

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Д. Г. Дерев'янка

«___» _____ 2023 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньої програми: Енергетичний менеджмент та енергоефективні

технології

на тему: «Підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ОН-91

Оніщенко Юлія Євгенівна

Керівник:

к.т.н., доц. Бориченко О. В.

Консультанти:

Теплова частина к.т.н., доц. Шовкалюк М. М.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Охорона праці д.т.н., проф. Третьякова Л. Д.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль ас. Прокопенко І. Д.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент к.т.н., доц. Торопов А. В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2023

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Д. Г. Дерев'яно

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентці
Оніщенко Юлії Євгенівні

1. Тема проєкту «Підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі», керівник проєкту *к.т.н., доц. Бориченко О. В.*, затверджені наказом по університету від «09» травня 2023 р. № 2097-с.

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту “16” червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту: дані для проведення енергетичного аудиту житлової будівлі в м. Київ.

4. Перелік розділів, які мають бути розроблені

а) енергетична ефективність постачання та використання електричної енергії: - Енергетичний аудит системи електропостачання житлової будівлі;

б) енергетичний аудит системи теплопостачання: - Енергетичний аудит системи теплопостачання житлової будівлі;

в) охорона праці та пожежної безпеки: - Охорона праці та пожежна безпека під час встановлення індивідуального теплового пункту.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Схема індивідуального теплового пункту.
2. Однолінійна схема електропостачання об'єкту.
3. Опис заходів з енергоефективності в системі тепlopостачання.
4. Опис заходів з енергоефективності в системі електропостачання.

6. Консультанти:

Розділ (частина)	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Теплова частина	к.т.н., доц. Шовкалюк М. М.		
Охорона праці та пожежна безпека	д.т.н., проф. Третьякова Л.Д.		
Нормоконтроль	к.т.н., доц. Черкашина Г.І.		

7. Дата видачі завдання «22» травня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання дипломного проєкту студенткою Оніщенко Юлією Євгенівною (прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту	Позначки керівника про виконання завдань
	Загальний опис об'єкту	22.05 - 28.05.23	
	Розрахунок електричної частини	22.05 - 28.05.23	
	Розрахунок теплової частини	29.05 - 04.06.23	
	Розрахунок впровадження ВДЕ	29.05 - 04.06.23	
	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	05.06 - 09.06.23	
	Підготовка графічного матеріалу	09.06 - 16.06.23	
	Захист дипломного проєкту	21.06.23	

Студентка
Керівник проєкту

Ю. Є. Оніщенко
О. В. Бориченко

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту складається з шести розділів, містить 83 сторінки основного тексту. В основному тексті роботи представлено 26 ілюстрацій, 17 таблиць, 51 бібліографічне найменування та 1 додаток за переліком посилань.

Метою даного проєкту є підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі в місті Києві. Для досягнення цієї мети було запропоновано впровадити наступні заходи: заміна дерев'яних вікон, ламп розжарювання на світлодіодні, встановити датчиків руху, утеплення зовнішніх стін, даху та підлоги, встановлення індивідуального теплового пункту та теплоізоляція трубопроводів у підвалі.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ, СПОЖИВАННЯ, ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, ЗАХІД З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ABSTRACT

The explanatory note to the diploma project consists of six sections, contains 83 pages of the main text. The main text of the work contains 26 illustrations, 17 tables and 51 bibliographic names for the list of references.

The goal of this project is to increase the level of energy efficiency of a residential building in the city of Kyiv. To achieve this goal, it would be suggested to implement the following measures: replacement of wooden windows, incandescent lamps with LED ones, installation of motion sensors, insulation of external walls, roof and floor, installation of an individual heat point and thermal insulation of pipelines in the basement.

Keywords: ELECTRIC ENERGY, HEAT ENERGY, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, COSTS, LOSSES, ECONOMY, CONSUMPTION, ENCLOSURE STRUCTURES, ENERGY EFFICIENCY PROCEDURE, ENERGY MONITORING, ENERGY AUDIT

					HTYU 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	11
1.1 Короткий опис об'єкту	11
1.2 Характеристика інженерних систем будівлі	14
1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за три роки	15
1.4 Оцінка тарифної політики щодо енергоресурсів	20
1.5 Характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності	20
Висновки до розділу 1	21
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	22
2.1. Схема електропостачання житлової будівлі та її аналіз.....	22
2.2. Визначення, коротка характеристика та оцінка енерго-ефективності споживачів електричної енергії.....	22
2.3. Повірочний розрахунок навантажень житлової будівлі	23
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення в місцях загального користування.....	24
2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі.....	25
2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті.....	26
2.7 Розроблення заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.....	26
Висновки до розділу 2	29
3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ	30
3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях.....	30
3.2 Визначення теплового навантаження будівлі	32
3.3 Розроблення заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій житлової будівлі	39
3.4 Розроблення заходів з енергоефективності для інженерних мереж будівлі	48
Висновки до розділу 3	52
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ	54

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту в житлових будівлях в Україні	54
4.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів.....	55
4.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів	57
Висновки до розділу 4	59
5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	60
5.1 Обґрунтування вигоди застосування сонячних панелей на об'єкті.....	60
5.2 Опис метеорологічних умов міста Києва	61
5.3 Вибір сонячної панелі для сонячної електростанції	62
5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу	64
Висновки до розділу 5	65
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ВСТАНОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ	66
6.1 Загальна характеристика об'єкта.....	66
6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт.....	67
6.3 Визначення показників умов праці	67
6.4 Визначення небезпек	68
6.5 Обґрунтування вибору технічних та організаційних засобів безпеки	69
6.6 Заходи з електробезпеки.....	70
6.7 Вибір системи захисту від пожеж і вибухів на енергетичному об'єкті.....	72
Висновки до розділу 6	73
ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ.....	77
ДОДАТКИ.....	83
Додаток А.....	83

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ, ТЕРМІНІВ

ГВП – гаряче водопостачання;

ХВП – холодне водопостачання;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

ЗУ – Закон України;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державний стандарт України;

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту;

МЗК – місця загального користування;

Зх – Захід;

МП – металопластиковий;

Д – дерев'яний;

Пд – Південь;

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;

Пн – Північ;

Сх – Схід;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

δ – товщина;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа;

Q – теплота.

ст – стіна;

в – вікно;

д – двері;

п – перекриття;

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Енергоефективність стала ключовим фактором сталого розвитку сучасного суспільства. Так як кількість людей продовжує зростати і, відповідно, потреба в енергії збільшується, вкрай важливо оптимізувати споживання енергії та зменшити вплив на навколишнє середовище. Підвищення енергоефективності житлових будинків в Україні є важливим не тільки для досягнення національних кліматичних цілей та скорочення викидів парникових газів, але й для забезпечення економічної стабільності, покращення рівня та загальної якості життя громадян.

Україна стикається з проблемами, пов'язаними з енергетикою, зокрема високим рівнем споживання енергії, залежністю від викопного палива та старінням інфраструктури. Лише на житловий сектор припадає значна частина загального споживання енергії. Неефективна конструкція будівель, погана ізоляція та застарілі інженерні системи сприяють надмірному споживанню енергії та зростанню рахунків за електроенергію для власників будинків і мешканців. Крім того, ці неефективні методи спричиняють значний вплив на навколишнє середовище, сприяючи викидам вуглецю та погіршенню кліматичних змін.

Проведення енергоаудиту з подальшим впровадженням заходів з енергетичної ефективності є одним із шляхів економії енергетичних ресурсів і, відповідно, скорочення фінансових витрат на них. Енергетичний аудит дозволяє виявити пріоритетні напрями для модернізації. Основними заходами для досягнення вищого рівня енергоефективності є: ізолювання огорожувальних конструкцій, заміна вікон та дверей, модернізація інженерних мереж, встановлення системи енергетичного моніторингу, впровадження альтернативних джерел енергії на покриття певних потреб. Крім того, для житлових будівлях чи не найважливішим є зміни в поведінці мешканців, адже споживання будинку залежить від кожного користувача.

Дипломний проєкт складається з таких розділів:

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Загальний опис об'єкту (житлової будівлі), аналіз якої проводитиметься у наступних розділах.

2. Аналіз ефективності використання електричної енергії в місцях загального користування будівлі, де розглядається споживання електричної енергії та заходи з підвищення рівня енергоефективності системи освітлення та ліфтових установок.

3. Визначення рівня енергетичної ефективності будівлі та заходів з її підвищення, де розглядається тепловтрати через огорожувальні конструкції та розрахунок економічних показників для заходів з підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі.

4. Аналіз доцільності впровадження автоматичної системи енергетичного моніторингу та важливість її коректного технічного обслуговування.

5. Оцінка можливостей застосування сонячних панелей на даху житлової будівлі, де розглянуто економічну доцільність впровадження сонячної електростанції.

6. Охорона праці та пожежна безпека, де розглядається правила яких необхідно дотримуватись при встановленні індивідуального теплового пункту.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Для дипломного проєктування було обрано багатоквартирний житловий будинок, збудований в 1983 році. Зовнішні стіни будівлі виконані з керамзитобетонних панелей та вкриті шаром облицювальної плитки. Віконні отвори у квартирах переважно обладнано вікнами з металопластиковими та дерев'яними рамами. Двері вхідних груп металеві неутеплені та неущільнені, обладнані дотягувачами. Тамбурні двері у вхідних групах відсутні. Віконні отвори в місцях загального користування (сходових клітинах) обладнано подвійними склопакетами у металопластикових рамах.

Загальні дані про конструкцію наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальні дані про конструкцію житлової будівлі

Кількість поверхів	9
Кількість квартир в будинку	345
Кількість під'їздів (входів)	10
Опалювальна площа будинку:	25655 м ²
Опалювальний об'єм будинку:	75961 м ³

Зовнішні стіни мають суттєві тріщини. Перед проведенням термомодернізації фасаду слід провести експертизу несучої здатності будівлі. Склад стіни: розчин вапняно-піщаний (густиною $\rho_0 = 1600\text{кг/м}^3$) - 0,01 м; керамзитобетон на керамзитовому піску (густиною $\rho_0 = 1400\text{кг/м}^3$) - 0,38 м; розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0 = 1800\text{кг/м}^3$) - 0,01 м; плити керамічні(густиною $\rho_0 = 2000\text{кг/м}^3$) - 0,01 м. Загальна площа стін у будинку становить 11 990,3 м².

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Оніщенко Ю. Є.			Загальний опис об'єкту	Літ		Аркуш		Аркушів	
Перевір.		Бориченко О. В.						11			
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91					
Н. Контр.		Черкашина Г. І.									
Затвер.											

Опір теплопередачі зовнішніх стін становить $R_{СТ} = 0,78 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$, що не відповідає нормативним значенням [1].

На рисунку 1.1 представлений зовнішній фасад будинку:



Рисунок 1.1 – Зовнішній фасад будівлі

Характеристика віконних конструкцій

На сходових клітинах встановлено металопластикові вікна з подвійним склопакетом, що відповідають сучасним вимогам. Вікна в квартирах також переважно в металопластикових рамах. Загальна площа вікон у будинку становить 3549 м². Опір теплопередачі дерев'яних вікон становить $R_{Д} = 0,36 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$, металопластикових – $R_{МП} = 0,65 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$, що не відповідає нормативним значенням [1].

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

На рисунку 1.2 зображені наявні у будівлі вікна.

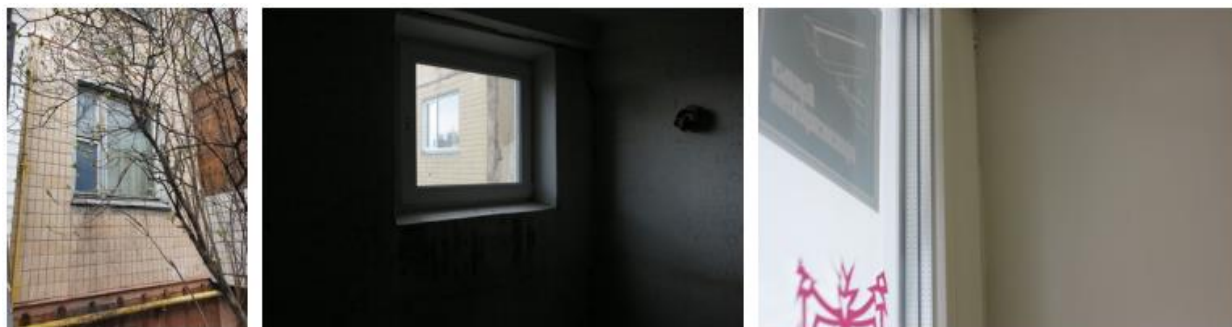


Рисунок 1.2 – Вікна будівлі

Характеристика дверей

Вхідні двері парадних груп металеві неутеплені та неущільнені, обладнані дотягувачами. Слід встановити тамбурні двері у вхідних групах, з метою уникнення втрат тепла в опалювальний період.

Загальна площа головних та допоміжних дверей житлової будівлі складає $F_{\text{дв}} = 26 \text{ м}^2$. Значення термічного опору дверей $R_{\text{дв}} = 0,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, не відповідає мінімальним вимогам [1].

На рисунку 1.3 представлені вхідні двері будинку.



Рисунок 1.3 – Вхідні двері будівлі

Характеристика перекриття (з технічним поверхом)

Дах плаский, наявний неопалювальний технічний поверх. Перекриття складається із: залізобетону (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) - 0,22 м; розчину цементно-піщаного (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) - 0,05 м; виробів

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		13

теплоізоляційних з мінеральної вати на основі базальтового волокна (густиною $\rho_0=75\text{кг/ м}^3$) - 0,05 м. Площа перекриття становить 3097 м², стан - задовільний.

