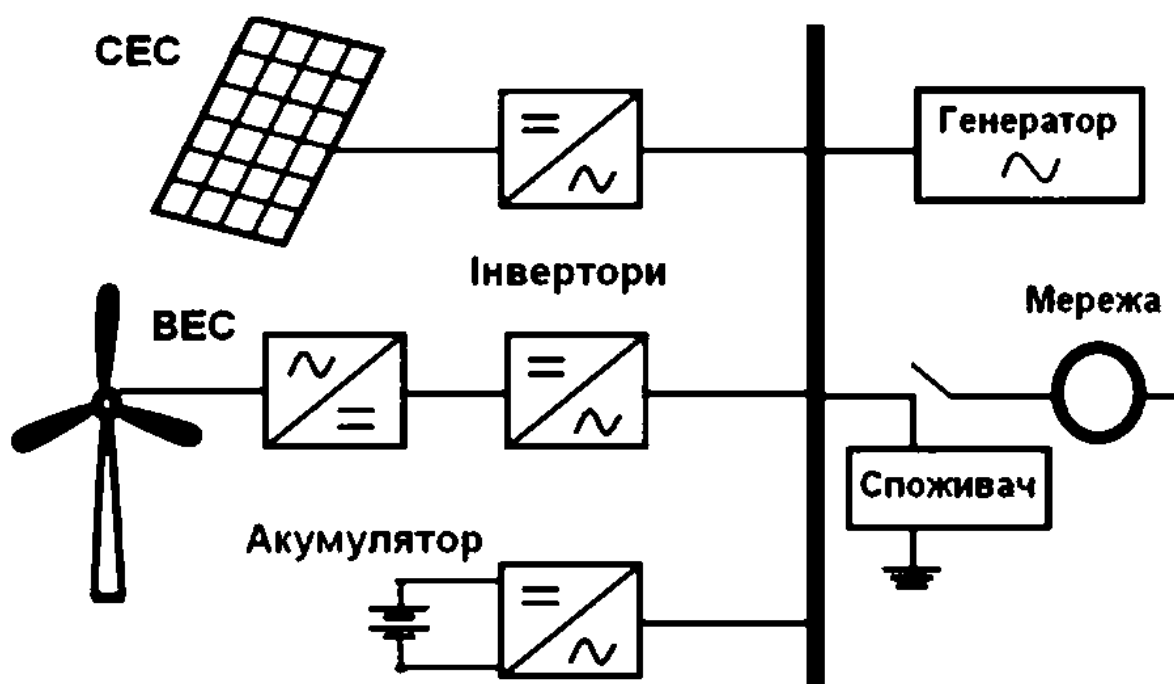


Рисунок 1.9 – Схема використання поновлювальних джерел енергії для виробництва енергії

До ВДЕ які можна використати для освітлення відносять:

Сонячну енергію: сонячна енергія є одним із найпоширеніших та найбільш доступних ВДЕ. Використання сонячних панелей для виробництва електричної енергії має такі важливі переваги:

Доступність: сонячні панелі можуть бути встановлені на дахах будинків, фасадах або на спеціально відведених ділянках, що дозволяє максимально використовувати доступну площу.

Незалежність: використання власної сонячної електростанції дозволяє зменшити залежність від централізованого електропостачання та підвищити енергетичну безпеку.



Рисунок 1.10 – Схема живлення побутових споживачів від сонячної панелі

Вітрову енергію: вітрова енергія також є ефективним джерелом ВЕ. Вітрові турбіни можуть бути встановлені в місцях з достатнім рівнем вітрової активності.

Основними перевагами використання енергії вітру є:

Енергоефективність: вітрові турбіни можуть забезпечувати значну генерацію електроенергії, особливо в зонах з стабільними вітровими умовами.

Екологічність: генерація електроенергії за допомогою вітрових турбін не супроводжується шкідливими викидами.

Термін служби: сучасні вітрові турбіни мають тривалий термін служби та потребують мінімального технічного обслуговування.

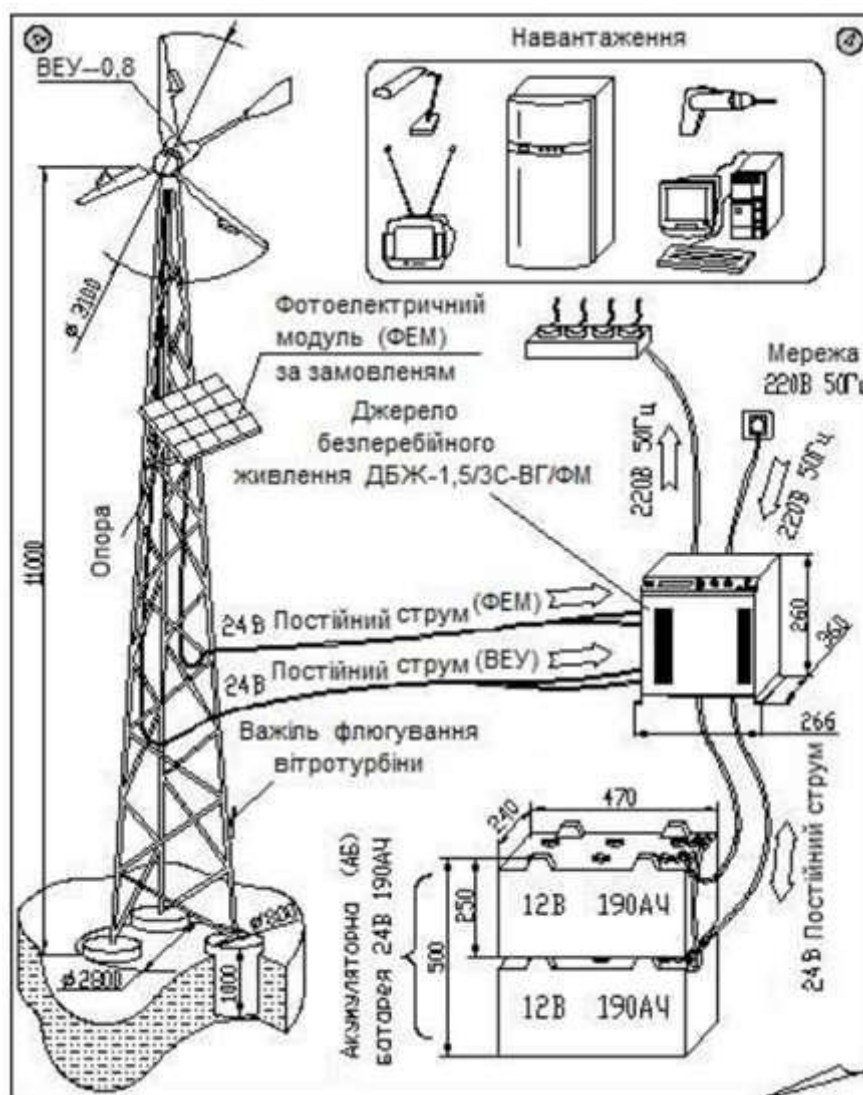


Рисунок 1.11 – Схема автономної вітроенергетичної установки

Геотермальну енергію: геотермальна енергія використовується для генерації електричної та теплової енергії за допомогою теплових насосів. Це джерело енергії є особливо ефективним у регіонах з відповідними геологічними умовами.

Основними перевагами виробництва енергії з геотермальних вод є:

Стабільність: геотермальні системи забезпечують стабільне постачання енергії незалежно від погодних умов.

Енергоефективність: використання теплових насосів дозволяє значно знизити споживання електроенергії для опалення та охолодження приміщень.

Екологічність: геотермальні системи є екологічно чистими.

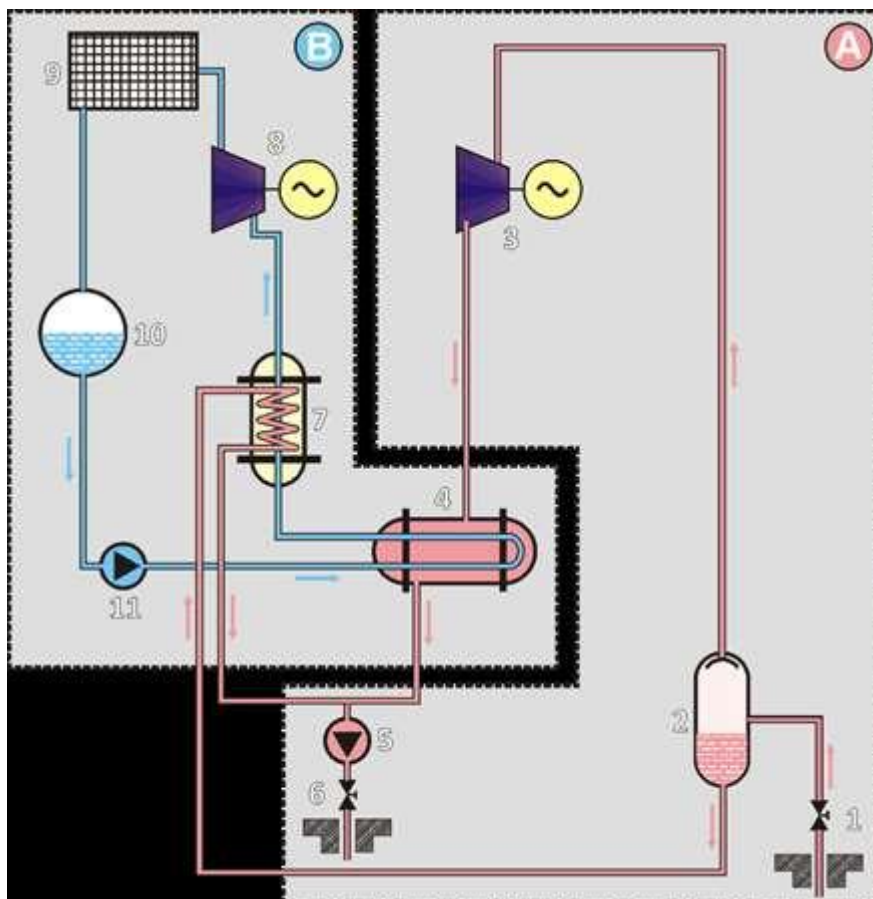


Рисунок 1.12 – Схема геотермальної електростанції

1– експлуатаційна свердловина, 2– сепаратор вода / пара, 3–парова турбіна, 4– теплообмінник, 5– насос закачки, 6– нагнітальна свердловина, 7– перегрівач, 8– турбіна на ізобутані, 9– повітряний / водяний конденсатор, 10– конденсатозбірник, 11– насос.