Значення термічного опору перекриття $R_{\Pi} = 1,38 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, що не відповідає мінімальним вимогам [1].

Підвал будинку та цокольне перекриття

Підвал - неопалювальний. Перекриття над підвалом складається з: гравія керамзитового(густиною $\rho_0 = 600\text{кг/м}^3$) - 0,05 м; розчину цементно-піщаний (густиною $\rho_0 = 1800\text{кг/м}^3$) - 0,05 м; залізобетону (густиною $\rho_0 = 2500\text{кг/м}^3$) - 0,22 м.

Значення термічного опору перекриття над підвалом $R_{\Pi} = 1,54 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, що не відповідає мінімальним вимогам [1].

1.2 Характеристика інженерних систем будівлі

Система теплопостачання та ГВП працює з 1983 року, значних модернізацій та замін устаткування не проводилось.

Трубопроводи систем опалення та гарячого водопостачання прокладено в неопалювальному підвалі та на технічному поверсі над останнім житловим поверхом. Система теплопостачання будівлі за чотиритрубною схемою від центральних теплових мереж, регулювання відсутнє. Трубопроводи системи опалення та гарячого водопостачання на даний час мають залишки ізоляції, що не відповідає діючим нормативам і сприяє суттєвим втратам теплової енергії.

Система опалення

Однотрубна (постійний гідравлічний режим), схема розведення трубопроводів – нижня. Матеріал розподільчого трубопроводу – сталь. Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи. Опалювальні прилади – конвектори в кількості 2041 шт.

За проектом будівлі передбачено СРТ теплову схему системи опалення будинку. Такий варіант виконання теплопостачання за проектом розраховано

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

на тепловий графік 150/70 °С, що не виконується компанією-постачальником послуги централізованого теплопостачання. Отже дотримання розрахункової внутрішньої температури в приміщеннях неможливе.

На рисунку 1.4 наведено стан ізоляції трубопроводів будівлі.



Рисунок 1.4 – Трубопроводи житлової будівлі

Система гарячого водопостачання

Система гарячого водопостачання – централізована. Температура подачі гарячої води – 55 °С.

Система вентиляції

Система вентиляції – природня, прилади які забезпечують циркуляцію повітря в приміщенні – відсутні.

1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за три роки

На сьогоднішній день аналіз споживання енергетичних ресурсів не проводиться в будинку. Одним із заходів для підвищення рівня енергоефективності буде встановлення автоматичної системи енергомоніторингу.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Нижче на рисунку 1.5 будуть наведені дані лічильника по споживанню електричної енергії.

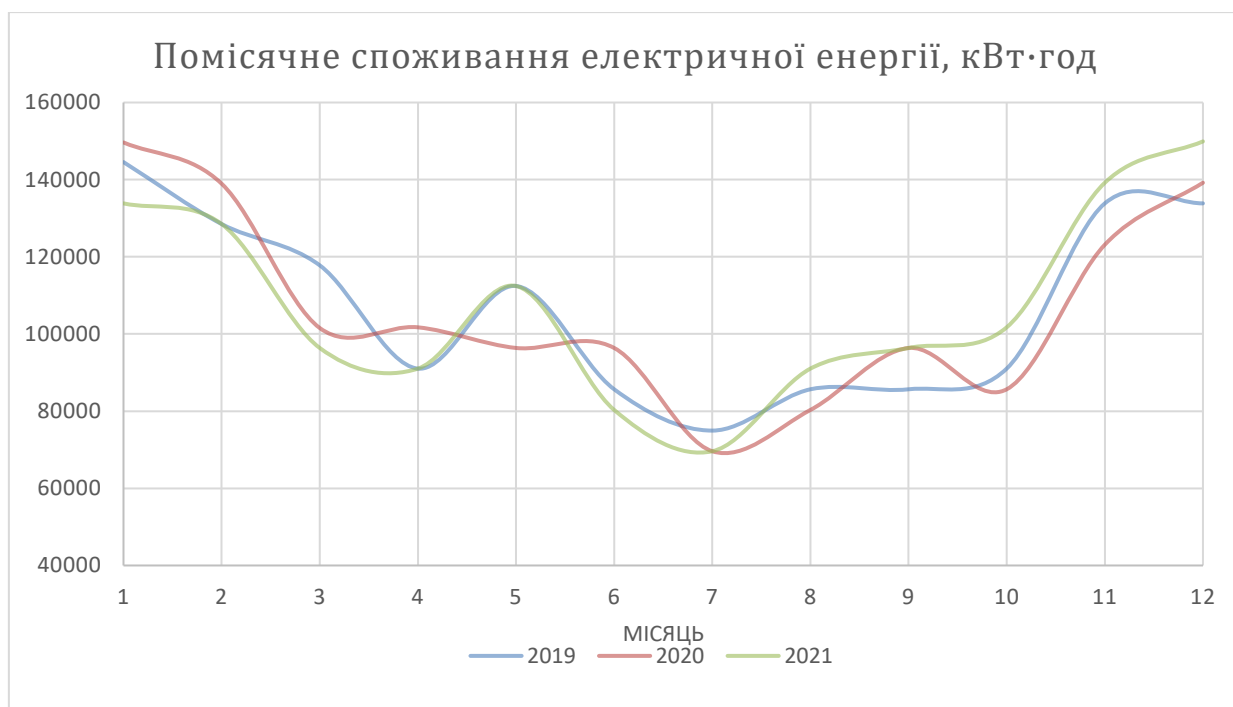


Рисунок 1.5 – Помісячний графік споживання електроенергії

З графіка прослідковується, що взимку споживання електричної енергії значно вище, ніж влітку, що пов'язано з використанням різноманітних електрообігрівачів та іншого енергоємного обладнання, а також з тим, що в зимовий період люди проводять в приміщенні більше часу, ніж в літній період. Окрім того, в деяких квартирах встановлені електричні бойлери.

В таблицю 1.2 занесені дані, використані в графіку споживання електроенергії:

Таблиця 1.2 – Дані по споживанню електроенергії

Місяць	Споживання електроенергії, кВт·год		
	2019	2020	2021
Січень	144562,1	149646,9	133853,8
Лютий	128499,6	138957,9	128499,6
Березень	117791,3	101546,1	96374,7
Квітень	91020,55	101728,8	91020,55
Травень	112437,1	96374,7	112437,1

Продовження таблиці 1.2:

Червень	85666,4	96374,7	80312,25
Липень	74958,1	69603,95	69603,95
Серпень	85666,4	80312,25	91020,55
Вересень	85666,4	96374,7	96374,7
Жовтень	91020,55	85666,4	101728,9
Листопад	133853,8	123145,5	139207,9
Грудень	133853,7	139207,9	149916,2

На рисунку 1.6 наведені дані лічильника по споживанню теплової енергії на потребу опалення.

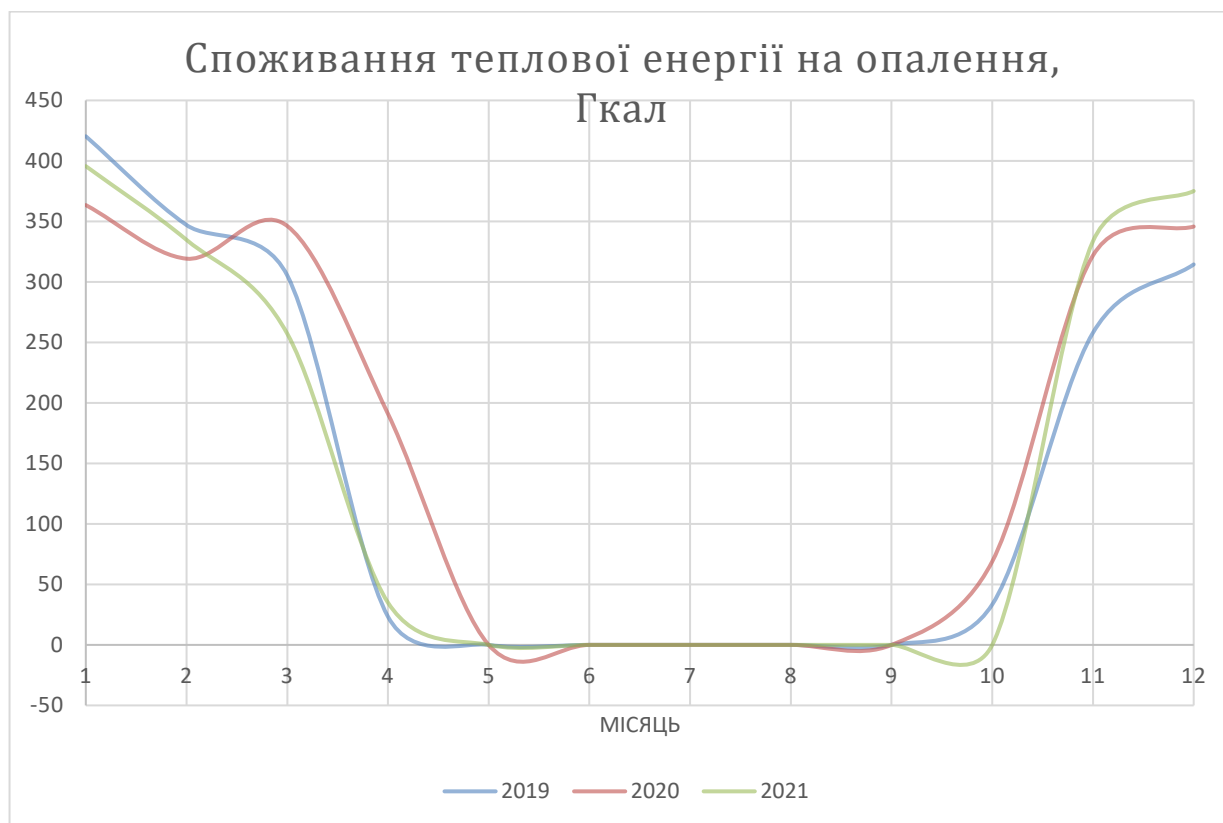


Рисунок 1.6 – Помісячний графік споживання теплової енергії на опалення

Графік споживання теплової енергії на потреби опалення житлової будівлі показує, що на літній період система опалення відключене. Через погану ізоляцію трубопроводів, або місцями її відсутність, наявні значні тепловтрати. За проєктом будівлі передбачено СРТ (ступінчата регенерація

теплоти) теплову схему системи опалення будинку. Такий варіант виконання теплопостачання розраховано на тепловий графік 150/70 °С, що не виконується компанією-постачальником послуги централізованого теплопостачання. Отже, дотримання розрахункової внутрішньої температури в приміщеннях неможливе. Саме тому необхідно модернізувати систему опалення будівлі, шляхом встановлення ІТП (індивідуального теплового пункту) на кожен з двох вводів будівлі та демонтажу існуючих СРТ вузлів.

В таблиці 1.3 показані значення, на основі яких було побудовано графік 1.6.

Таблиця 1.3 – Значення споживання теплової енергії на потребу опалення

Місяць	Споживання теплової енергії на опалення, Гкал		
	2019	2020	2021
Січень	420,36	363,5	395,66
Лютий	347,03	319,2	334,73
Березень	305,37	346,2	257,23
Квітень	23,35	191	34,95
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	33,43	69	0
Листопад	258	321,82	333,63
Грудень	314,43	345,77	375,11

На рисунку 1.7 наведено графік з помісячним споживанням теплової енергії на потреби гарячого водопостачання мешканцями.

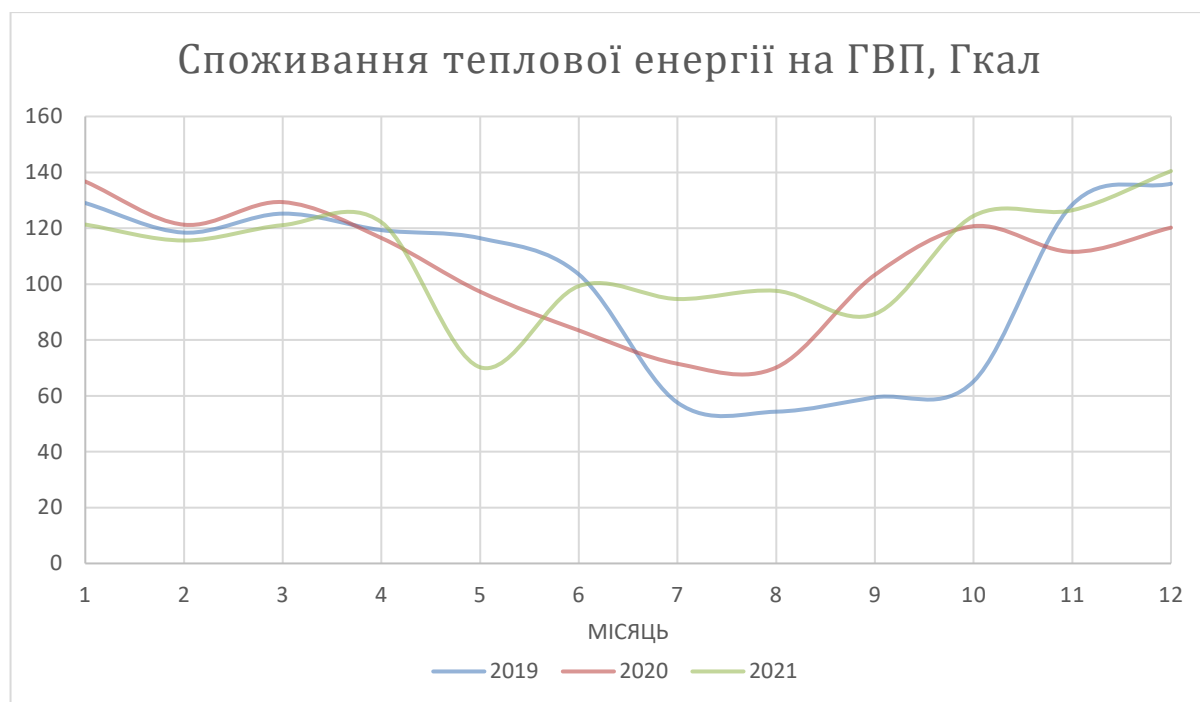


Рисунок 1.7 – Помісячний графік споживання теплової енергії на ГВП

Споживання гарячої води на побутові потреби визначається поведінкою та звичками людей. Окрім централізованого постачання гарячої води, в деяких квартирах встановлені електричні бойлери, що враховано в споживанні електричної енергії.

В таблиці 1.4 наведені дані, використані для побудови графіка 1.7 – споживання теплової енергії на потреби ГВП.

Таблиця 1.4 – Дані по споживанню теплової енергії на потреби ГВП

Місяць	Споживання електроенергії, кВт·год		
	2019	2020	2021
Січень	129,01	136,71	121,31
Лютий	118,43	121,26	115,6
Березень	125,225	129,35	121,1
Квітень	119,315	116,5	122,13
Травень	116,43	97,28	70,23

Продовження таблиці 1.2:

Червень	103,49	83,43	99,27
Липень	57,57	71,48	94,66
Серпень	54,33	70,13	97,58
Вересень	59,47	103,29	89,28
Жовтень	65,17	120,72	124,39
Листопад	128,43	111,54	126,44
Грудень	135,93	120,21	140,45

1.4 Оцінка тарифної політики щодо енергоресурсів

В таблиці 1.5 наведені тарифи на енергетичні ресурси за 2019-21 роки, які були надані головою ОСББ.

Таблиця 1.5 – Тарифи на енергоресурси

Вид енергоресурсу	Централізоване теплопостачання грн./Гкал	Електроенергія грн./кВт·год	Холодна вода грн./м³
2019	1654,41	1,68	20
2020	1655,38	1,68	20
2021	1657,76	1,68	21,5

Найбільші витрати в житлових будівлях зазвичай тягне за собою тепла енергія, тому найбільшу увагу при розробці та впровадженні заходів з енергозбереження слід приділяти саме там, де наявні втрати тепла.

1.5 Характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

Попередньої діяльності для підвищення рівня енергоефективності даної будівлі не проводилось.

Висновки до розділу 1

Теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій житлової будівлі не відповідають сьогodнішнім вимогам державним будівельним нормам. Зовнішні стіни мають суттєві тріщини, через що потрібна експертиза несучої здатності стін. Попередній аналіз показав, що огорожувальні конструкції мають бути утеплені, вікна та двері замінені, труби ізолювані.

Системи опалення, ГВП та ХВП (холодне водопостачання) централізовані, вентиляція відбувається природним шляхом, кондиціонування – індивідуальне на окремі квартири. За весь час існування житлової будівлі комплексних заходів з енергозбереження не проводилось.

Так як будівля отримує теплову енергію централізованим шляхом та наявні трубопроводи неутеплені, маємо суттєві втрати тепла. Саме тому, основна увага має бути приділена заходам зі збереження теплової енергії.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1. Схема електропостачання житлової будівлі та її аналіз

Будівля має однолінійну схему електропостачання та другу категорію надійності електропостачання. Постачання електроенергії до будинку здійснюється по магістральній схемі. Житлова будівля живиться від двотрансформаторної ТП, від щита 0,4 кВ по кабельним 0,38 кВ. У ТП встановлено два трансформатори ТМ 630/10/0,4, номінальна потужність $S=630 \text{ кВ}\cdot\text{А}$, один з яких резервний.

2.2. Визначення, коротка характеристика та оцінка енерго-ефективності споживачів електричної енергії.

Основними споживачами електричної енергії в місцях загального користування житлового будинку є система освітлення та ліфтові установки.

Занесемо наявні дані по обладнанню, що споживає електричну енергію, до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обладнання, що споживає електричну енергію

Група навантаження	Тип обладнання	К-ть, шт.	Встановлена потужність, Вт	Загальна потужність, кВт	Тривалість роботи, год
Система освітлення	Лампи світлодіодні	28	20	560	11
	Лампи розжарювання	2060	100	206000	11
Інше обладнання	Ліфти пасажирські	10	6000	60000	5
Разом:				266560	-

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Оніщенко Ю. Є.				Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті			Лім	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Бориченко О. В.									22	
Реценз.								НН ІЕЕ, гр. ОН-91			
Н. Контр.	Черкашина Г. І.										
Затвер.											

Отже, споживання електроенергії в місцях загального користування складає близько 266,56 кВт. Лампи розжарювання слід замінити на світлодіодні, щоб скоротити частку споживання системою освітлення.

2.3. Повірочний розрахунок навантажень житлової будівлі

Даний розрахунок проведемо згідно з методикою [2]:

$$P_{ж/б} = P_{кв.} + 0,9 \cdot P_{с.} = p_{пит.} \cdot n_{кв.} + 0,9 \cdot K_{ноп.} \cdot P_{лі.} \cdot n_{л.}, \text{ кВт}; \quad (2.1)$$

де: $P_{кв.}$ - активна розрахункова потужність квартир, кВт;

$P_{с.}$ - активна розрахункова потужність силових установок, кВт.

$p_{пит.}$ - питома активна потужність однієї квартири, кВт/квартиру.

$n_{кв.}$ - кількість квартир в будинку.

$K_{ноп.}$ - коефіцієнт попиту ліфтових установок

$n_{л.}$ - кількість ліфтів у будівлі.

$P_{лі.} = 6 \text{ кВт}$ - потужність ліфтових установок, кВт.

Підставляємо значення коефіцієнтів та потужностей в формулу (2.1):

$$P_{ж/б} = 0,87 \cdot 345 + 0,9 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 1 = 354,15 \text{ кВт}.$$

Реактивне навантаження будівлі розраховуємо за наступними формулами:

$$Q_{ж/б} = p_{пит.} \cdot n_{кв.} \cdot \text{tg}\phi + 0,9 \cdot K_{ноп.} \cdot P_{лі.} \cdot n_{л.} \cdot \text{tg}\phi, \text{ квар}; \quad (2.2)$$

$$Q_{ж/б} = P_{кв.} \cdot \text{tg}\phi + 0,9 \cdot P_{с.} \cdot \text{tg}\phi \quad (2.3)$$

де $\text{tg}\phi$ - коефіцієнт реактивного навантаження.

Підставляємо значення коефіцієнтів та навантажень у формулу (2.2):

$$Q_{ж/б} = 0,87 \cdot 345 \cdot 0,29 + 0,9 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1,17 = 93,36 \text{ квар}.$$

Розраховуємо навантаження на трансформатор за наступною формулою:

$$S_{ТП1} = \sqrt{P_{жб}^2 + Q_{жб}^2}. \quad (2.4)$$

Підставляємо значення активного та реактивного навантаження будівлі в формулу (2.4):

$$S_{ТП1} = \sqrt{354,15^2 + 93,36^2} = 366,25 \text{ кВА}.$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення в місцях загального користування

Виконаємо перевірку дотримання норм з освітленості у коридорі згідно методики [3]. Згідно [4] розряд зорових робіт при загальній системі освітлення має забезпечуватись 200 лк.

Місця загального користування мають наступні розміри: довжина – 7 м, ширина – 3 м, висота – 2,5 м. Коефіцієнти відбиття 30/10/10.

Більшість в системі освітлення становлять лампи розжарювання 100 Вт E27 230 В прозорі зі світловим потоком 1200 лм в кількості 10 штук.

Розрахуємо індекс приміщення за наступною формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (2.5)$$

Підставимо геометричні розміри приміщення в формулу (2.5):

$$i = \frac{7 \cdot 3}{2,5 \cdot (7 + 3)} = 0,84.$$

Отримуємо значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta=0,21$ згідно [4].

Приймаємо $k_3 = 1,3$, коеф. нерівномірності $z = 1,1$.

Розрахуємо освітленість приміщення за наступною формулою:

$$E_{\phi} = \frac{F_{\lambda} \cdot N \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} \quad (2.6)$$

Підставляємо значення площі, коефіцієнтів, освітленості та кількості ламп у формулу (2.6):

$$E_{\phi} = \frac{3300 \cdot 10 \cdot 0,21}{21 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 83,92 \text{ лк}$$

Виконаємо перевірку на відповідність нормативному значенню за наступною формулою:

$$\delta = \frac{|E_{\phi} - E_n|}{E_n} \cdot 100\%. \quad (2.7)$$

$$\delta = \frac{|83,92 - 200|}{200} \cdot 100\% = 58,04 \%$$

За результатом перевірки бачимо, що норма не дотримується.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі

В таблиці 2.2 наведемо значення споживання електричної енергії в місцях загального користування для побудови балансу електричної енергії.

Таблиця 2.2 – Дані для побудови балансу електроенергії

	К-сть, шт.	Потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Середня тривалість роботи, год/рік	Річне споживання, кВт год
Лампи світлодіодні	28	0,56	1	4015	2248,4
Лампи розжарювання	2060	206	1	4015	827090
Ліфти пасажирські	10	60	0,6	1825	109500

На рисунку 2.1 наведемо діаграму балансу електроенергії для місяць загального користування (МЗК) житлової будівлі.

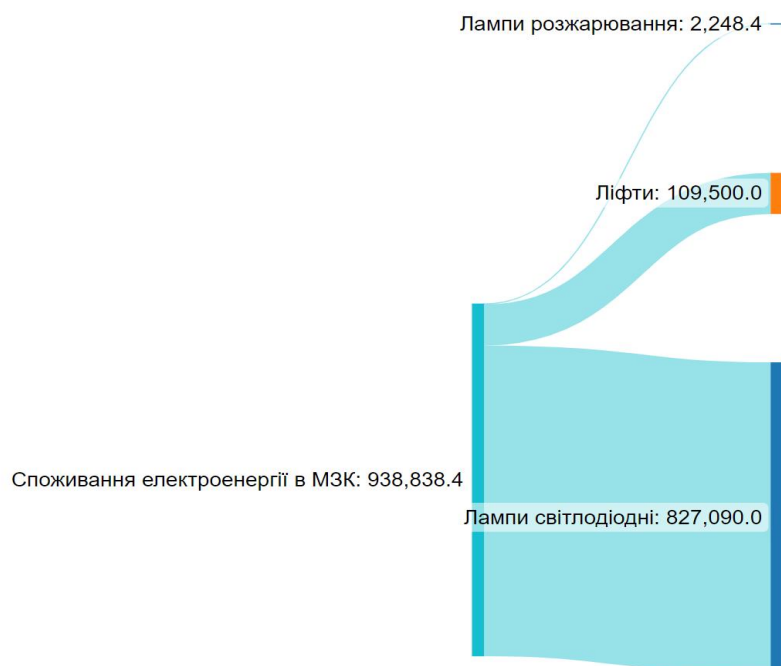


Рисунок 2.1 – Баланс споживання електроенергії в місцях загального користування житлової будівлі

2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті

В будівлі встановлений однофазний лічильник NIK 2100 AP6T.2200.M.11. Облік електричної енергії ведеться вручну, автоматизована система енергетичного моніторингу не встановлена.

2.7 Розроблення заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії

Заміна ламп розжарювання на світлодіодні

Місця загального користування освітлюються переважно лампами розжарювання E27, які мають погану світловіддачу та невеликий термін служби.

Пропонується замінити лампи E27 на світлодіодні лампи ЕВРОСВЕТ 60Вт 6400К (VIS-60-E27) [5].

Обрана світлодіодна лампа показана на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Світлодіодна лампа ЕВРОСВЕТ 60Вт 6400К

Розрахуємо річну економію електричної енергії від заміни ламп за наступною формулою:

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$\Delta E = 0,4 \cdot 827090 = 330836 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}, \quad (2.8)$$

де 0,4 – коефіцієнт зниження споживання за рахунок встановлення більш економічних ламп.

Розрахуємо річну економію електричної енергії в грошовому еквіваленті за наступною формулою:

$$E = 330836 \cdot 1,68 = 555804,5 \text{ грн}, \quad (2.9)$$

де 1,68 грн – тариф на електричну енергію для населення.

Вартість однієї лампи – 431 грн (необхідно замінити 2060 штук), встановлення ламп вважаємо безкоштовним.

Розрахуємо капітальні витрати на впровадження даного заходу за наступною формулою:

$$B = 431 \cdot 2060 = 887860 \text{ грн}. \quad (2.10)$$

Далі визначаємо простий період окупності заходу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{887860}{555804,5} = 1,6 \text{ року}.$$

Отже, заміна ламп розжарювання на світлодіодні має достатньо швидкий термін окупності і є доцільним до впровадження заходом.

Встановлення датчиків руху в місцях загального користування

Пропонуємо встановити датчики руху в місцях загального користування, що дозволить використовувати освітлення лише за присутності людини в приміщенні.

Обрані датчики ЕВРОСВЕТ SE-01 360° призначені для монтажу на стіні. В середині SE-01 детектори, що визначають день та ніч. Датчик витримує максимальне навантаження 1200 Вт. У момент виявлення руху датчик спрацьовує і вмикається світло. Операційний час: від 10 сек. до 2 хв. Після вимикання світла пристрій переходить в стан відстеження/ Пристрій повинен бути постійно включеним [6].

Покажемо вигляд обраного датчику руху на рисунку 2.3.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Рисунок 2.3 – Датчик руху ЕВРОСВЕТ SE-01 360°

Лампи в місцях загального користування горять всю темну частину доби. Прийmemo, що завдяки датчикам руху ми скоротимо термін роботи ламп на 30% і, відповідно, споживання ними електричної енергії.