1.3.3. Інтеграція ВДЕ в системи освітлення

Інтеграція ВДЕ в системи освітлення МЗК багатоквартирних будинків вимагає ретельного планування та координації.

Основні аспекти інтеграції включають:

Оцінка потенціалу: першим кроком є оцінка потенціалу ВДЕ для конкретного об'єкту. Це включає аналіз доступної площі для встановлення сонячних панелей, рівня вітрової активності та геологічних умов для використання геотермальної енергії.

Проектування системи: на основі оцінки потенціалу розробляється проект системи освітлення з урахуванням використання ВДЕ. Це включає вибір типу освітлення, розташування світильників, типу ВДЕ та їх інтеграцію в систему електропостачання.

Встановлення та налаштування: після завершення проектування здійснюється встановлення обраного обладнання. Це включає монтаж сонячних панелей або вітрових турбін, встановлення світильників та інтеграцію інтелектуальних систем управління освітленням.

Моніторинг та обслуговування: Важливим аспектом є постійний моніторинг роботи системи та проведення технічного обслуговування для забезпечення її ефективної роботи. Це включає перевірку стану сонячних панелей, вітрових турбін та систем управління освітленням.

1.3.4. Переваги та недоліки впровадження сучасних технологій в системи освітлення

Впровадження сучасних технологій для освітлення з використанням ВДЕ має значні переваги, проте також пов'язане з певними викликами:

Переваги :

Економія коштів : зниження витрат на електроенергію завдяки використанню ВДЕ.

Підвищення комфорту: покращення якості освітлення та підвищення рівня безпеки в місцях загального користування.

Екологічні переваги: зменшення викидів.

Іноваційний прогрес: використання найновіших технологій у

будівництві та управлінні енергоспоживанням.

Недоліки:

Початкові затрати: високі початкові інвестиції на встановлення сучасних систем освітлення та ВДЕ.

Вимоги: необхідність у спеціальних знаннях та навичках для проектування.

Залежність від зовнішніх умов: ефективність використання поновлювальних джерел енергії може залежати від погодних умов та географічного розташування.

1.3.5. Приклади реалізації успішних проектів

Для ілюстрації можливостей та переваг використання сучасних технологій освітлення та ВДЕ можна навести приклади успішних проектів у різних країнах:

Німеччина: більшість багатоквартирних будинків у Німеччині використовують ВДЕ, що забезпечує значну економію на комунальних платіжках та знижує викиди CO₂.

Данія: вітрові турбіни широко використовуються для живлення житлових будівель у Данії, де вітрові умови є сприятливими для генерації великої кількості електроенергії.



Рисунок 1.13 – СЕС на даху будинку у Німеччині



Рисунок 1.14 – Вітрова турбіна потужністю 15 МВт побудована в Данії

Ісландія: використання геотермальної енергії для опалення та електропостачання житлових будинків є звичайною практикою в Ісландії завдяки багатим геотермальним ресурсам.



Рисунок 1.15 – Геотермальне станція Крафла в Ісландії

1.4 Висновки до розділу 1

1. Системи освітлення в багатоквартирних будинках значно покращилися завдяки технологічному прогресу. Проте, більшість будівель все ще використовуює застарілі освітлювальні установки, зокрема лампи розжарювання та люмінесцентні лампи, які мають низьку енергоефективність та короткий термін служби.

2. Стандартні системи електропостачання в багатоквартирних будинках були розроблені на основі старих норм і застарілих технологій, що може бути обмеженням для сучасних вимог енергоефективності та надійності.

3. Перехід на світлодіодні лампи та інтеграція відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, можуть значно підвищити енергоефективність систем освітлення в багатоквартирних будинках. Застосування новітніх технологій сприяє зниженню енергоспоживання, покращенню комфорту та підвищенню безпеки.

4. Впровадження енергоефективних систем освітлення та ВДЕ має значні переваги, зокрема економію коштів, покращення якості освітлення та зниження викидів. Проте, такі технології вимагають великих початкових інвестицій та спеціальних знань для їх проектування та впровадження.

5. Позитивний досвід впровадження подібних проектів в інших країнах (Німеччина, Данія, Ісландія) демонструє ефективність використання ВДЕ для забезпечення енергією житлових будівель, що підтверджує доцільність впровадження подібних технологій на національному рівні.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір об'єкта реконструкції системи освітлення МЗК

Для проєктування системи освітлення було обрано об'єкт - житловий п'ятиповерховий будинок, що знаходиться за адресою: м. Тернопіль, вул. Братів Бойчуків, 11. У цьому будинку для освітлення під'їздів використовують лампи розжарювання (ЛР) 40 Вт, у кожному під'їзді по 16 світильників. Їх розміщення однакове в усіх з 3-х під'їздів, як показано на рисунку 2.2.

На рис. 2.1 наведено загальний вигляд будинку.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд модульної гібридної установки.

Існуюче освітлювальне обладнання в під'їздах є ненадійним та застарілим. Воно має високий рівень споживання електроенергії, короткий термін служби (до 1000 годин), а також відсутня система автоматичного вмикання і вимикання. Іноді трапляється, що мешканці забирають лампочки з під'їздів для власних потреб, і це досі є поширеною практикою. Єдиною перевагою існуючої системи освітлення можна вважати низьку вартість.

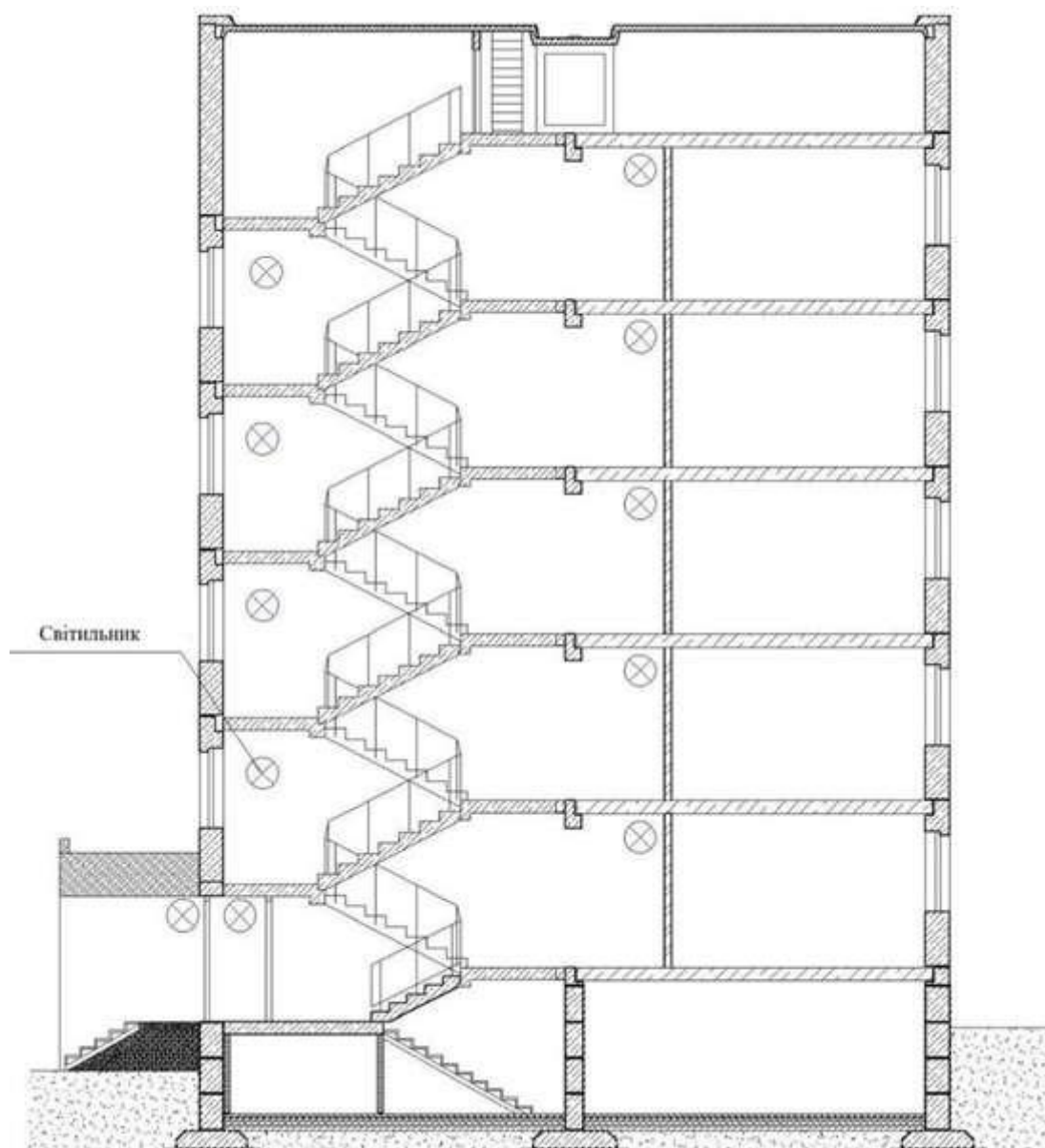


Рисунок 2.2 – Розташування світильників у під'їздах.

Витрата електричної енергії у під'їздах житлового будинку визначалася за період роботи системи освітлення у нічний час – від заходу сонця до світанку, без врахування погодних умов. Дані по споживанню електричної енергії наведені наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Споживання електричної енергії існуючою системою освітлення

Міс.	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Сер.	Вер.	Жов.	Лист.	Груд.
кВт-год	968,2	775,9	723,2	562,6	455,3	374,4	530,7	649,2	809,5	906,2	968,2	1 002,9

Отже, за результатами аналізу споживання електричної енергії а також за технічним станом світлотехнічного обладнання освітлення МЗК п'яти поверхового житлового будинку можна зробити висновок, що подальша експлуатація існуючої системи освітлення є неекономічною і малоефективною. Тому у запропонованій роботі нами передбачається створення енергоефективної системи освітлення з високим рівнем комфорту.