Тоді розрахуємо економію електроенергії від встановлення датчиків за наступною формулою:

$$\Delta E = 0,3 \cdot 496254 = 148876,2 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}, \quad (2.11)$$

де 496254 кВт·год/рік – споживання електроенергії системою освітлення після встановлення світлодіодних ламп.

Розрахуємо річну економію електричної енергії в грошовому еквіваленті за наступною формулою:

$$E = 148876,2 \cdot 1,68 = 250112,02 \text{ грн}, \quad (2.12)$$

де 1,68 грн – тариф на електричну енергію для населення.

Вартість однієї лампи – 374 грн (необхідно встановити 120 штук), встановлення одного датчика 420 грн [7].

Розрахуємо капітальні витрати на впровадження даного заходу за наступною формулою:

$$B = (374 + 420) \cdot 120 = 95280 \text{ грн}. \quad (2.13)$$

Далі визначаємо простий період окупності заходу:

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$T_{\text{ок}} = \frac{95280}{250112,02} = 0,4 \text{ року.}$$

Даний захід зі встановлення датчиків руху є швидкоокупним.

Висновки до розділу 2

В даному розділі було проаналізовано систему електропостачання житлової будівлі. Будинок має однолінійну схему електропостачання. Постачання електроенергії до будинку здійснюється по магістральній схемі. Житлова будівля живиться від двотрансформаторної ТП, від щита 0,4 кВ по кабельним 0,38 кВ. У ТП встановлено два трансформатори ТМ 630/10/0,4, номінальна потужність $S=630 \text{ кВ}\cdot\text{А}$, один з яких резервний.

Було проаналізовано споживання електричної енергії системою освітлення та пасажирськими ліфтовими установками в місцях загального користування мешканцями будинку.

Також в ході роботи було розглянуто наступні заходи:

- 1) Заміна старих ламп розжарювання E27 100 Вт в місцях загального користування на світлодіодні лампи ЕВРОСВЕТ 60Вт в кількості 2060 штук;
- 2) Встановлення датчиків руху в місцях загального користування ЕВРОСВЕТ SE-01 360°.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		29

З ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях

Нормативну базу, яка визначає вимоги до енергоефективності будівель складають наступні документи: [8-17].

Головним документом, який має пріоритет над іншими є [8]. ЗУ “Про енергетичну ефективність” забезпечує комплексну основу для сприяння та регулювання енергоефективності в країні. Він наголошує на важливості енергетичних аудитів, сертифікатів енергетичної ефективності, фінансових стимулів і зобов’язань для постачальників енергії. Впроваджуючи положення цього закону, Україна прагне зменшити споживання енергії, підвищити енергоефективність і рухатися до більш сталого енергетичного майбутнього.

Економічно доцільний рівень мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель розраховується відповідно до методики, яка розроблена відповідно до вимог актів законодавства Європейського Союзу, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель та затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва [8].

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель описані в [18].

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель згідно [13] в таблиці 3.1.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Енергетичний аудит системи теплопостачання житлового будинку	Лім	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Оніщенко Ю. Є.						30	
Перевір.	Шовкалюк М. М.							
Реценз.								
Н. Контр.	Черкашина Г. І.					ІЕЕ, гр. ОН-91		
Затвер.								

Таблиця 3.1 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin} .

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від R_{qmin} , за умови виконання вимог, описаних в [13].

В ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» прописано, що будівлі після впровадження енергоефективних заходів або нові будівлі повинні мати клас енергоефективності не нижче за «С» [8].

3.2 Визначення теплового навантаження будівлі Огороджувальні конструкції

Житлова будівля розташована в Київській області - I температурна зона, згідно [13].

За наявними геометричними розмірами та складом огорожувальних конструкцій розрахуємо теплові втрати, користуючись довідковою літературою.

Непрозорі огорожувальні конструкції

Сумарна площа зовнішніх стін житлової будівлі складає $F_{\text{ст}} = 11990,3 \text{ м}^2$.

Матеріали, з яких складаються стіни:

- керамзитобетон на керамзитовому піску $\lambda = 0,65 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,38 \text{ м}$;
- розчин вапняно-піщаний $\lambda = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$;
- розчин цементно-піщаний $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$;
- плити керамічні $\lambda = 1,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$.

Визначаємо термічний опір зовнішніх стін та співставляємо з нормативним значенням для I-ї температурної зони:

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6}. \quad (3.1)$$

Підставимо значення у формулу (3.1):

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,51}{0,65} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{1}{8,7} = 0,975 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для I-ї зони, мінімально допустимий термічний опір для зовнішніх стін за [13]: $R_{q \text{ min}} = 4 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}$; $R_{q \text{ min}} > R_{\text{ст}}$.

За результатами порівняння термічних опорів робимо висновок, що зовнішні стіни потрібно утеплити.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Далі знаходимо коефіцієнт теплопередачі стіни за формулою:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{R_{\text{ст}}}. \quad (3.2)$$

У формулу (3.2) підставляємо необхідні значення:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{0,975} = 1,03 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Світлопрозорі огорожувальні конструкції

В будівлі наявні металопластикові вікна з подвійним склопакетом, а також дерев'яні з подвійним склінням. Загальна площа металопластикових вікон становить $F_{\text{в}} = 3178,88 \text{ м}^2$, а вікон з дерев'яною рамою становить близько $370,44 \text{ м}^2$.

Термічний опір для даних металопластикових вікон:

$$R_{\text{МП}} = 0,65 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі металопластикового вікна визначаємо за формулою (3.2):

$$k_{\text{МП}} = \frac{1}{0,65} = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Для вікон з дерев'яною рамою термічний опір складає:

$$R_{\text{ДВ}} = 0,36 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі дерев'яного вікна визначаємо за формулою (3.2):

$$k_{\text{ДВ}} = \frac{1}{0,36} = 2,77 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Значення мінімального термічного опору для вікон за [13] для І-ї зони:

$$R_{\text{в}} = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{\text{в}} < R_{q \text{ min}}.$$

За розрахунками бачимо, що наявні світлопрозорі конструкції не відповідають сучасним вимогам і мають бути замінені на ті, що мають кращі показники.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Дверні конструкції

Вхідні двері парадних груп металеві неутеплені та неущільнені, обладнані дотягувачами. Загальна площа дверей рівна 26,08 м².

Термічний опір металевих дверей становить:

$$R_d = 0,33 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі металевих дверей знайдемо за формулою (3.2):

$$k_{\text{д.м.}} = \frac{1}{0,33} = 3,03 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Значення мінімального термічного опору для дверей за [13] для І-ї зони:

$$R_d = 0,7 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_d < R_{q \text{ min}}.$$

З розрахунків бачимо, що наявні дверні конструкції потребують заміни на новіші, з вищими показниками.

Дах (перекриття)

Дах плаский, наявний неопалювальний технічний поверх.

Дахове перекриття складається із:

- залізобетону - $\lambda = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,22 \text{ м}$;
- розчину цементно-піщаного - $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,05 \text{ м}$;
- виробів теплоізоляційних з мінеральної вати на основі базальтового волокна - $\lambda = 0,047 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, товщина $\delta = 0,05 \text{ м}$.

Термічний опір перекриття визначаємо за формулою (3.1):

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{6} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,05}{0,047} + \frac{1}{8,7} = 1,51 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі дахового перекриття знаходимо за формулою (3.2):

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$k_{\text{дах}} = \frac{1}{1,51} = 0,66 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}.$$

Значення мінімального термічного опору для дахового перекриття за [13] для І-ї зони:

$$R_{\text{дах}} = 5 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}; R_{\text{дах}} < R_{q \text{ min}}.$$

З розрахунків бачимо, що значення термічного опору перекриття також не відповідає нормам [6]. Тому слід провести захід з утеплення дахового перекриття.

Підлога над неопалювальним підвалом

Перекриття підвалу складається з плитки, цементно-піщаного розчину та залізобетонних плит:

- залізобетонні плити з $\lambda = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta = 0,22 \text{ м}$;
- цементно-піщаний розчин $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta = 0,005 \text{ м}$;
- плити з туфу $\lambda = 0,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщина $\delta = 0,005 \text{ м}$;

Розрахуємо термічний опір підлоги за формулою (3.1):

$$R_n = \frac{1}{6} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,005}{0,29} + \frac{1}{8,7} = 0,404 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги визначається за формулою (3.2):

$$k_n = \frac{1}{0,404} = 2,474 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$$

Для II зони, значення мінімального термічного опору для підлоги за [13]:

$$R_n = 3,3 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}; R_n < R_{\text{wmin}}$$

Термічний опір не відповідає нормованому значенню, необхідне утеплення підвального приміщення.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Визначення втрат теплоти для всіх видів огорожувальних конструкцій

Тепловтрати через зовнішні стіни визначаємо за наступною формулою:

$$Q_{\text{ст}} = \sum K_{\text{ст}} \cdot F_{\text{ст}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n_{\text{ст}}. \quad (3.3)$$

Значення β для північних непрозорих огорожувальних конструкцій дорівнює 10%, для східної та західної – 5%, для південної – 0%.

Для розрахунку приймаємо температуру внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$, а зовнішнього повітря $t_{\text{з}} = -22^\circ\text{C}$ (для м. Києва),

Площа зовнішніх стін південного фасаду – 2771,1 м², північного – 3554,7 м², східного – 2546,9 м² та західного – 3171,6 м².

Підставляємо значення у формулу (3.3):

$$Q_{\text{ст}} = 1,03 \cdot (3554,7 \cdot 1,1 + 2771,1 + (2546,9 + 3171,6) \cdot 1,05) \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 522,65 \text{ кВт} = 0,449 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Далі визначаємо втрати теплоти через вікна за формулою:

$$Q_{\text{вік}} = \sum K_{\text{вік}} \cdot F_{\text{вік}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n_{\text{вік}}. \quad (3.4)$$

Загальна площа дерев'яних вікон, що мають північну орієнтацію – 171,36 м², південну – 53,34 м², західну – 75,18 м² та східну – 70,56 м².

Загальна площа металопластикових вікон, що мають північну орієнтацію – 699,66 м², південну – 534,62 м², західну – 1087,38 м² та східну – 857,22 м².

Підставляємо ці значення у формулу (3.4) для дерев'яних та металопластикових вікон:

$$Q_{\text{в}} = (2,77 \cdot (171,36 \cdot 1,1 + 53,34 + (75,18 + 70,56) \cdot 1,05) + 1,54 \cdot (699,66 \cdot 1,1 + 534,62 + (1087,38 + 857,22) \cdot 1,05)) \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 207,21 \text{ кВт} = 0,178 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Втрати теплоти через зовнішні двері розраховуються за формулою:

$$Q_{\text{дв}} = \sum K_{\text{дв}} \cdot F_{\text{дв}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n_{\text{дв}}. \quad (3.5)$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Загальна площа металевих дверей, що мають північну орієнтацію -13,6 м², південну – 10,88 м² та східну – 1,6 м².

Підставляємо ці значення у попередню формулу (3.5):

$$Q_{\text{дв}} = (3,03 \cdot (13,6 \cdot 1,1 + 10,88 + (1,6 + 0) \cdot 1,05)) \cdot (18 - (-22)) \cdot 1$$

$$= 3,34 \text{ кВт} = 0,00287 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Тепловтрати через дах будинку розраховуються за такою формулою:

$$Q_{\text{дах}} = \sum K_{\text{дах}} \cdot F_{\text{дах}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n_{\text{дах}}. \quad (3.6)$$

Загальна площа даху становить 3097 м². Підставляємо це значення у формулу (3.6):

$$Q_{\text{дах}} = 0,66 \cdot 3097 \cdot (18 - (-22)) \cdot 0,9 = 73,58 \text{ кВт} = 0,063 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Тепловтрати через перекриття підлоги визначаємо за наступною формулою:

$$Q_{\text{підлога}} = K_{\text{підлога}} \cdot F_{\text{підлога}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}). \quad (3.7)$$

Загальна площа перекриття підлоги складає 3097 м². Підставляємо це значення у формулу (3.7):

$$Q_{\text{підлога}} = 1,44 \cdot 3097 \cdot (18 - (-22)) \cdot 0,3 = 53,52 \text{ кВт} = 0,046 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

А тепер визначаємо загальні тепловтрати через всі огорожувальні конструкції за наступною формулою:

$$Q = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{д}} + Q_{\text{дах}} + Q_{\text{підлога}}. \quad (3.8)$$

Далі підставляємо всі необхідні значення у формулу (3.8):

$$Q = 522,65 + 207,21 + 3,34 + 73,58 + 53,52 = 860,3 \text{ кВт} = 0,74 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Також розраховуємо втрати тепла через природну вентиляцію за наступною формулою:

$$Q_{\text{інф}} = 0,337 \cdot V_o \cdot 0,6 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}). \quad (3.9)$$

де V_o - опалювальний об'єм квартир, який складає 45576,6 м³.