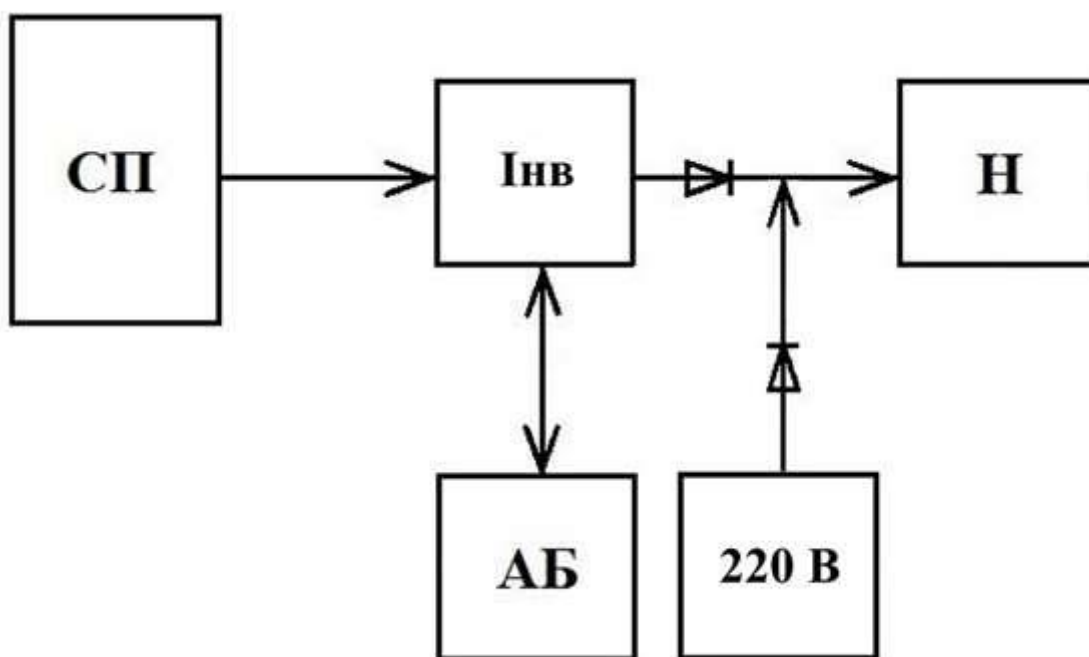
2.2 Технічна реалізація проекту

2.2.1 Розробка структурної схеми сонячної електростанції та алгоритм її функціонування

Для живлення світильників буде використана сонячна електростанція та акумуляторні батареї в якості джерела безперебійного живлення (ДБЖ). Сонячна електростанція буде основним джерелом живлення. Основні складові елементи СЕС:

- 1) Сонячні панелі;
- 2) Інвертор;
- 3) Акумуляторні батареї;
- 4) Світлодіодні світильники (навантаження).

Вибір структури СЕС пояснюється тим, що в місті Тернополі в зимовий період сонячних днів зазвичай небагато через велику хмарність і опади. Це негативно впливає на виробництво електричної енергії, оскільки в такі дні сонячні панелі не можуть працювати на повну потужність. Тому необхідно передбачити використання акумуляторних батарей (АБ), які замінятимуть сонячні панелі на певний час, щоб уникнути дефіциту електроенергії. У випадку, якщо панелі не забезпечать необхідну кількість енергії для навантаження, а АБ будуть розряджені, то система освітлення підключиться до мережі 220 В. ДБЖ завжди буде в робочому стані.



СП - сонячні панелі, Інв - інвертор, АБ - акумуляторні батареї, Н - навантаження, 220 В - резервне джерело живлення (РДЖ).

Рисунок 2.3 – Структурна схема сонячної електростанції

Для схеми зображеної на рис.2.3 розробимо алгоритм функціонування. За проектом, у генерації бере участь СП ($P_{\text{ФЕС}}$) і РДЖ ($P_{\text{Б}}$). СП постійно перебуває в режимі генерації для покриття фактичного навантаження ($P_{\text{Н}}$). У разі, якщо потужність СП не здатна покрити фактичне навантаження, то додається потужність з акумуляторних батарей АБ ($P_{\text{АБ}}$), що за попередніми розрахунками має покривати фактичне навантаження. У випадку, якщо СП не буде виробляти необхідну кількість потужності а АБ будуть розряджені, то автоматично ввімкнеться резервне джерело живлення від мережі 220 В, яке перекриє перенавантаження.

Блок-схему алгоритму функціонування розробленої схеми електростанції зображено на рис. 2.4.

Обробляємо вхідні дані: **РСП, ЗАБ, РН, Р, РБ.**

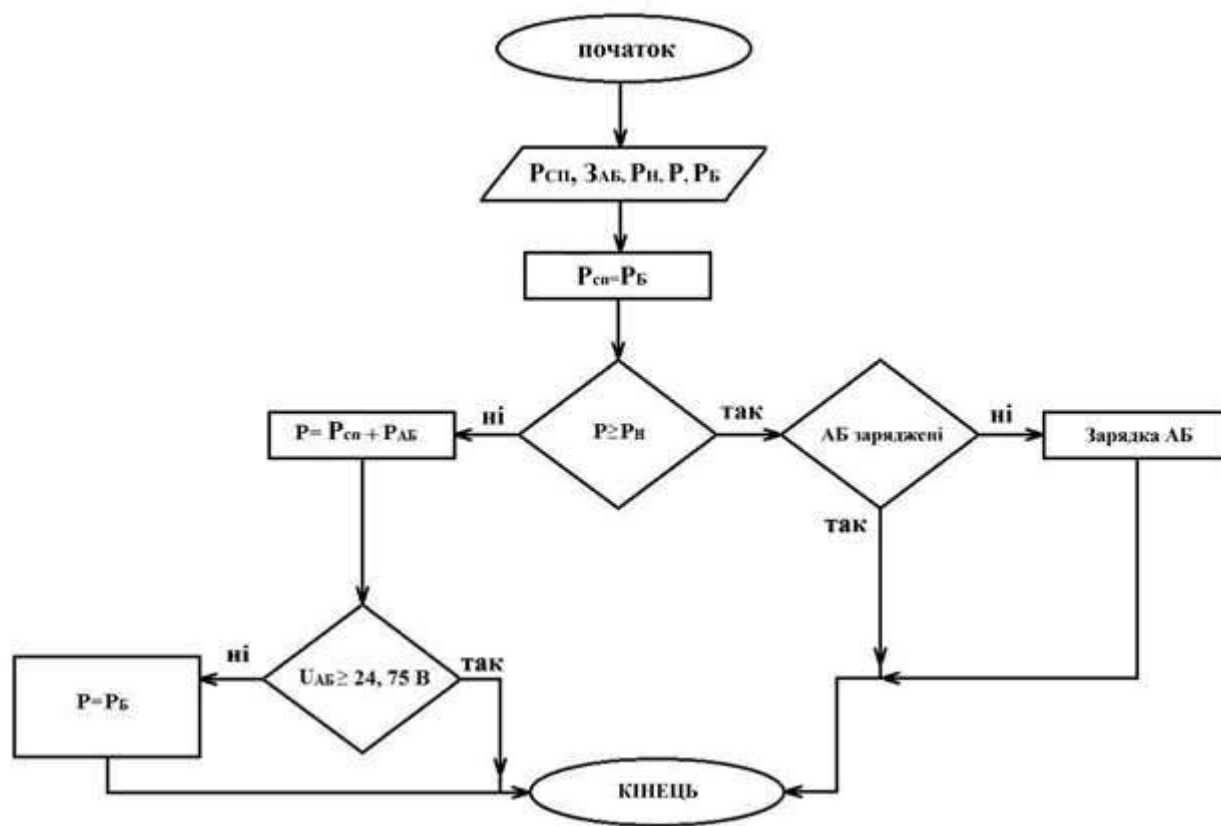
РСП – потужність електростанції;

ЗАБ – потужність яка споживається з акумуляторної батареї;

РН – потужність навантаження;

P – величина потужності, яку необхідно спожити;

P_B – потужність резервного джерела живлення (РДЖ).



СП - сонячні панелі, Інв - інвертор, АБ - акумуляторні батареї, Н - навантаження, 220 В - резервне джерело живлення (РДЖ).

Рисунок 2.4 – Структурна схема сонячної електростанції

Нехай величина потужності, яку необхідно спожити P дорівнює потужності, що виробляється ФЕС $P_{\text{ФЕС}}$ (тобто привласнюємо змінній P величину потужності, що виробляється ФЕС $P(\text{ФЕС})$), порівнюємо дану величину P з потужність навантаження P_H ,

- якщо $P \geq P_H$, то сонячні модулі покривають навантаження і є надлишкова потужність, яка використовується для зарядки АБ;
- далі йде перевірка: чи заряджені АБ, якщо так, то АБ не заряджаються, якщо ні - АБ заряджаються;
- якщо умова не виконується, тобто $P < P_H$, то величина потужності, яку необхідно спожити, дорівнюватиме $P = P_{\text{ФЕС}} + P_{\text{АБ}}$, тобто добираємо потужність, якої не вистачає, з АБ.

- Далі перевіряється умова: на скільки розрядилися акумуляторні батареї.

Існують значення напруги АБ за різної розрядки, як у нашому випадку - це для 12 В, які зазначено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Значення напруги АБ за різного рівня заряду

Рівень заряду, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
U _{АБ} , В	12,70	12,58	12,46	12,36	12,28	12,20	12,12	12,04	11,98	11,94	11,90

Система буде працювати на 24 В, тому для збільшення тривалості та ефективності використання акумуляторних батарей (АБ), їх необхідно розряджати до рівня 70%. Таким чином, порогова напруга складе: $12,375 \cdot 2 = 24,75$ В. Це значення буде встановлено в контролері як критичний рівень напруги для відключення навантаження, щоб уникнути розрядки батарей нижче за 70%. Якщо напруга АБ перевищує або дорівнює 24,75 В, резервне джерело живлення (РДЖ) не включатиметься. Як тільки напруга АБ опуститься нижче 24,75 В, інветор автоматично перейде на мережу 220 В, яка в даному випадку є резервним джерелом живлення (РДЖ).

Визначившись зі структурою СЕС та її принципом роботи, далі необхідно вибрати обладнання для СЕС і світлотехнічне обладнання для освітлення МЗК у під'їздах житлового будинку.

2.2.2 Вибір обладнання сонячної електростанції

Вибір сонячної панелі

Для нашої системи освітлення зробимо вибір на користь сонячної панелі марки JA Solar 415 Вт JAM54S30 - 415/LR Mono.

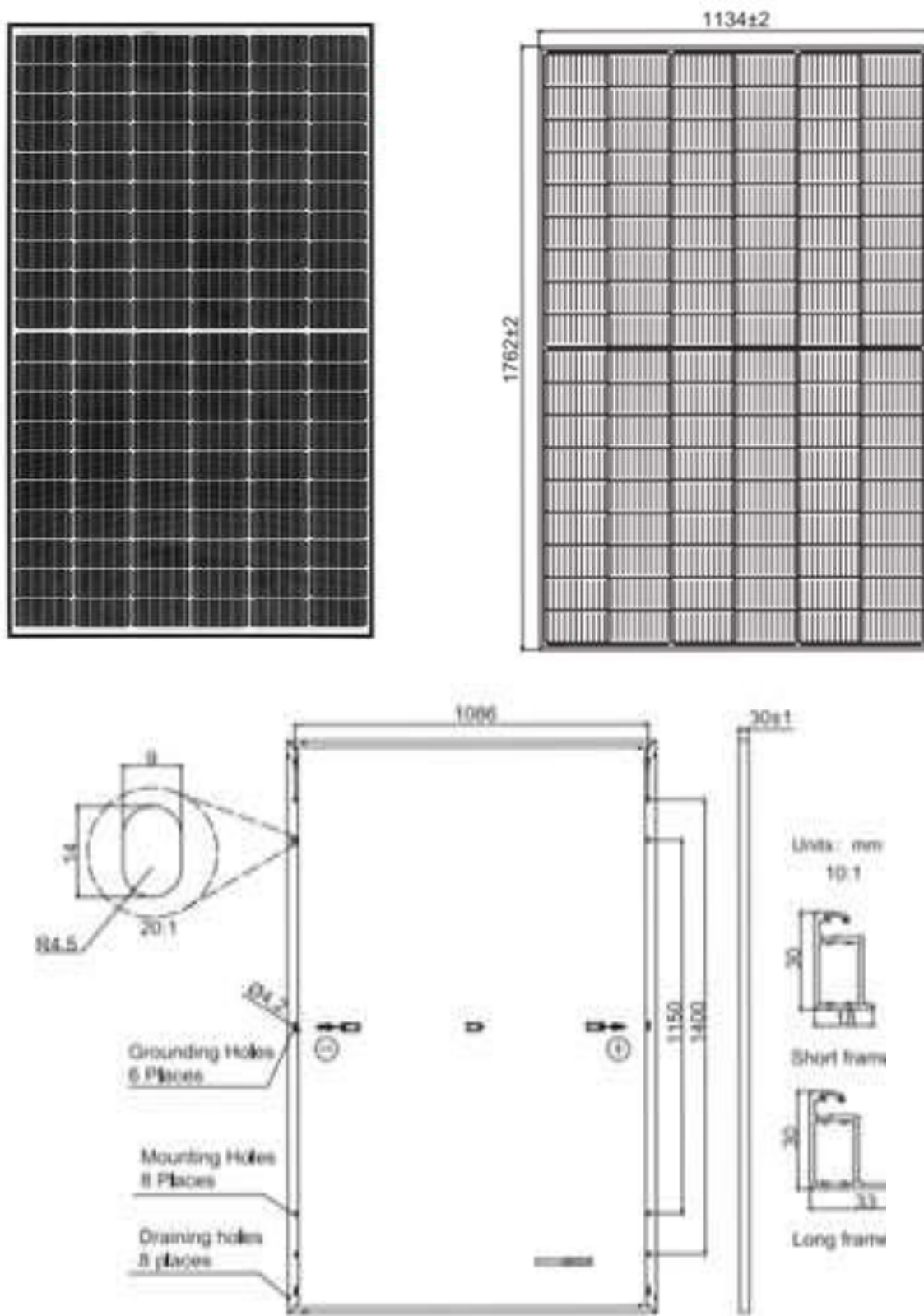


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд та монтажні розміри сонячної фото – електричної панелі марки JA Solar 415 Вт JAM54S30 - 415/LR Mono.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики панелі JAM54S30 - 415/LR Mono

Номінальна потужність, Вт	415
Напруга розімкнутого кола, В	37,45
Струм короткого замикання, А	14,02
Напруга сонячної панелі, В	31,61
Потужність, А	13, 13
Температурний коефіцієнт, %	0,34
Діапазон робочих температур, °С	Від – 40 до + 65
Ефективність модуля, %	18,1
Ступінь захисту	IP 68
Розміри, мм	1722 × 1134 × 30
Вага, кг	21,5

Для розрахунків скористаємося «зимовим» варіантом встановлення панелей. Візьмемо мінімальну інсоляцію за Грудень. У грудні на 1 м² поверхні на день надходить 1,26 кВт · год електроенергії, тобто на нашу сонячну панель, з огляду на кут нахилу до горизонту, що дорівнює 71°, за день надходить: $1,956 \times 0,99 \times 1,26 = 2,44$ кВт · год.

Враховуючи, що ККД сонячної панелі дорівнює 18,1%, знайдемо, скільки електроенергії виробляє сонячна панель на добу: $2,44 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 0,181 = 0,4416$ кВт · год.

Визначимо необхідну кількість сонячних панелей для системи освітлення місць загального користування, підвальних і технічних приміщень виходячи з мінімальної інсоляції за рік у Грудні місяці: $4,6148 / 0,4416 = 10,45$ штук, для зручності округлимо до 11 штук.

Візьмемо максимальну інсоляцію за рік, у Травні. У травні, на 1 м² поверхні на день надходить 4,18 кВт · год електроенергії, тобто на нашу сонячну панель, з огляду на кут нахилу до горизонту, що дорівнює 71°, на день надходить: $1,956 \times 0,99 \times 4,18 = 8,0943$ кВт · год.

З огляду на те, що ККД сонячної панелі дорівнює 18,1 %, знайдемо,

скільки електроенергії виробляє сонячна панель на добу: $8,0943 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 0,181 = 1,4651 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

Визначимо необхідну кількість сонячних панелей для системи освітлення місць загального користування, підвальних і технічних приміщень виходячи з максимальної інсоляції за рік у травні місяці:

$4,6148 / 1,4651 = 3,15$ штук, для зручності округлимо в більший бік і отримаємо 4 штуки.

Як видно з порівняння розрахунків за Травень (*max*) і Грудень (*min*), необхідну енергію $4,6148 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ на добу виробляють від 4 до 11 сонячних панелей відповідно.

Вибираємо остаточну кількість сонячних батарей, що дорівнює 12 штукам. У літній, весняний та осінній час сонячні панелі вироблятимуть енергії приблизно в 2 - 4 рази більше, ніж взимку, тому необхідно передбачити цю обставину і спрямувати надлишки енергії на інші цілі.

На рис.2.6 наведено схему сонячної електростанції з 12 – ти панелей.

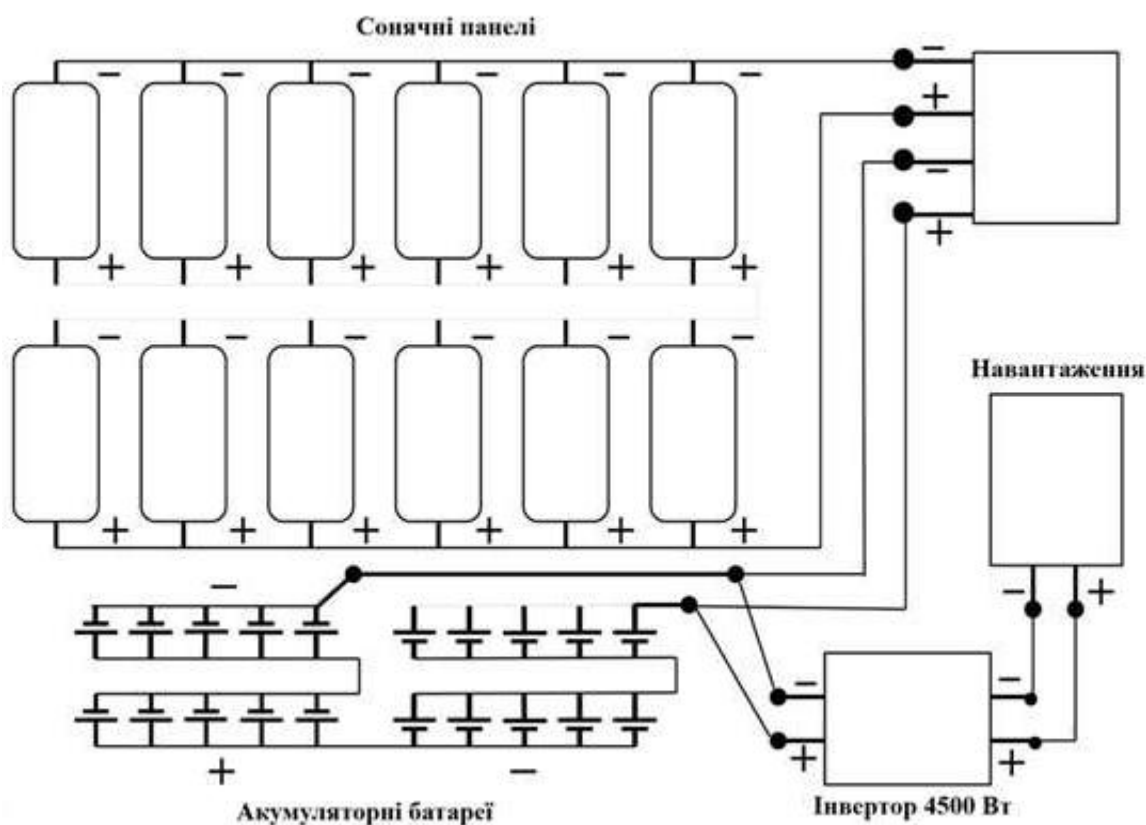


Рисунок 2.6 – Схема підключення елементів сонячної електростанції

Вибір інвертора

Під час експлуатації інвертора невелика частина енергії втрачається на нагрівання елементів схеми і побічні процеси. Тому вихідна потужність завжди нижча за витрачену. Інвертор заведено вважати генератором періодичної напруги, яка за формою дуже близька до синусоїдальних гармонік або значно відрізняється від неї формою вихідного сигналу, як показано на рис.2.7.