Підставляємо всі значення в формулу (3.9):

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		37

$$Q_{\text{інф}} = 0,337 \cdot 45576,6 \cdot 0,6 \cdot (18 - (-22)) = 368,624 \text{ кВт} = 0,317 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Сумарні теплові втрати будинку,

$$Q_{\Sigma} = Q + Q_{\text{інф}}. \quad (3.10)$$

Підставимо значення тепловтрат через інфільтрацію та огорожувальні конструкції в (3.10):

$$Q_{\Sigma} = Q + Q_{\text{інф}} = 860,3 + 368,624 = 1228,924 \text{ кВт} = 1,057 \text{ Гкал}.$$

Занесемо розраховані величини тепловтрат та коефіцієнти теплопередачі огорожувальних конструкцій житлового будинку до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Теплове навантаження приміщення оздоровчого закладу

№	Найменування	Умовні позначення	Одиниця виміру	Значення
Вихідні дані				
Коефіцієнти теплопередачі огорожувальних конструкцій				
1	Коефіцієнт теплопередачі стін	$K_{\text{стін}}$	(Вт/м²К)	1,03
2	Коефіцієнт теплопередачі вікон в: металопластикових рамах дерев'яних рамах	$K_{\text{МП}}$ $K_{\text{ДВ}}$	(Вт/м²К)	1,54 2,77
3	Коефіцієнт теплопередачі дверей	$K_{\text{дверей}}$	(Вт/м²К)	3,03
4	Коефіцієнт теплопередачі дахового перекриття	$K_{\text{стелі}}$	(Вт/м²К)	0,66
5	Коефіцієнт теплопередачі підлоги	$K_{\text{підлоги}}$	(Вт/м²К)	1,44
Тепловтрати через огорожувальні конструкції				
1	Тепловтрати через стіни	$Q_{\text{ст}}$	кВт	522,65
2	Тепловтрати через вікна	$Q_{\text{в}}$	кВт	207,21
3	Тепловтрати через двері	$Q_{\text{дв}}$	кВт	3,34
4	Тепловтрати через дахове перекриття	$Q_{\text{с}}$	кВт	73,58
5	Тепловтрати через підлогу	$Q_{\text{п}}$	кВт	53,52
6	Тепловтрати через природну вентиляцію	$Q_{\text{інф}}$	кВт	368,624
7	Сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції	$Q_{\text{ок}}$	кВт	1228,924

Покажемо на діаграмі (рис. 3.1) наявні розраховані тепловтрати через огорожувальні конструкції та вентиляцію житлової будівлі.

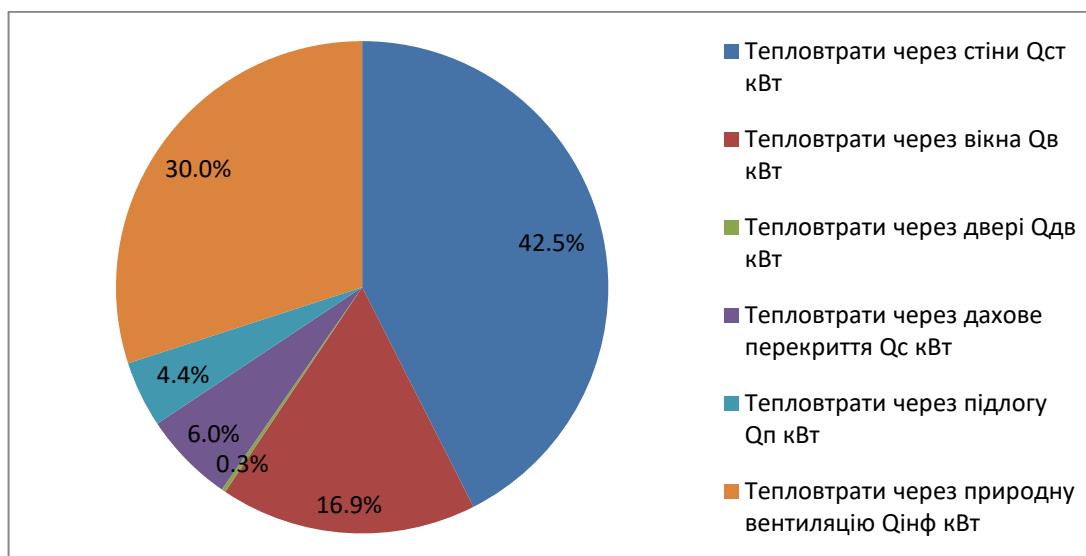


Рисунок 3.1 – Тепловтрати через огорожувальні конструкції та вентиляцію житлової будівлі

3.3 Розроблення заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій житлової будівлі

Заміна застарілих вікон з низьким опором теплопередачі

Подальші розрахунки здійснюємо згідно методики [18].

Утеплення стін мінеральною ватою

Поточна величина термічного опору зовнішніх стін не відповідає чинним вимогам [13].

Для економії тепла пропонуємо утеплити стіни шаром мінеральної вати товщиною 15 см. Також під час утеплення фасадів слід передбачити ізоляцію зовнішніх укосів усіх отворів огорожувальних конструкцій (наприклад, вікон і дверей).

На рисунку 3.2 зображено приклад утеплення стіни мінеральною ватою.

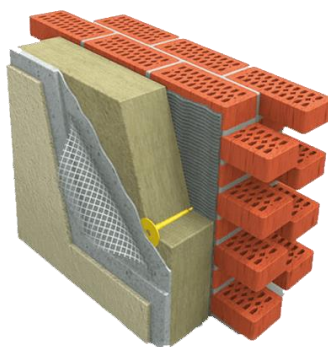


Рисунок 3.2 – Утеплення стіни мінеральною ватою

Для утеплення обираємо мін. вату виробника Izovat густиною 145 кг/м³ [21], яка має ціну 771,73 грн/м².

Площа фасадів, які необхідно утеплити, складає 11990,3 м². Орієнтовна вартість впровадження заходу з утеплення фасадів наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Орієнтовна вартість впровадження заходу з утеплення фасадів

Стаття витрат	Од. вим.	К-сть	Ціна за од., грн.	Вартість, грн.
Грунтівка	шт.	30	467	14010
Розпірний дюбель (з металевим стрижнем і термоголівкою)	шт.	7500	9,81	73575
Клей для приклеювання плит мінвати	шт.	350	376	131600
Сітка армована	шт.	25	1746	43650
Мінеральна вата Izovat	м	14000	771,73	10804220
Фарба ґрунтуюча	шт.	35	1354	47390
Перфорований кутник з сіткою ПВХ	м/п	550	6,7	3685
Штукатурка декоративна С 1,5 мм	шт.	130	1964	255320
Плівка, наждачний папір, малярська стрічка				2000
Монтажні роботи				25000
Робочий проєкт				10000
Всього				11410450

Розрахуємо термічний зовнішніх стін, вкритих шаром мін. вати 15 см за формулою (3.1):

$$R_{\text{н.ст.}} = \frac{1}{23} + \frac{0,51}{0,65} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{1}{8,7} = 3,86 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Далі за формулою (3.2) розрахуємо новий коефіцієнт теплопровідності зовнішніх стін будівлі:

$$k_{\text{н.ст.}} = \frac{1}{3,86} = 0,26 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Зниження тепловтрат через зовнішні стіни будинку визначаємо за формулою:

$$\Delta Q_{\text{ст}} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{\text{ст}}} - \frac{1}{R_{\text{н.ст}}} \right) \cdot F_{\text{ст}_i} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \right) \cdot b_u (1 + \Sigma \beta). \quad (3.11)$$

Підставляємо всі значення в формулу (3.11) і отримуємо:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1}{0,975} - \frac{1}{3,86} \right) \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 \\ & \cdot \sum (3554,7 \cdot 1,1 + 2771,1 + (2546,9 + 3171,6) \cdot 1,05) \\ & = 388,98 \text{ кВт} = 0,335 \text{ Гкал}. \end{aligned}$$

Далі визначимо економію теплової енергії для за наступною формулою:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.ст.}} = \Delta Q_{\text{ст}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (3.12)$$

де $t_{\text{с.о.}} = -0,1 \text{ } ^\circ\text{C}$, для м. Києва.

Підставимо значення споживання в формулу (3.12):

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.ст.}} = 388980 \cdot \frac{18 - (-0,1)}{18 - (-22)} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 639,28 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо економічну вигоду від заходу з утеплення фасадів будівлі за наступною формулою.

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.ст.}} \cdot T, \quad (3.13)$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		41

При тарифі Т на теплову енергію 1654,41 грн/Гкал розрахуємо річну економію витрат, підставивши значення у формулу (3.13):

$$\Delta E = 639,28 \cdot 1654,41 = 1057631,23 \text{ грн/рік.}$$

Простий термін окупності даного заходу розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{B}{\Delta E}, \quad (3.14)$$

Приблизні витрати на утеплення фасадів мін. ватою складуть $B = 11410450$ грн. Підставляємо це значення в формулу (3.14):

$$T = \frac{11\,410\,450}{1057631,23} = 10,8 \text{ років.}$$

Утеплення даху мінеральною ватою

Наразі покрівля має недостатній шар теплоізоляції. Значення коефіцієнта теплопередачі перекриття не відповідає нормам [13], тому пропонуємо покласти шар мінеральної вати, аналогічний до попереднього заходу.

На рисунку 3.3 покажемо схему накладання теплоізоляції покрівлі.

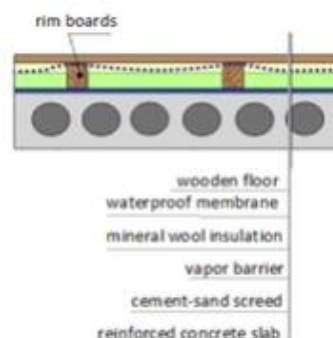


Рисунок 3.3 – Схема накладання теплоізоляції на перекриття

Площа перекриття, яке планується утеплити складає 3097 м², мін. ватою виробника Izovat густиною 145 кг/м³ [21]. Вартість, в якій враховано всі матеріали та роботи, складає 700 грн/ м².

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Розрахуємо термічний дахового перекриття, вкритого шаром мін. вати 10 см за формулою (3.1):

$$R_{\text{н.дах}} = \frac{1}{6} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,05}{0,047} + \frac{0,1}{0,048} + \frac{1}{8,7} = 3,59 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Далі за формулою (3.2) розрахуємо новий коефіцієнт теплопровідності дахового перекриття будівлі:

$$k_{\text{н.дах}} = \frac{1}{3,59} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Розрахуємо зниження тепловтрат через дах будинку визначаємо за формулою:

$$\Delta Q_{\text{н.дах}} = \left(\frac{1}{R_{\text{дах}}} - \frac{1}{R_{\text{н.дах}}} \right) \cdot F_{\Gamma} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot b_u; \quad (3.15)$$

Підставимо всі значення у формулу (3.15):

$$\Delta Q_{\text{н.дах}} = \left(\frac{1}{1,51} - \frac{1}{3,59} \right) \cdot 3097 \cdot (18 - (-22)) \cdot 0,9 = 42,78 \text{ кВт.}$$

Далі визначаємо зниження втрат теплової енергії за наступною формулою:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.дах}} = (\Delta Q_{\text{н.дах}}) \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (3.16)$$

Підставимо значення споживання в формулу (3.16):

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.ст}} = 42780 \cdot \frac{18 - (-0,1)}{18 - (-22)} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 70,31 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо економічну вигоду від заходу з утеплення даху будинку за наступною формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.дах}} \cdot T, \quad (3.17)$$

При тарифі Т на теплову енергію 1654,41 грн/Гкал розрахуємо річну економію витрат за (3.17):

$$\Delta E = 70,31 \cdot 1654,41 = 116321,57 \text{ грн.}$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		43

Простий термін окупності даного заходу розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{B}{\Delta E} \quad (3.14)$$

Приблизні витрати на утеплення даху мін. ватою складуть 5336502,64 грн. Підставляємо це значення в формулу (3.14):

$$T = \frac{3097 \cdot 700}{116321,57} = 18,7 \text{ років.}$$

Утеплення підлоги плитами пінополістиролу

В житловій будівлі наявний нетеплоізований неопалювальний підвал, через який йде значна частина втрат теплової енергії. Саме тому, потрібно провести розрахунки для утеплення та рекомендувати захід до впровадження.

Для впровадження даного заходу необхідно виконати наступні додаткові роботи:

- відновлення відмостки;
- ремонт фундаменту будівлі;
- приведення приміщення підвалу до належного стану.

Дані додаткові витрати не входитимуть в розрахунок утеплення.

Наведемо на рисунку 3.4 схематичне зображення утепленої підлоги.



Рисунок 3.4 – Приклад утеплення перекриття підлоги

Загальна площа підлоги, яку планується утеплювати складає 3097 м² плитами пінополістиролу (ППС), яку пропонує надавач послуг з утеплення [22]. Ціна, в якій враховано всі матеріали та роботи, складає 800 грн/ м².

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Розрахуємо термічний підлоги, вкритої шаром ППС 10 см за формулою (3.1):

$$R_{\text{н.п}} = \frac{1}{6} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,05}{0,2} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{1}{8,7} = 3,33 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Далі за формулою (3.2) розрахуємо новий коефіцієнт теплопровідності підлоги над неопалювальним підвалом будівлі:

$$k_{\text{н.п}} = \frac{1}{3,33} = 0,301 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Зниження тепловтрат через перекриття над неопалювальним підвалом визначаємо за формулою:

$$\Delta Q_{\text{н.п}} = \left(\frac{1}{R_{\text{п}}} - \frac{1}{R_{\text{н.п}}} \right) \cdot F_{\text{п}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot b_u. \quad (3.18)$$

Підставимо всі необхідні значення в (3.18):

$$\Delta Q_{\text{н.п}} = \left(\frac{1}{0,693} - \frac{1}{3,33} \right) \cdot 3097 \cdot (18 - (-22)) \cdot 0,3 = 42,47 \text{ кВт}.$$

Далі визначаємо економію теплової енергії за наступною формулою:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.п}} = \Delta Q_{\text{н.п}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (3.19)$$

Підставимо значення в формулу (3.19):

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.п}} = 42470 \cdot \frac{18 - (-0,1)}{18 - (-22)} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 69,8 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо економічну вигоду від заходу з утеплення підлоги будинку за наступною формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.п}} \cdot T, \quad (3.20)$$

При тарифі Т на теплову енергію 1654,41 грн/Гкал розрахуємо річну економію витрат:

$$\Delta E = 69,8 \cdot 1654,41 = 115477,82 \text{ грн/рік}.$$

Простий термін окупності даного заходу розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{B}{\Delta E} \quad (3.14)$$

Витрати на утеплення перекриття з неопалювальним підвалом плитами ППС складуть 2477600 грн. Підставляємо це значення в формулу (3.13):

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$T = \frac{3097 \cdot 800}{115477,82} = 21,5 \text{ рік.}$$

Заміна вікон житлової будівлі

Пропонуємо заміну старих дерев'яних вікон в житловій будівлі на металопластикові з двокамерним склопакетом з вищим термічним опором, що дозволить зменшити втрати теплової енергії.