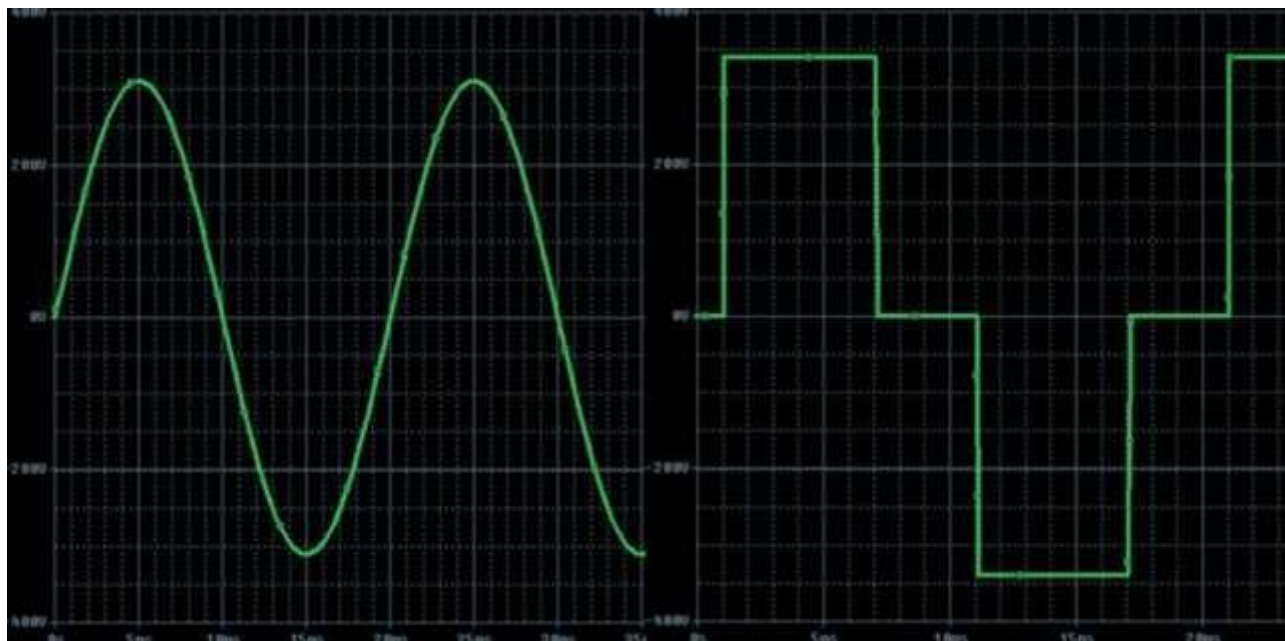


Рисунок 2.7 – Форми вихідного сигналу інвертора

Моделі з чистою синусоїдою генерують електричний струм найвищої якості (до речі, набагато кращий, ніж той, який надходить з комунальних мереж). Але й коштує такий прилад досить дорого. Тому купити його краще для чутливих до формату напруги навантажень (насосів, котлів, холодильників, кондиціонерів).

Враховуючи номінальну потужність системи освітлення, що дорівнює 2,6544 кВт, обираємо підходящий за потужністю інвертор марки: Jsdsolar SUN- 4,6K-G04.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд гібридного інвертора

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики інвертора Jdsolar SUN- 4,6K- G04.

Назва серії	SUN-3.6/4/4.6/5/6K-G04
Діапазон потужності змінного струму серії (кВт)	3,6 - 6
Максимальна потужність постійного струму (кВт)	5,98
Макс. напруга постійного струму (В)	550
Макс. постійний струм (А)	13+13
Кількість рядків на один MPPT	2/1
Максимальна потужність змінного струму (кВт)	5,06
Номінальна напруга змінного струму (В)	220/230
Максимальний змінний струм (А)	20,9/20
Діапазон частот (Гц)	47~52 або 57~64
Коефіцієнт потужності	0,8 випередження - 0,8 відставання
Максимальна ефективність (%)	97,5

Вибір акумуляторних батарей

Сучасні технології не зробили батареї компактнішими, легшими і дешевшими. Під час побудови системи альтернативного електропостачання необхідно вирішити, в якому режимі вона буде експлуатуватися:

- повна заміна електромережі;
- часткова заміна;
- аварійне електропостачання.

Характеристики деяких видів АКБ

- свинцево - кислотні, тягові. Час повної зарядки перевищує тривалість світлового дня, тобто він просто не встигне повністю зарядитися. Цього достатньо для того, щоб відмовитися від використання акумуляторів цього типу;

- GEL - гелевий акумулятор, має більш високу щільність енергії. Струм зарядки не повинен перевищувати 0,2 від ємності. Це означає, що мінімальний час заряду акумулятора складе 5 годин, достатньо, щоб повністю зарядитися в зимовий час. Кількість робочих циклів при 80% розряді і оптимальних умовах експлуатації більше до 1000, повністю відновлюється після глибокого розряду. Термін служби до 12 років. Герметичний, не потребує обслуговування. Добре переносить високі та низькі температури. Небажані навіть короточасні короткі замикання;

- AGM - акумуляторна батарея, має високу щільність енергії. Струм заряджання не повинен перевищувати 0,3 від ємності, що приблизно на 40% більше, ніж у гелевих акумуляторів. Мінімальний час заряджання 3,5 години. Цього із запасом вистачить для заряджання акумулятора навіть узимку. Термін служби стандартних виробів при 80% глибині розряду становить 500 циклів. Новітні розробки дали змогу збільшити кількість циклів понад тисячу. Задовільно переносить роботу при низьких (до - 20) і високих температурах.

Зазвичай рекомендується експлуатувати при температурі $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ з інтервалом плюс - мінус $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ціна нижча ніж у гелевих акумуляторів, струм заряду вищий;

- літій-залізо-фосфатні (LiFePO_4) акумулятори, мають коефіцієнт корисної дії до 98%, найвищий порівняно з наявними типами батарей.

Алгоритм заряду найпростіший, неповний заряд і глибокий заряд.

Глибокий розряди не знижують експлуатаційних властивостей і не зменшують ємність. Струми заряду великі і, відповідно, час заряду маленький. Зазвичай він становить 1 годину. На відміну від акумуляторів інших типів тривале зберігання в розрядженому стані не спричиняє виходу з ладу, і параметри виробу не погіршуються. Виробники гарантують термін служби 15 років або кількість циклів до 3000 за розрядів на 80%, до 5000 за 50% розрядів, а за 30-35% до 10000 циклів! Діапазоном робочої температури від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це найкращі акумуляторні батареї для систем альтернативного електропостачання.

Розрахункова ємність отримується діленням сумарної потужності споживачів на добуток напруги АКБ і на значення глибини розряду акумулятора в частках.

Сумарна потужність споживачівна тиждень:

$$W = 4614,8 \times 7 = 32303,6.$$

Допустима глибина розряду АКБ $= 12\text{ В} - n = 20\%$, то розрахункова ємність становитиме:

$U_{\text{АКБ}} = 12\text{ В} - n = 20\%$, то розрахункова ємність становитиме:

$$C = W \div m \div (12 \times n) = 32303,6 \div 7 \div (12 \times 0,2) = 1922,83 (\text{А} \cdot \text{год}),$$

де m - кількість днів на тиждень.

Під час розрахунку ємності АКБ у повністю автономному режимі необхідно брати до уваги похмурі дні, протягом яких акумулятор має забезпечувати роботу споживачів. При цьому необхідно помножити розрахункову ємність АКБ на добу на число днів без сонця, характерне для місцевості. Це кількість електрики, яку потрібно запасти в АКБ. Таких днів буде 2, отже, підсумкова розрахункова ємність АКБ становитиме:

$$C_{\Sigma} = C \times 2 = 1922,83 \times 2 = 3846 \text{ (А·год)}.$$

Визначаємо кількість акумуляторів

Зупинимо свій вибір на автомобільному акумуляторі марки: Delta GEL 12-150 , $U = 12\text{В}$, 150 А·год. Загальний вигляд акумулятора наведено на рис. 2.8.

Розрахуємо кількість потрібних акумуляторів: $3846 \text{ А·год} / 150 \text{ А·год} = 26$ штук.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд акумулятора Delta GEL 12-150

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики АКБ

Термін служби, років	10 - 12
Вага, кг	74
Розмір , мм; (довжина×ширина×висота)	520×269×227
Номінальна ємність (25°C)	150
10 годинний розряд (15, 0 А ; 1,8 В/ел), А· год	150
1 годинний розряд (98,2 А ; 1,65 В/ел), А· год	98,2
Саморозряд, %	3% на місяць при 20° С
Внутрішній опір повністю зарядженої батареї (25°C), мОм	3

Робочий діапазон температур	
Розряд	-20÷ 60
Заряд	-10÷ 60
Зберігання	-20÷ 60
Макс. розрядний струм (25°C), А	1250 (5с)
Циклічний режим, В/ел	(2,3 ÷ 2,35 В/ел)
Максимальний зарядний струм , А	50
Температурна компенсація, мВ / °С	30 мВ / °С
Буферний режим, В/ел	(2,23 ÷ 2,27 В/ел)

Вибір автоматичного вимикача

Загальне освітлення житлового будинку буде йти однією лінією, тож оберемо автоматичний вимикач марки: ABB SH201L C16 на струм уставки 16 А.

Загальний вигляд автоматичного вимикача показано на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 – Загальний автоматичного вимикача ABB SH201L C16

Вибір силового кабелю

Знаючи струм, обираємо мідний кабель марки Кабель SOLAR для сонячних панелей PV1-F $1 \times 4 \text{ мм}^2$, розрахований на номінальний струм 55 А. Монтаж кабелю буде здійснюватись від акумуляторної кімнати, що розташована на даху будинку, до підвалу по спеціальній кабельній шахті. На кожному поверсі будівлі передбачено по дві розподільні коробки для монтажу освітлення. Монтаж освітлення на кожному поверсі буде проводитися мідним кабелем ВВГнг $2 \times 1,5 \text{ м}^2$, розрахований на номінальний струм 23 А.

2.2.3 Монтаж сонячних панелей

Ми зібралися розташовувати всю систему на даху будинку, тому важливо подумати, як потім отримати доступ до панелей, рис. 2.10.



Рисунок 2.10 – Загальний автоматичного вимикача ABB SH201L C16

Панелі потребують періодичного обслуговування, тому спроектуйте майданчик, по якому зможете безпечно переміщатися. Навколо місця монтажу сонячних панелей не повинно бути високих дерев, а також інших будівель, які можуть відкидати тінь. Необхідно стежити, щоб всі елементи дивилися на

південь. Залежно від широти, в якій ви проживаєте, також необхідно підбирати кут нахилу. Способів монтажу існує величезна кількість, навіть своїми руками можна все зробити досить просто.

Поворотний механізм

Цей варіант вважається одним із найкращих. У кронштейни, на які монтується панель, вбудований електричний двигун, який здатний з -змінювати кут нахилу і повороту. Окремий датчик безперервно відстежує положення сонця і дає сигнал решті системи.

На рамну конструкцію

Найчастіше застосовується цей метод, тому що він підходить для більшості типів дахів. Для основи можна взяти металевий кутник 50×50 мм, і такий варіант більш стійкий до поривів вітру. Якщо дивитися з торця, то конструкція має виглядати як прямокутний трикутник. Догляд за панелями не складний, але часом може бути клопітким. У зимову пору року після снігопадів, необхідно буде перевіряти, чи не покриті снігом панелі. Якщо це так, то його важливо відразу ж прибрати за допомогою щітки, щоб забезпечити пропускну здатність. Періодично їх необхідно мити. На рисунку 2.11 наведено спосіб монтажу панелей на нашому будинку.

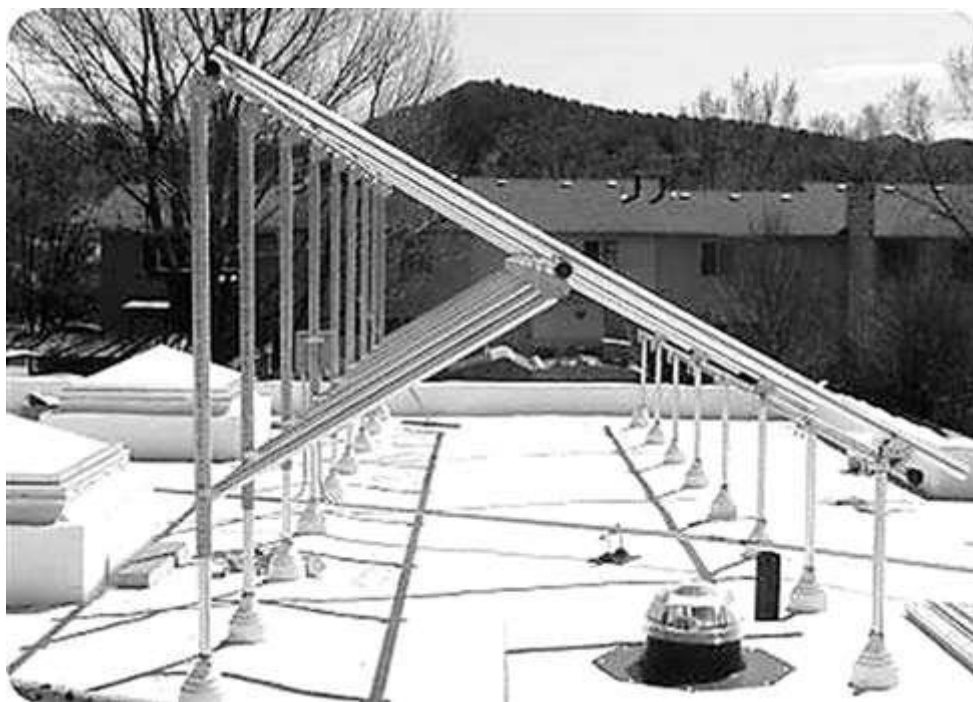


Рисунок 2.11 – Монтаж панелей на даху будинку

2.3 Заміна наявного освітлювального обладнання

Що дасть нам заміна світильників з лампами розжарювання на світлодіодні світильники? По-перше, світлодіодні світильники споживають на багато менше електричної енергії, по-друге, їхній термін служби на багато більший. Світлодіодні світильники, які будуть використовуватися в системі освітлення житлового будинку, складаються тільки з корпусу і плати, на якій розміщені світлодіоди. Цей світильник може працювати під напругою від 24 В до 48 В і водночас споживати лише 5 Вт, а освітленість, яку видає світильник, буде рівнозначна лампі розжарювання 40 Вт. Вибір класу напруги залежить від об'єкта, на якому відбуватиметься встановлення такої системи освітлення. Світлодіодний світильник, який призначено для освітлення місць загального користування (МЗК) зображено на рис. 2.12.



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд світильника LED Violux ДББ АТОМ 18W

Усі світлодіодні світильники вмикатимуться автоматичний за допомогою датчиків руху або фотодатчиків для економії електроенергії та робочих годин світильників. З допомогою таких датчиків дана світлодіодна система освітлення прослужить понад 10 років.

2.4 Висновки до розділу 2

У цьому розділі було представлено проект реконструкції системи освітлення для житлового п'ятиповерхового будинку в м. Тернополі. Аналіз існуючої системи показав її низьку ефективність, високе споживання електроенергії та короткий термін служби обладнання. Пропонується перехід на енерго-ефективну систему освітлення на основі сонячної електростанції та світлодіодних світильників, що дозволить значно знизити енергоспоживання, підвищити надійність і зменшити витрати на обслуговування.

Проект передбачає використання сонячних панелей, інвертора та акумуляторних батарей, що забезпечать безперебійне живлення навіть у періоди низької інсоляції. Розроблений алгоритм роботи системи забезпечує ефективне використання енергії, автоматичне переключення на резервне джерело живлення у разі необхідності.

Крім того, було здійснено детальний вибір обладнання для сонячної електростанції, зокрема сонячних панелей та акумуляторних батарей, що дозволяє забезпечити потрібну потужність для системи освітлення. Заміна застарілих ламп розжарювання на світлодіодні світильники, що споживають менше енергії і мають тривалий термін служби, стане важливим кроком до створення більш ефективної та стійкої системи освітлення.

В результаті реалізації проекту планується значне зменшення витрат на електроенергію, збільшення надійності освітлення та підвищення комфорту для мешканців будинку

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок параметрів освітлення місць загального користування

Розрахунок освітленості приміщення здійснюють за формулою :

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot z / N \cdot \eta \cdot n \quad (3.1)$$

де:

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи;

$E_{\text{н}}$ – норма освітленості;

S – площа приміщення;

k – коефіцієнт запасу;

z – поправочний коефіцієнт;

N – кількість прийнятих світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

n – кількість ламп у світильнику.

Дані для розрахунку:

Сходова площадка з виходом на поверхові сходи, поверховий коридор (умовно візьмемо сумарну площу) – 30 м²:

- стеля – біла фарбована;
- стіни – світлі бежевого відтінку;
- підлога – гранітна, сірого кольору;
- планується встановлення стельових світлодіодних світильників з однією лампою. Це приміщення має стандартну висоту стель 2,5 м. Виходячи з конструкції світильника, визначаємо висоту його підвісу.

У нашому випадку ці дані будуть такими:

- висота встановлення світильника від підлоги до плафона – 2,5 м. Тепер знайдемо всі необхідні для розрахунків дані.

Освітленість є нормованою величиною і вимірюється в Люксах (Лк).

Розрахункове приміщення – поверх (поверховий коридор, ліфтовий майданчик і вихід на сходи). Згідно нормативних документів, освітленість для цього виду приміщень має бути меншою за 150 Лк.

$$E_n = 145 \text{ Лк.}$$

Підставимо значення у формулу 3.1:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot S \cdot k \cdot z / N \cdot \eta \cdot n$$

де:

S – площа приміщення.

$$S = 30 \text{ м}^2$$

Підставимо дані у формулу 3.1:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot k \cdot z / N \cdot \eta \cdot n$$

де:

k – коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт запасу (залежить від типу ламп і ступеня забрудненості приміщення). Коефіцієнт запасу k враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп у процесі експлуатації. Значення коефіцієнта k , наведено в таблиці 3.1.

Таблиця

3.1

—

Коефіцієнт запасу для житлових приміщень для різних типів ламп

Приміщення	Ступінь забрудненості	Коеф. запасу – k , для різних ламп		
		Газорозрядні	Розжарення	Світлодіодні
Житлові, адміністративні і та офісні приміщення	Запиленість менш як 1 мг/м^2 , Відсутність кислот, лугів і парів	1,2	1,1	1

У нашому світильнику планується використати світлодіодну лампу, вибираємо коефіцієнт запасу, що дорівнює 1; $k = 1$.

Підставимо значення у формулу 3.1:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot z / N \cdot \eta \cdot n$$

де:

z – поправочний коефіцієнт (коефіцієнт нерівномірності), який застосовують у приміщеннях, де потрібна освітленість більша, ніж нормована мінімальна.

Застосуємо поправочний коефіцієнт 1; $z = 1$.

Вставляємо дані у формулу 3.1:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 / N \cdot \eta \cdot n$$

де:

N – кількість використаних світильників.