На рисунку 3.5 наведемо приклад вікон з двокамерним склопакетом.



Рисунок 3.5 – Конструкція вікна з двокамерним склопакетом

Нові вікна матимуть опір теплопередачі:

$$R_{н.в} = 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Далі розрахуємо теперішні втрати теплової енергії через дерев'яні вікна:

$$Q_{в.д.існ} = K_{існ} \cdot F_d \cdot \Delta t = \frac{1}{R_{д.в.}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{зовн}). \quad (3.21)$$

Підставляємо всі необхідні значення в формулу (3.21):

$$Q_{в.д.існ} = \frac{1}{0,36} \cdot 370,44 \cdot (18 - (-22)) = 41,16 \text{ кВт.}$$

За наступною формулою розрахуємо тепловтрати після заміни дерев'яних вікон на двокамерні металопластикові:

$$Q_{в.д.нов} = \frac{1}{R_{нов}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{зовн}). \quad (3.22)$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Далі підставимо у формулу значення термічного опору нових вікон:

$$Q_{\text{в.д.нов}} = \frac{1}{0,6} \cdot 370,44 \cdot (18 - (-22)) = 24,69 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо економію за рік за рахунок зменшення теплопередачі за наступною формулою:

$$Q_1 = \Delta Q \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}. \quad (3.23)$$

Підставляємо значення втрат теплової енергії в (3.23):

$$Q_1 = (41160 - 24690) \cdot \frac{18 - (-0,1)}{18 - (-22)} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 27,07 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Скорочення тепловтрат за рахунок зниження інфільтрації розрахуємо за наступною формулою:

$$\Delta Q_2 = \Delta n_{\text{об}} \cdot V \cdot \rho \cdot c_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-6} / (3600 \cdot 1,163) \quad (3.24)$$

де $\Delta n_{\text{об}}$ – зменшення кратності інфільтрації після заміни вікон: до заміни $n = 0,7$, після заміни $n = 0,6$ (за ДСТУ Б.ЕН 15251 [26]); $V = 4557,66 \text{ м}^3$ – опалювальний об'єм приміщень з встановленими дерев'яними вікнами, що визначався у підрозділі 4; $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ густина повітря; $c = 1005 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ – теплоємність повітря.

$$\Delta Q_2 = (0,7 - 0,6) \cdot 4557,66 \cdot 1,293 \cdot 1005 \cdot (18 - (-0,1)) \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{3600 \cdot 1,163} = 10,82 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Скорочення втрат теплової енергії за рахунок заміни віх дерев'яних вікон:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.в.}} = \Delta Q_1 + \Delta Q_2. \quad (3.25)$$

Підставимо розраховані значення втрат тепла в (3.23):

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		47

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.в.}} = 27,07 + 10,82 = 37,89 \text{ Гкал.}$$

Розрахуємо економічну вигоду від заходу із заміни дерев'яних вікон на металопластикові будинку за наступною формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{н.в.}} \cdot T, \quad (3.26)$$

При тарифі T на теплову енергію 1654,41 грн/Гкал розрахуємо річну економію витрат:

$$\Delta E = 37,89 \cdot 1654,41 = 62685,6 \text{ грн/рік.}$$

Простий термін окупності даного заходу розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{B}{\Delta E} \quad (3.14)$$

Витрати на заміну існуючих вікон в кількості 204 штуки по ціні 4915 грн./шт. на металопластикові складуть 1002660 грн. Підставляємо це значення в формулу (3.13):

$$T = \frac{1002660}{62685,6} = 16 \text{ років.}$$

3.4 Розроблення заходів з енергоефективності для інженерних мереж будівлі

Встановлення індивідуального теплового пункту

Оптимізувати використання енергоресурсів допоможе модернізація системи опалення будівлі: відповідний комплекс заходів вплине на зменшення суми в платіжках і підвищить комфорт проживання мешканців в квартирах такого будинку.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) є комплексом обладнання (пристроїв), що забезпечує приєднання пристроїв цього комплексу до магістральної теплової мережі та (за потреби) мережі холодного водопостачання, керування режимами теплоспоживання, трансформацію

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

теплової енергії, регулювання параметрів теплоносія й розподіл теплової енергії за типами споживання (включно з підігрівом води) у розподільні будинкові мережі (опалення, гарячого водопостачання) та захист цих розподільних мереж від аварійного підвищення параметрів теплоносія.

На рисунку 3.6 покажемо приклад модуля індивідуального тепlopункту.



Рисунок 3.6 – Модуль ІТП

Процес модернізації системи опалення починається зі встановлення індивідуального теплового пункту.

ІТП встановлюється для одного будинку або його частин (на кожному вводі тепломережі в будинок), розташовується у відособленому приміщенні. Проектування ІТП здійснюється з дотриманням вимог [10,17, 24] [23].

Економія коштів для багатоквартирного будинку в результаті встановлення ІТП зазвичай становить 15-30%, однак може досягати і 50%.

До складу індивідуального тепlopункту повинні входити:

- циркуляційні насоси з частотно-керованими приводами;
- датчики температури в подавальному і зворотному трубопроводі;
- зовнішній датчик температури і контрольний пристрій (панель управління);
- контрольно-вимірювальні прилади ;
- клапани та прилади, необхідні для нормальної експлуатації (запірні клапани, зворотні клапани, манометри тощо);

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- фільтри та сепаратор бруду.

Орієнтована вартість безпосередньо модуля складає 600000 грн, а всі монтажні та пусконаладжувальні роботи близько 700000 грн. Отже, сукупна вартість проєкту складатиме 1300000 грн.

Приймемо, що встановлений ІТП забезпечить економію в 15% від річного споживання теплової енергії на опалення житлової будівлі. За 2021-й рік було спожито 1731,3 Гкал теплової енергії. При тарифі 1654,41 грн/Гкал можемо розрахувати приблизну економію енергії:

$$\Delta Q = 0,15 \cdot 1731,3 = 259,7 \text{ Гкал.} \quad (3.27)$$

А в грошовому еквіваленті економію рахуємо за наступною формулою:

$$\Delta E = 0,15 \cdot 1731,3 \cdot 1654,41 = 429642,01 \text{ грн.} \quad (3.28)$$

Простий термін окупності даного заходу розрахуємо за формулою:

$$T = \frac{B}{\Delta E} \quad (3.14)$$

Підставляємо суму економії та капітальних витрат на захід в формулу (3.11):

$$T = \frac{1300000}{429642,01} = 3,1 \text{ років.}$$

Захід з теплоізоляції трубопроводів на опалення

Наявна теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення знаходиться в поганому стані та потребує заміни. Пропонується виконати захід з теплоізоляції трубопроводів та арматури в підвалах будівлі пінополіуретаном.

Трубопроводи виконані з вуглецевої сталі - 35 ($\lambda = 45 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$) та мають зовнішній діаметр трубопроводу - 75 мм, а внутрішній – 65 мм. Загальна довжина труб в неопалювальних приміщеннях складає приблизно 120 м.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Теплова ізоляція труб в неопалюваних приміщеннях має відповідати наступним стандартам [17]: теплопровідність матеріалу ізоляції повинна мати значення не нижче 0,035 Вт/м·К; діаметр ізоляції має бути не менше внутрішнього діаметру труби.

Визначимо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу без ізоляції за формулою:

$$q_{l_1} = \frac{t_p - t_{зв}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зв}}{d_{вн}} + \frac{1}{\pi d_{зв} \alpha_2}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}}. \quad (3.29)$$

Підставляємо всі необхідні значення у формулу (3.29):

$$q_{l_1} = \frac{60 - 10}{\frac{1}{\pi \cdot 0,065 \cdot 2500} + \frac{1}{2\pi \cdot 45} \ln \frac{0,075}{0,065} + \frac{1}{\pi \cdot 0,075 \cdot 10}} = 117,13 \text{ Вт/м}.$$

Як ізоляційний матеріал обираємо пінополіуретан з фольгою $\lambda_{ут} = 0,035$ Вт/(м·К).

Визначимо критичний діаметр ізоляції за наступною формулою:

$$d_{кр} = \frac{2 \cdot \lambda_{із}}{\alpha_{зв}}, \quad (3.30)$$

де $\lambda_{із}$ – теплопровідність ізоляції.

$$d_{кр} = \frac{2 \cdot 0,035}{10} = 0,007 \text{ м}.$$

$d_{кр} \leq d_{зов}$ – використання даного матеріалу для ізоляції є доцільним.

Визначаємо тепловтрати з одного погонного метра труби при товщині ізоляції 50 мм за формулою (3.31):

$$q_{l_2} = \frac{t_p - t_{зв}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зв}}{d_{вн}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ізол}} \ln \frac{d_{ізол}}{d_{зв}} + \frac{1}{\pi d_{ізол} \alpha_2}}, \text{Вт/м}. \quad (3.31)$$

$$q_{l_2} = \frac{60 - 10}{\frac{1}{\pi \cdot 0,065 \cdot 2500} + \frac{1}{2\pi \cdot 45} \ln \frac{0,075}{0,065} + \frac{1}{2\pi \cdot 0,035} \ln \frac{0,175}{0,075} + \frac{1}{\pi \cdot 0,175 \cdot 10}} =$$

$$= 71,1 \text{ Вт/м}.$$

Зменшення теплового потоку від труби до повітря розраховуємо за наступною формулою:

$$\Delta q = q_{l_2} - q_{l_1}, \quad (3.32)$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		51

$$\Delta q = 117,13 - 71,1 = 46,2 \text{ Вт/м.}$$

Грошова вигода від тепловтрат розраховується за наступною формулою:

$$E = \Delta q \cdot l \cdot 176 \cdot 24 \cdot T, \quad (3.33)$$

де l – довжина трубопроводу, м;

T – тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

$$E = 46,2 \cdot 120 \cdot 0,86 \cdot 10^{-6} \cdot 176 \cdot 24 \cdot 1654,41 = 33318,75 \text{ грн/рік.}$$

Вартість теплової ізоляції – 1500 грн/м, вартість монтажних робіт – 150 грн/м. Тоді інвестиції складатимуть:

$$K = 120 \cdot (1500 + 150) = 198000 \text{ грн.} \quad (3.34)$$

Термін окупності рахуємо за формулою (3.14):

$$T = \frac{198000}{33318,75} = 5,9 \text{ років.} \quad (3.14)$$

В таблиці 3.6 наведено запропоновані заходи по тепловій частині енергоспоживання.

Таблиця 3.6 - Зведені показники запропонованих енергоефективних заходів

№ з/п	Захід	Інвестиції	Чиста економія		Простий термін окупності
		(грн.)	(Гкал/рік)	(грн./рік)	(роки)
1	Утеплення даху	2167900	70,31	116321,57	18,7
2	Утеплення підлоги	2477600	69,8	115477,82	21,5
3	Утеплення зовнішніх стін	11410450	639,28	1057631,23	10,8
4	Заміна вікон				
5	Встановлення ІТП	1300000	259,7	429642,01	3,1
6	Ізоляція трубопроводів	198000	-	33318,75	5,9

Висновки до розділу 3

В даному розділі було проаналізовано стан огорожувальних конструкцій житлової будівлі в м. Києві, розраховано їх опори теплопередачі

та тепловтрати. Згідно отриманих результатів, були запропоновані заходи зі збереження теплової енергії, розраховано потенційну економію енергетичних ресурсів в кількісному та грошовому еквіваленті.

В ході роботи було запропоновано наступні заходи:

- 1) Утеплення зовнішніх стін шаром мінеральної вати товщиною 15 см;
- 2) Утеплення даху шаром мінеральної вати товщиною 10 см;
- 3) Утеплення перекриття над неопалювальним підвалом плитами пінополістиролу товщиною 10 см;
- 4) Заміна дерев'яних вікон в кількості 204 шт. на металопластикові з двокамерним склопакетом;
- 5) Встановлення модуля індивідуального теплового пункту;
- 6) Ізоляція трубопроводів на опалення в приміщенні неопалювального підвалу.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

4.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту в житлових будівлях в Україні

В Україні протягом останніх років до війни енергетичний менеджмент в житлових будівлях поступово розвивався. Було визнано значущість енергоефективності та вжито ряд заходів для сприяння зниженню споживання енергетичних ресурсів в житловому секторі.

Уряд України впроваджував програми та нормативні акти з енергоефективності, спрямовані на покращення рівня енергоефективності житлових будинків. Ці заходи відносяться до оновлення теплової ізоляції, модернізації систем опалення, встановлення енергоефективного освітлення та пропаганду енергозберігаючої поведінки серед мешканців [28].

Також робили акцент на сертифікації житлових будинків. Сертифікація дає можливість оцінити рівень енергоефективності будівель і надає інформацію про їх споживання енергії та потенціал для покращення. Це допомагає мешканцям і потенційним покупцям або орендарям приймати обґрунтовані рішення щодо використання енергії та ефективності [29].