Освітлювати поверховий коридор будуть шість світильників, розташованих симетрично по центру приміщення і вздовж усього коридору, на стелі.
 $N = 6$.

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 / 6 \cdot \eta \cdot n$$

де:

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для того щоб знайти коефіцієнт використання світлового потоку, нам потрібно розрахувати індекс приміщення – i .

Індекс приміщення визначаємо формулою:

$$i = S / ((a + b) \cdot h) \quad (3.2)$$

де:

S – площа приміщення, у нашому випадку 30 м^2 ;

a – довжина поверху, в нашому випадку 10 м ;

b – ширина поверху, в нашому випадку 3 м ;

h – висота підвісу світильника від підлоги, – тобто $2,5 \text{ м}$, отримаємо:

$$i = S / ((a + b) \cdot h) = 30 / ((10 + 3) \cdot 2,5) = 30 / (13 \cdot 2,5) = 30 / 32,5 = 0,923$$

Округляємо до десяткового значення.

У нашому випадку індекс приміщення дорівнює 0,9.

Для подальшого розрахунку потрібно мати дані про колірний відтінок підлоги, стелі і стін поверхового коридору. Їх колірний відтінок визначається у форматі: білий, світлий, темний, сірий, чорний. Ці відтінки називаються коефіцієнтом відбиття (Р) і виражаються у відсотковому співвідношенні таким чином: 0% чорний, 10% темний, 30% сірий, 50% світлий, 70% білий.

Поверховий коридор, наведений у нашому випадку, має:

стеля біла фарбована, 70% (білий);

стіни – світлі однотонні бежевого відтінку, 50% (світлий);

підлога – граніт сірого кольору, 30% (сірий);

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку світильника.

Значення коефіцієнта використання показано на рис. 3.1.

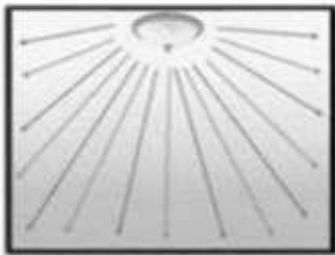
								i	
70	Білий								
50	Світлий								
30	Сірий								
10	Темний	Р-коефіцієнт відбиття							
Стеля		70				50		30	
Стіни		50		30		50	30	10	
Підлога		30	10	30	10	10		10	
		30	10	30	10	10		10	
		0.26	0.25	0.2	0.19	0.17	0.13	0.6	0.5
		0.3	0.28	0.24	0.23	0.2	0.16	0.8	0.6
		0.34	0.32	0.28	0.27	0.22	0.19	0.1	0.7
		0.38	0.36	0.31	0.3	0.24	0.21	0.11	0.8
		0.4	0.38	0.34	0.33	0.26	0.23	0.12	0.9
		0.43	0.41	0.37	0.35	0.28	0.25	0.13	1
		0.46	0.43	0.39	0.37	0.3	0.26	0.14	1.1
		0.48	0.46	0.42	0.4	0.32	0.28	0.15	1.25
		0.54	0.49	0.47	0.44	0.34	0.31	0.17	1.5
		0.57	0.52	0.51	0.47	0.36	0.33	0.18	1.75
		0.6	0.54	0.54	0.5	0.38	0.35	0.19	2
		0.62	0.56	0.57	0.52	0.39	0.37	0.2	2.25
		0.64	0.58	0.59	0.54	0.4	0.38	0.21	2.5
		0.68	0.6	0.63	0.57	0.42	0.4	0.22	3
		0.7	0.62	0.66	0.59	0.43	0.41	0.23	3.5
		0.72	0.64	0.68	0.61	0.45	0.42	0.24	4
		0.75	0.66	0.72	0.64	0.46	0.44	0.25	5

Рисунок 3.1 – Значення коефіцієнта використання

$\eta = 0,4$; підставимо отримані дані у формулу 3.1.

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 / 6 \cdot 0,4 \cdot n$$

де:

n – число ламп у світильнику.

Світильник у нашому випадку з однією лампою; $n = 1$

Підставляємо це значення у формулу 3.1:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 / 6 \cdot 0,4 \cdot 1$$

Розраховуємо $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи (Лм), отримаємо:

$$\Phi_{\text{л}} = 145 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 / 6 \cdot 0,4 \cdot 1 = 4350 / 2,4 = 1812,5 \text{ Лм}$$

Кожен світильник має бути потужністю 1812,5 Лм. Врахуємо наступне:

- потужність лампи;
- нагрівання корпусу (для ламп розжарювання і галогенних ламп);
- світловий потік;
- передачу кольору.

Тепер, ми можемо вибрати необхідну освітленість.

Колірна температура - вимірюється в діапазоні від червоного 1800 К до синього 16 000 К кольору, рис. 3.2 і таблиця 3.2.

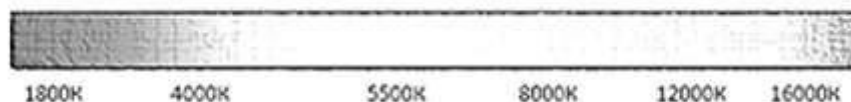


Рисунок 3.2 - Шкала колірної температури

Чим менше значення, тим кольоровість ближче до червоного, чим

більше, тим ближче до синього.

Відтінок для більшості видів ламп освітлення, може бути теплого або холодного світла, задає загальну тональність світлового потоку. У таблиці 3.2 вказано передачу кольору деяких джерел світла.

Таблиця 3.2 – Передача кольору деяких джерел світла

Джерело світла	Передача кольору, Кельвін (K)
Свічка	1500-2000
Лампа розжарювання потужністю 40 Вт	2200
Лампа розжарювання потужністю 60 Вт	2680
Лампа розжарювання потужністю 100 Вт	2800
Лампа розжарювання потужністю 200 Вт	3000
Галогенна лампа	3000
Люмінесцентна лампа теплого білого світла	3000
Сонце на горизонті	3400
Люмінесцентна лампа білого кольору	3500
Люмінесцентна лампа холодного білого світла	4000
Сонце опівдні	5500
Люмінесцентна лампа денного світла	5600-7000

Світловий потік – кількість світла, що випромінюється лампою.

Світлова віддача – відношення світлового потоку до потужності (люмен на ват Лм/Вт), показник ефективності освітлювальної здатності лампи, а також її економічності.

Вибір світильника за отриманими характеристиками

За виконаним вище розрахунком освітленості наш світильник має бути потужністю $\Phi_{\text{л}} = 1812,5$ Лм.

Згідно з розрахунками, щоб виконати освітлення поверхового коридору площею 30 м^2 , нам знадобиться 2 світлодіодних світильники LED Violux ДББ АТОМ 18W Вт, світловим потоком 1800 Лм.

3.2 Розрахунок споживання електроенергії на освітлення

У таблиці 3.3 показано розрахунок споживання електроенергії для освітлення поверхів і під'їзду житлового будинку.

Таблиця 3.3 – Розрахунок споживання електроенергії для освітлення поверхів і під'їзду житлового будинку

Світильники	Потужн., Вт	Витрата на годину, кВт·год	Споживання на годину з коефіц. $k=1,2$	Час роботи за добу, (година)	Розрахункове споживання на добу, кВт·год
Вуличний	60	0,1	0,12	5	0,6
На поверхах	40	0,832	0,9984	2	1,9968
На сходах	40	0,544	0,6528	0,2	0,1306
Підвал, техн. приміщ.	60	0,304	0,3648	0,2	0,073
Хол		0,432	0,5184	3,5	1,8144
Разом,	-	2,212	2,6544	-	4,6148

Добове споживання освітлення місць загального користування, підвальних технічних приміщень становить 4,6148 кВт·год, з урахуванням поправочного коефіцієнта $k = 1,2$, що враховує загальні втрати системи на заряджання і розряджання акумулятора, втрати в інверторі та контролері заряду, а також інші втрати в комутувальних елементах (таблиця 3.3).

3.3 Висновки до розділу 3

У цьому розділі було здійснено розрахунок параметрів освітлення для місць загального користування в житловому будинку. Виконано точні обчислення освітленості для поверхових коридорів, сходових майданчиків і підвальних приміщень з використанням світлодіодних світильників. Розраховано, що для досягнення необхідної освітленості встановити два світильники потужністю 1812,5 Лм кожен.

Також проведено розрахунок споживання електроенергії для системи освітлення, з урахуванням коефіцієнтів втрат у системі. Загальне добове споживання електричної енергії для освітлення місць загального користування, підвальних і технічних приміщень складає 4,6148 кВт·год. Всі розрахунки враховують втрати енергії через процеси зарядки та розрядки акумуляторних батарей, а також втрати в інверторі та інших компонентах системи.

Таким чином, розрахунки показали, що запропонована система освітлення є енергоефективною, а при виконанні всіх вимог дозволить забезпечити комфортні умови освітлення з мінімальними витратами електроенергії.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо охорони праці в умовах комбінованого освітлення приміщень

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

На рівень освітленості приміщення при природному освітленні впливають наступні чинники: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; ступінь чистоти скла в світлових отворах; пофарбування стін та стелі приміщення; глибина приміщення; наявність предметів, що заступають вікно як зсередини так і з зовні приміщення.

Оскільки природне освітлення непостійне впродовж дня, кількісна оцінка цього виду освітлення проводиться за відносним показником — коефіцієнтом природнього освітлення (КПО)

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

На робочих місцях встановлюються світильники місцевого освітлення ($e = 2\%$). В місцях де постійно працюють робітники застосовують люмінесцентні. Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у

верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення,

яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Таблиця 4.1 – Нормування освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший об'єкт розрізнення, мм	Розділ зорової роботи	Підрозділ роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV	а	малий
Характеристика фону	Освітленість, лк		КЕО E_H %	
	Штучне освітлення		Природне освітлення	Сумісне освітлення
	Комбіноване	Загальне		
малий	750	300	2	1

Щоб зменшити ефект пульсації світлового потоку, сусідні світильники включають на різні фази мережі. Освітлення сучасних електромеханічних та ремонтно-механічних цехів реалізують за допомогою прожекторів із галогеновими лампами. Освітленість робочих місць при застосуванні ламп розжарювання повинна бути не менше 10 лк. Черговий та оперативний персонал повинен бути забезпечений додатковими акумуляторними ліхтарями.