Також все більше уваги приділяється покращенню обізнаності та навчанню мешканців житлових будинків щодо методів підвищення енергоефективності: проводяться освітні кампанії, семінари та навчальні програми.

Щодо тенденцій розвитку, то країна бере курс на посилення популяризації відновлювальних джерел енергії, технологій автоматизації енергомоніторингу, створення енергетичних співтовариств. Також, фокус уваги буде збережених на модернізації житлових будівель і надалі.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

4.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів

Наразі для будівлі не створено системи енергетичного моніторингу. Моніторинг споживання енергії - це систематичні процедури для щотижневої реєстрації та контролю споживання енергії та експлуатаційних умов у будівлях. Порівнюючи щотижня виміряне споживання (за умови наявності системи енергетичного моніторингу - щодня) з розрахунковим показником, працівники, що відповідають за експлуатацію та обслуговування, матимуть можливість забезпечити оптимальну роботу обладнання багатоквартирного будинку [30].

Основним інструментом в системі моніторингу споживання енергії є діаграма енергія-температура (Е-Т). Кожна будівля має свою унікальну діаграму Е-Т, яку можна створити за допомогою енергетичних розрахунків. Діаграма Е-Т показує, яке повинно бути тижневе споживання енергії (цільове значення) при різних зовнішніх температурах. Якщо тижневе споживання перевищує цільовий показник більше ніж на 10%, слід вжити заходів для виявлення причини та внесення корегувань. Єдиною основою для правильного обліку енергії є встановлення належного вимірювального обладнання, тому пропонується організувати зчитування даних з наступного вимірювального обладнання:

- Лічильник тепла для системи опалення;
- Лічильник тепла для ГВП;
- Лічильник(и) електроенергії;
- Лічильники холодної та гарячої води.

Наведемо переваги впровадження системи енергетичного моніторингу:

- економія теплової енергії за рахунок більш точного налаштування параметрів опалення та вчасного виявлення збоїв в роботі обладнання (від 5% в порівнянні з налаштуванням без використання системи);
- вчасне виявлення витоків та аварійних ситуацій;
- контроль параметрів теплоносія, що постачається від теплових мереж;

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- можливість дистанційно отримувати показники енергоспоживання з будь-якого місця з доступом до мережі Інтернет (в т. ч. для мешканців будинку) та групувати показники по типам споживачів;
- можливість подальшого розширення функціоналу (без заміни основного блоку) в частині;
- контроль параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі;
- сигналізація про аварії та нештатні ситуації;
- тиск в системах опалення та гарячого водопостачання [31].

На рисунку 4.1 наведемо схему роботи автоматизованої системи енергомоніторингу (АСЕМ), яка є рекомендованою до впровадження.



Рисунок 4.1 – Схематичне зображення роботи системи енергетичного моніторингу

Також рекомендовано організувати моніторинг даних мікроклімату:

- внутрішні температури типових приміщень;
- вологість типових приміщень;
- рівень CO₂ типових приміщень;
- зовнішню температуру.

Впровадження системи енергетичного моніторингу дасть змогу виявляти рівень досягнутої економії від енергозберігаючих заходів. Система

диспетчеризації забезпечить можливість оперативного контролю джерела постачання теплової енергії (ІТП).

4.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів

Важливою рекомендацією є підтримка системи енергетичного моніторингу робочому стані для забезпечення її ефективності та максимізації переваг енергоефективності в житлових будинках.

Ось кілька ключових моментів, які доводять важливість обслуговування систем енергетичного моніторингу:

1. Точний збір даних: регулярне технічне обслуговування гарантує належне функціонування системи енергомоніторингу та точний збір даних. Несправні датчики, неправильні з'єднання або застаріле програмне забезпечення можуть призвести до неточних або неповних вимірювань споживання енергії, що може підірвати надійність системи. Належне технічне обслуговування допомагає швидко виявляти та вирішувати ці проблеми, забезпечуючи якість і точність зібраних даних [32].
2. Своєчасне виявлення та вирішення проблем: регулярне технічне обслуговування дозволяє завчасно виявити будь-які проблеми або відхилення в системі енергомоніторингу. Відстежуючи та аналізуючи продуктивність системи, обслуговуючий персонал може виявити такі проблеми, як дрейф датчика, помилки зв'язку або прогалини в даних. Своєчасне виявлення забезпечує оперативне усунення несправностей і вирішення, мінімізуючи час простою та втрату даних.
3. Оптимізація продуктивності: заходи з технічного обслуговування допомагають оптимізувати продуктивність системи моніторингу енергії. Калібрування датчиків, оновлення програмного забезпечення та налаштування системи можуть підвищити точність і надійність вимірювань. Підтримуючи належне обслуговування системи, можна точно налаштувати її продуктивність, забезпечуючи оптимальний збір і аналіз даних для цілей управління енергією.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4. Статистика енергоефективності: добре обслуговувана система моніторингу енергії надає цінну інформацію про моделі використання енергії, визначаючи області високого споживання та потенційні можливості енергозбереження. Аналізуючи дані, зібрані протягом тривалого часу, керівники будинків і спеціалісти з питань енергетики можуть визначати тенденції, аномалії та неефективність, що дозволяє їм приймати обґрунтовані рішення щодо підвищення енергоефективності та заходів із збереження [33].

5. Прийняття рішень з енергоменеджменту: точні та надійні дані з системи енергетичного моніторингу підтримують ефективне прийняття рішень з енергоменеджменту. Маючи доступ до даних про споживання енергії в режимі реального часу та за попередні періоди, менеджери будівель можуть оцінювати вплив ініціатив з енергозбереження, відстежувати прогрес у досягненні цілей енергоефективності та коригувати стратегії за потреби. Технічне обслуговування гарантує, що особи, які приймають рішення, мають доступ до надійних даних для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління енергією.

6. Довговічність системи та економічна ефективність: регулярне технічне обслуговування допомагає подовжити термін служби системи моніторингу енергії та захищає інвестиції, зроблені в її встановлення. Профілактичне обслуговування, включаючи профілактичні заходи, такі як очищення датчиків, перевірки обладнання та оновлення програмного забезпечення, може запобігти збоям системи, зменшити витрати на ремонт і забезпечити безперервну роботу протягом тривалого періоду.

Таким чином, обслуговування системи енергетичного моніторингу є важливою частиною впровадження проєкту для точного збору даних, виявлення та вирішення проблем, оптимізації продуктивності, аналізу енергоефективності, прийняття обґрунтованих рішень, довговічності системи та відповідності. Інвестуючи в регулярне технічне обслуговування, житлові будинки в Україні можуть максимізувати переваги своїх систем енергомоніторингу, що призведе до підвищення енергоефективності,

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

зниження витрат на енергію та створення більш стійкого забудованого середовища.

Висновки до розділу 4

В даному розділі було проаналізовано поточний стан розвитку енергетичного менеджменту в житлових будівлях в Україні та перспективи його розвитку. Поточний стан систем енергоменеджменту в житлових будинках в Україні демонструє широкі перспективи розвитку, зумовлені зростаючим визнанням важливості енергоефективності та екологічних практик. В Україні запроваджено такі заходи, як енергетичні аудити, інформаційні кампанії та сертифікація енергоефективності для сприяння енергоефективності житлових будинків.

В ході роботи було доведено важливість та описані переваги впровадження автоматизованої системи енергетичного моніторингу. Перспективи розвитку систем енергетичного менеджменту в Україні є обнадійливими. По-перше, інтеграція інтелектуальних технологій, включаючи автоматизовані системи енергетичного моніторингу, має великий потенціал. Ці системи надають точні дані про споживання енергії в режимі реального часу, що дозволяє точно вимірювати, аналізувати та оптимізувати споживання енергії в житлових будинках.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

5.1 Обґрунтування вигоди застосування сонячних панелей на об'єкті

Місто Київ отримує значну кількість сонячного світла протягом року, що робить його ідеальним місцем для збирання сонячної енергії панелями. В середньому від 1720 до 1800 годин сонячного світла на рік сонячні панелі, встановлені на житлових будинках у Києві, можуть ефективно використовувати цей сонячний ресурс для виробництва чистої та відновлюваної електроенергії.

При встановленні сонячних панелей на даху, житлові багатоквартирні будинки можуть значно зменшити свою залежність від електромережі. Вироблена сонячна енергія може компенсувати частину споживання електроенергії будівлею, що призведе до значної економії коштів в рахунках за електроенергію. Оскільки ціни на електроенергію продовжують зростати, фінансові переваги встановлення сонячних панелей у Києві стають ще більш переконливими.

Сонячні батареї допомагають пом'якшити вплив традиційного виробництва електроенергії на навколишнє середовище. Виробляючи чисту енергію від сонця, житлові будинки з сонячними панелями зменшують викиди парникових газів і забруднення повітря, сприяючи покращенню якості повітря та здоровішому середовищу для мешканців. Це узгоджується з цілями України щодо сталого розвитку та його зобов'язанням боротися зі зміною клімату.

Український уряд та місцеві органи влади надають різні стимули та механізми підтримки впровадження сонячної енергії. Вони можуть включати пільгові тарифи, чисте вимірювання, податкові кредити або гранти, які можуть значно підвищити фінансову життєздатність установок сонячних панелей у житлових будинках. Скориставшись цими заохоченнями, можна ще більше збільшити переваги використання сонячних панелей у Києві [34].

В даному розділі ми розрахуємо встановлення такої кількості сонячних панелей, щоб їх генерація повністю або майже повністю покривала потреби

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

освітлення в місцях загального користування після заміни ламп розжарювання на світлодіодні.

5.2 Опис метеорологічних умов міста Києва

Клімат міста Києва помірно-континентальний, із м'якою зимою і теплим літом. Середньомісячні температури січня $-3,5^{\circ}\text{C}$, липня $+20,5^{\circ}\text{C}$ згідно [35].

На рисунку 5.1 наведемо карту сонячного випромінювання [36].

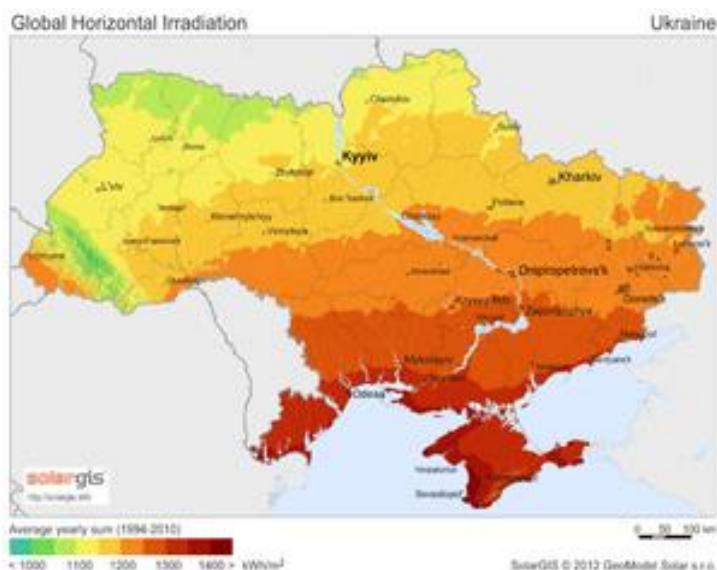


Рисунок 5.1 – Карта сонячного випромінювання

На рисунку 5.2 наведемо таблиці з середньомісячною температурою, кількістю дощових днів та опадів згідно [37].

Середня температура повітря в Києві, $^{\circ}\text{C}$

	Січ	Лют	Бер	Кві	Тра	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Гру
Удень	-1	0	6	14	21	24	26	25	19	13	5	0
Уночі	-6	-6	-1	5	11	14	16	15	10	5	0	-5
За добу	-4	-3	2	9	16	19	21	20	14	8	2	-2

Кількість опадів та дощових днів

	Січ	Лют	Бер	Кві	Тра	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Гру
Норма опадів, мм	36	39	37	46	57	82	71	60	57	41	50	45
Кількість дощових днів	8	7	9	13	14	15	14	11	14	12	12	9
Середня кількість сонячних годин	42	64	112	162	257	273	287	252	189	123	51	31

Рисунок 5.2 – Погодні умови міста Києва

На рисунку 5.3 покажемо стовпчасту діаграму сонячної інсоляції в місті Києві.

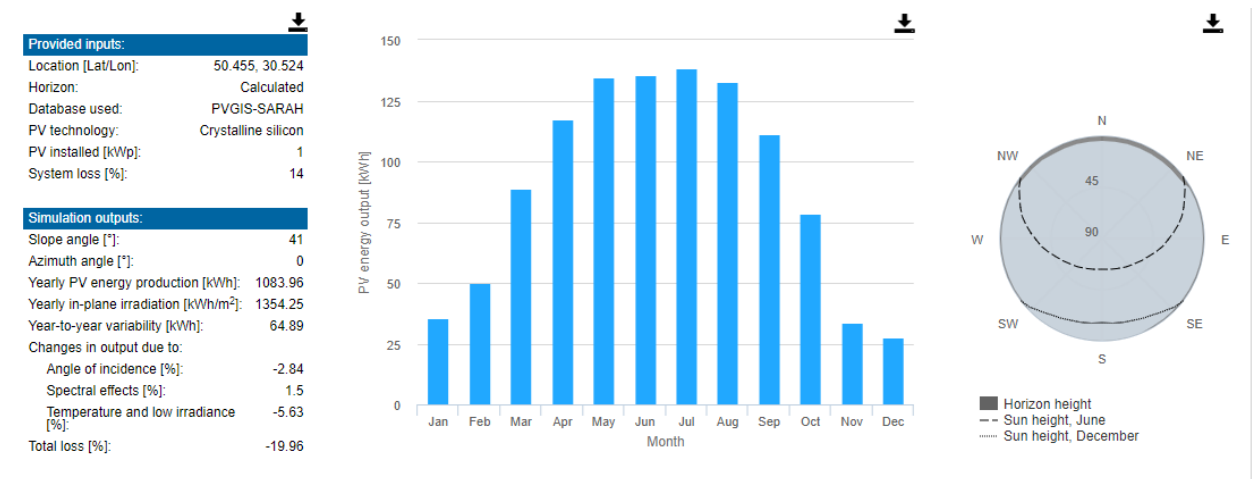


Рисунок 5.3 – Помісячна сонячна інсоляція в місті Києві

5.3 Вибір сонячної панелі для сонячної електростанції

Обираємо для встановлення сонячну батарею ABI Solar AB530-72МНС, яка має наступні характеристики [38]:

1. Тип - стаціонарна;
2. Тип фотомодуля - монокристалічна кремнієва;
3. Номінальна потужність - 530 Вт;
4. Кількість комірок - 144;
5. Напруга в максимальній точці - 41 В;
6. Струм в максимальній точці – 12,94 А;
7. Струм короткого замикання – 13,66 А;
8. Клас захисту – IP68;
9. Ефективність фотомодуля – 20,7%;
10. Розміри фотомодуля - 2256×1133×40 мм;
11. Робоча температура – від -40° С до 85° С;
12. Вага модуля – 28,5 кг.