4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації освітлювального обладнання

Робота щодо забезпечення безпечної експлуатації ЕУ здійснюється згідно з обов'язковими, для всіх споживачів електроенергії, незалежно від їх відомчої приналежності, правилами технічної експлуатації ЕУ споживачів та правилами техніки безпеки при експлуатації ЕУ споживачів. Обслуговування діючих ЕУ, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються

спеціально підготовленим електротехнічним персоналом.

Роботи в діючих ЕУ з врахуванням заходів безпеки поділяються на виконувані: зі зняттям напруги, без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу них, без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. До робіт, виконуваних зі зняттям напруги, відносяться роботи, котрі виконуються в ЕУ, в котрій зі всіх струмоведучих частин знята напруга. До робіт, виконуваних без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них, відносяться роботи, котрі проводяться безпосередньо на цих частинах.

Роботою без зняття напруги на віддалі від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, вважається робота, при котрій виключається випадкове наближення працюючих людей та використовуваного ними ремонтного обладнання і інструменту до струмоведучих частин на віддаль менше встановленої і не вимагається вживання технічних або організаційних заходів (безперервного нагляду) для запобігання такому наближенню. При виконанні робіт зі зняттям напруги та без зняття напруги на струмоведучих частинах та поблизу них повинні виконуватись організаційні та технічні заходи.

До організаційних заходів відносяться:

- ✧ оформлення роботи по наряді-допуску, розпорядженню або за переліком робіт, виконуваних в порядку поточної експлуатації;
- ✧ допуск до роботи;
- ✧ нагляд під час роботи;
- ✧ оформлення перерви під час роботи;
- ✧ переводи на інше робоче місце.

4.3 Пожежна небезпека

У всіх випадках для горіння характерні три стадії: виникнення, поширення та згасання полум'я. Найбільш загальними властивостями горіння є здатність осередку полум'я пересуватися по всій горючій суміші шляхом

передачі тепла або дифузії активних частинок із зони горіння в свіжу суміш. Звідси виникає й механізм поширення полум'я, відповідно тепловий та дифузійний. Горіння, як правило, проходить за комбінованим теплодифузійним механізмом.

В залежності від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів пожежі, за ГОСТ 27331-87 «Пожарная техника. Классификация пожаров», поділяються на відповідні класи та підкласи:

клас А - горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;

клас В - горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В2) у воді;

клас С - горіння газів;

клас Д - горіння металів легких, за винятком лужних (підклас Д1);

лужних (підклас Д2), а також металовмісних сполук (підклас Д3);

клас Е - горіння електроустановок під напругою.

Для виникнення горіння необхідна одночасна наявність трьох чинників - горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. При цьому, горюча речовина та окисник повинні знаходитися в необхідному співвідношенні один до одного і утворювати таким чином горючу суміш, а джерело запалювання повинно мати певну енергію та температуру, достатню для початку реакції. Горючу суміш визначають терміном «горюче середовище». Це - середовище, що здатне самостійно горіти після видалення джерела запалювання. Для повного згоряння необхідна присутність достатньої кількості кисню, щоб забезпечити повне перетворення речовини в його насичені оксиди. При недостатній кількості повітря окислюється тільки частина горючої речовини. Залишок розкладається з виділенням великої кількості диму. В цих умовах також утворюються токсичні речовини, серед яких найбільш розповсюджений продукт неповного згоряння - оксид вуглецю (СО), який може призвести до отруєння людей. На пожежах, як правило, горіння відбувається за браком окисника, що серйозно ускладнює пожежегасіння внаслідок погіршення видимості або наявності токсичних речовин у повітряному середовищі. Горіння може бути гомогенним та гетерогенним.

При гомогенному горінні речовини, що вступають в реакцію окиснення, мають однаковий агрегатний стан - газо- чи пароподібний.

Якщо початкові речовини знаходяться в різних агрегатних станах і наявна межа поділу фаз в горючій системі, то таке горіння називається гетерогенним.

Як уже зазначалось, відповідно до ГОСТ 12.1.004 - 91 «Пожарная безопасность» вибухопожежна безпека об'єкта забезпечується системами:

- попередження вибухів і пожеж;
- протипожежного та противибухового захисту;
- організаційно-технічних заходів.

Система попередження вибухів і пожеж має за мету не допустити виникнення вибухів і пожеж.

Заходи і засоби попередження утворення горючого середовища в кожному конкретному випадку визначаються реальними умовами, що розглядаються, вибухопожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному циклі.

Попередження утворення горючого середовища може забезпечуватись загальними заходами або їх комбінаціями, що наведені в ГОСТ 12.1.007 – 76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Найбільш радикальним заходом попередження утворення горючого середовища є заміна горючих речовин і матеріалів, що використовуються, на негорючі та важкогорючі.

Тому попередження виникнення в горючому середовищі або внесення до нього джерел запалювання є головним стратегічним пріоритетом у роботі щодо запобігання пожежам. Джерелом запалювання може бути нагріте тіло чи екзотермічний процес, які здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до температури, коли швидкість тепловиділення ініційованого нагрівом процесу окислення перевищує швидкість тепловідводу із зони реакції.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У роботі розглянута реконструкція системи освітлення місць загального користування багатоквартирного будинку з використанням відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Проект спрямований на створення енергоефективної системи освітлення з підвищеним рівнем комфорту для мешканців, що включає використання сонячних панелей, світлодіодних світильників та акумуляторних батарей для безперебійного живлення.

Аналіз існуючої системи освітлення показав її неефективність через застаріле обладнання з високим енергоспоживанням та коротким терміном служби. Перехід на світлодіодні лампи дозволить значно зменшити витрати на електроенергію, покращити якість освітлення та забезпечити більшу безпеку для мешканців.

Розрахунки для системи освітлення показали, що для досягнення необхідного рівня освітленості в під'їздах потрібно встановити два світильники потужністю 1812,5 Лм кожен. Також проведено розрахунок споживаної електричної енергії, який підтвердив, що система є енергоефективною і дозволяє знизити витрати на електричну енергію.

Впровадження відновлювальних джерел енергії, зокрема сонячних панелей, знижує залежність від централізованого електропостачання. Крім того, інноваційні системи управління освітленням за допомогою датчиків руху та світлових датчиків дозволяють автоматично регулювати освітленість, знижуючи енергоспоживання.

Реалізація проекту не тільки підвищить рівень комфорту для мешканців, але й сприятиме більш ефективному використанню енергетичних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тарасенко М.Г., Коваль В.П., Буняк О.А., Мовчан Л.Т. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 50 с.
2. Андрійчук В. А. Аналіз конструктивних особливостей сучасних промислових світлодіодних світлових приладів / В. А. Андрійчук, С. Ю. Поталіцин, О. В. Кумчик // Materials 6th International Scientific Conference «Lighting and power engineering: history, problems and perspectives», 30 січня - 02 лютого 2018 року. – Т. : ФОП Паляниця В.А., 2018. – С. 19–21.
3. І. М. Дулик. Аналіз програмного забезпечення для спеціалізованого світлотехнічного розрахунку систем освітлення / І. М. Дулик, О. О. Іваніга, О. Я. Чайковський, Ярослав Михайлович Осадца // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 6-7 грудня 2023 року. – Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 264.
4. Філюк Я. О. Автономне живлення зовнішнього освітлення з використанням світлодіодних джерел світла / Ярослав Філюк, Вадим Коваль // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», 19–21 травня 2015 року – Т. : ТНТУ, 2015 – С. 191-192.
5. Коваль В. Автоматизація вимірювань рівня освітленості від світильників місцевого освітлення / В. Коваль, А. Федусь // Збірник тез доповідей XIV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Матеріалознавство та машинобудування», 27-28 жовтня 2010 року – Т. : ТНТУ, 2010 – Том 2. – С. 62.
6. Коваль В. П. Енергоефективне динамічне освітлення довгих коридорів / Вадим Коваль // Materials 6th International Scientific Conference «Lighting and power engineering: history, problems and perspectives», 30 січня - 02 лютого 2018 року. – Т. : ФОП Паляниця В.А., 2018. – С. 30–31.

7. Бурмака В. О. Екологічні аспекти освітлення сходів багатоквартирних житлових будинків / В. О. Бурмака, М. Г. Тарасенко // Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, м. Рівне, 21-22 травня 2020 року: у 2 ч. Ч. 1. - Рівне: НУВГП, 2020. - С. 14-16.

8. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5 – 28 – 2006 : Держбуд України : [Затв. 15.05.06: чинний з 1.10.2006.] – Київ. : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.

9. Говоров П.П. Освітлювальні електричні системи та мережі / П.П. Говоров, В.О. Перепечений, В.П. Говоров // ХНАМГ. – Харків: 2009. – 227с.

10. Кадурина А. О. Архітектурно-художні аспекти формування дитячих дошкільних закладів (на прикладі Одеси) : автореф. дис. канд. архітектури : 18.00.02 / Антоніна Олегівна Кадурина; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – К., 2005. – 20 с.

11. Коваль Л. М. Дизайн & LED-технології : монографія / Л. М. Коваль. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. – 130 с.

12. Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти [Електронний ресурс] – [Цит. 2024, 05 червня https://moz.gov.ua/uploads/5/27593-dn_2205_25_09_2020_dod_1.pdf].

13. Вплив орієнтації світлопрозорої зовнішньої огорожувальної конструкції на енергетичний баланс приміщення / Віталій Бурмака, Микола Тарасенко, Катерина Козак, Віктор Хомишин // Вісник ТНТУ. – Т. : ТНТУ, 2019. – Том 94. – № 2. – С. 111 – 122.

14. Burmaka V. Economic and energy efficiency of artificial lighting control systems for stairwells of multistory residential buildings / Vitalii Burmaka, Mykola Tarasenko, Kateryna Kozak, Viktor Khomyshyn, Nataliia Sabat // Journal of Daylighting. – 2020. – Vol. 7. – Pp. 93-106. <http://dx.doi.org/10.15627/jd.2020.8>