На рисунку 5.4 наведемо вигляд описаного вище фотомодуля.



Рисунок 5.4 – Фотомодуль ABI Solar AB530-72МНС

Для покриття потреби в електроенергії на освітлення необхідно 585 панелей, які вироблятимуть на рік 348958 кВт·год при куті нахилу 35° згідно (додаток А). Площа, яка необхідна для встановлення – 1468,9 м².

Далі наведемо середньомісячний прогноз генерації електроенергії на рисунку 5.5.

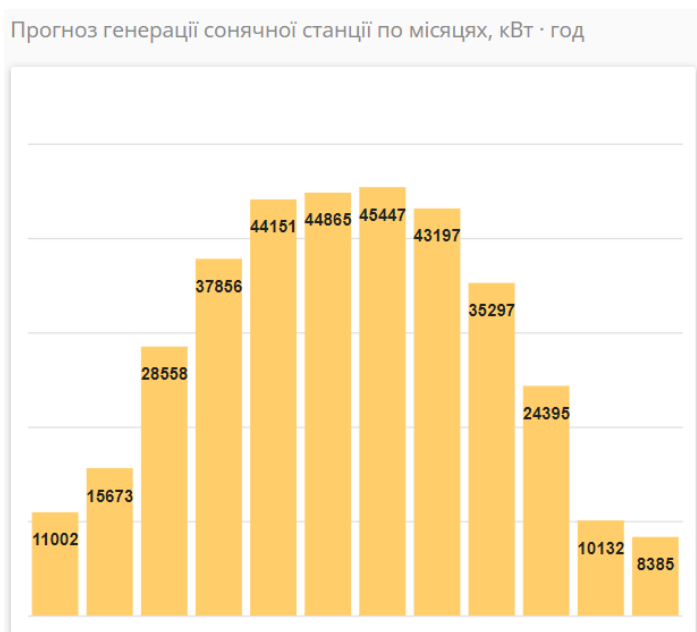


Рисунок 5.5 – Прогноз генерації сонячної станції по місяцях

Також наведемо середньодобовий прогноз генерації електричної енергії на рисунку 5. 6.

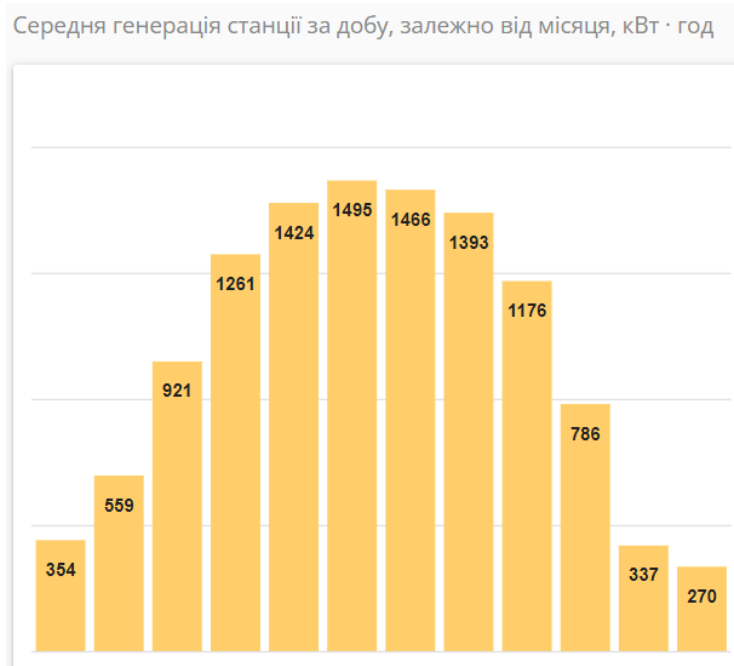


Рисунок 5.6 – Середня генерація станції за добу, залежно від місяця

5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу

Згідно отриманої пропозиції [39], капітальні витрати складаються з:

1. Вартість основного обладнання системи – 9 470 692 грн. (при курсі 1\$ = 37,45 грн.);
2. Додаткові матеріали – 662 950 грн.;
3. Монтажні роботи – 1 420 600 грн.

Отже, загальні інвестиції в проєкт становлять 11 554 242 грн. Термін експлуатації сонячних панелей – 25 років, експлуатаційні витрати складають 1% від капітальних витрат.

При тарифі на електричну енергію 1,68 грн/ кВт·год, за споживання системою освітлення місць загального користування сплачується 833 706,72 грн. Далі потрібно врахувати експлуатаційні витрати, які складають 115542,42 грн./рік. Отже, щорічна економія складе 718164,3 грн./рік.

Визначимо простий термін окупності за наступною формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{11554242}{718164,3} = 16,1 \text{ років.}$$

Висновки до розділу 5

В даному розділі було обґрунтовано доцільність встановлення сонячної електростанції на даху житлового багатоквартирного будинку, описано метеорологічні умови міста, де знаходиться будівля, обрано панелі для монтажу сонячної електростанції та розраховано простий термін окупності даного заходу.

За результатами розрахунків захід можна вважати доцільним до впровадження, оскільки, не дивлячись на його високу вартість, він має нормальний термін окупності. А якщо врахувати новий тариф на електричну енергію, який діє з 30.06.2023 [40], тоді простий термін окупності скорочується до 9-ти років.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ВСТАНОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ

6.1 Загальна характеристика об'єкта

В даний час трубопровід мережі теплопостачання безпосередньо підключено до системи опалення будівлі без теплообмінника для розділення первинного та вторинного контурів. Таким чином, теплоносій з мережі централізованого теплопостачання (ЦТ) протікає через всю систему опалення будівлі. Це означає, що система опалення будинку гідравлічно пов'язана з мережею ЦТ. Тиск у системі та якість води забезпечує компанія ЦТ.

Відсутність автоматичного регулювання температури подачі і неможливість регулювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи. Пропонується на два теплових вводи в будівлю встановити ІТП.

Встановлення ІТП з автоматичним регулюванням дозволяє адаптувати постачання тепла до будівлі відповідно до фактичного споживання залежно від температури на вулиці. Автоматичне управління (регулятор) ІТП повинне дозволяти програмувати зниження температури на вихідні або святкові дні (або згідно з іншим необхідним робочим графіком).

До складу індивідуального теплового пункту входять: циркуляційні насоси, датчики температури в подавальному і зворотному трубопроводі, зовнішній датчик температури і контрольний пристрій (панель управління), контрольно-вимірювальні прилади, клапани та прилади, необхідні для нормальної експлуатації (запірні клапани, зворотні клапани, манометри), фільтри та сепаратор бруду, запірна арматура.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ				
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Оніщенко Ю. Є.				Охорона праці та пожежнаа безпека під час встановлення індивідуального теплового пункту	Лім	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Третьякова Л. Д.						66		
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91			
Н. Контр.	Черкашина Г. І.								
Затвер.									

Встановлення нових циркуляційних насосів дещо збільшить споживання електричної енергії будівлею. Одночасно зі встановленням ІТП пропонується модернізувати систему опалення, шляхом демонтажу існуючих СРТ-модулів.

Під час впровадження рекомендовано керуватися вимогами стандартів [41].

6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт

Для виконання комплексу робіт зі встановлення ІТП передбачено за договором із замовником два інженери теплових мереж II категорії. Згідно з наявним договором між ОСББ та компанією, що надає послуги з підключення ІТП весь комплекс робіт має бути виконаний за 6 місяців, до початку опалювального періоду. Можливі коригування налаштувань контролера виконуються після початку опалювального періоду.

Монтажні роботи передбачають наступні етапи:

1. Підготовка майданчика для установки блокового рішення;
2. Обв'язування трубопроводів – а саме, підключення теплообмінника до подавального/зворотного трубопроводів;
3. Підведення електроенергії, налаштування мережевого підключення (якщо в тепловому пункті передбачена функція диспетчеризації);
4. Випробування встановленого рішення;
5. Заповнення системи;
6. Пусконаладжувальні роботи, настройка систем автоматики, диспетчеризації, контролю;
7. Здача готового блоку замовнику, теплопостачальної організації [42].

Пусконаладжувальні роботи робляться після закінчення монтажу і включають комплекс робіт по перевірці, налаштуванню і випробуванню устаткування індивідуального теплового пункту[43].

6.3 Визначення показників умов праці

В таблиці 6.1 будуть наведені чинники, які впливають на умови праці робітників.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Таблиця 6.1 – Чинники умов праці робітників та їх характеристики

Чинники умов праці робітників та їх характеристики			
Найменування чинника	Основні характеристики	Фактичні числові значення показника	Визначення допустимості або шкідливості показників
Параметри мікроклімату у приміщенні	Температура повітря	T = 18 - 21°C	Допустимі
	Вологість	W = 60-70 %	
Важкість праці	Переміщення вантажів	-	Допустимі
	Робоче положення	«стоячи», «навприсядки»	
	Статичні та динамічні навантаження	Періодичні, до 55 Вт	
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження	60 % робочого часу	Допустимі
	Тривалість активних дій	80 % робочого часу	
	Змінність	1 зміна, 9 годин	
	Напруженість органів чуття: зір	60 % робочого часу	

Для переміщування обладнання та арматури в теплових пунктах повинні бути інвентарні підйимально-транспортні пристрої [44].

6.4 Визначення небезпек

В таблиці 6.2 наведено категорії небезпек та оцінка їх ризику.

Таблиця 6.2 – Можливі небезпеки під час модернізації системи тепловіддачі

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізичні	Механічні ушкодження	Високий	Значний	III
	Підтоплення	Середній	Значний	II
Електричного походження	Ураження струмом	Низький	Значний	III

Продовження таблиці 6.2:

Хімічні	Технічна вода, засоби для промивання систем опалення	Середній	Значний	II
Інші	Незручні робочі положення	Високий	Значний	III

6.5 Обґрунтування вибору технічних та організаційних засобів безпеки

Наведемо основні рекомендації щодо роботи з тепловими пунктами:

- теплові пункти потрібно розміщувати в окремих ізольованих приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією. Якщо довжина приміщення теплового пункту перевищує 12 м, приміщення повинно мати не менше двох виходів.
- габарити теплових пунктів повинні забезпечувати можливість нормального обслуговування обладнання (теплообмінних апаратів, перекачувальних пристроїв, арматури, трубопроводів тощо)
- у підземних теплових камерах площею від 2,5 до 6 кв. м. повинно бути не менше двох люків, розміщених по діагоналі, а якщо площа камер становить 6 кв. м. і більше - не менше чотирьох люків;
- спускатись у камери потрібно стаціонарними металевими сходами і скобами-східцями, розміщеними безпосередньо під люками;
- для переміщення обладнання та арматури в теплових пунктах повинні бути інвентарні підймально-транспортні пристрої.

Для випадків, коли неможливо використати інвентарні пристрої, мають бути передбачені такі стаціонарні підймально-транспортні пристрої як монорейки ручними таями та кішками або підвісні ручні однобалкові крани (так як маса вантажу, що піднімається до 1 тони). Дозволяється використовувати пересувні підймально-транспортні засоби [44].

Перед початком роботи має бути перевірено чи є в наявності у працівників індивідуальні засоби захисту (ЗІЗ) та необхідне обладнання (інструменти, підйимально-транспортні пристрої).

Також перед початком роботи потрібно перевірити справність всіх інструментів та пристроїв.

У таблиці 6.4 наведемо приблизний перелік засобів індивідуального захисту для працівника, складений згідно [45].

Таблиця 6.4 – ЗІЗ під час встановлення ІТП

Вид	Період випробовування	Призначення	Нормативні документи
Костюм напів-комбінезон	12 місяців	Робочий одяг, захист від виробничих забруднень та механічних впливів	ДСТУ 7239:2011
Рукавички захисні	5 робочих змін	Захист долонь та пальців від механічних ушкоджень	ДСТУ EN 420:2017
Захисні чоботи	6 місяців	Використання як робочого взуття, захист від виробничих забруднень і механічних впливів	ДСТУ 3835-98

6.6 Заходи з електробезпеки

Одним з основних засобів захисту людини від ураження електричним струмом в аварійних ситуаціях є влаштування захисного заземлення, занулення та ізоляції струмоведучих частин ЕУ[47].

В підвальному приміщенні, поряд з місцем проведення робіт по встановленню ІТП, знаходиться розподільчий щиток для управління освітленням, який потрібно заземлити.

Далі наведемо розрахунок захисного заземлення, згідно методики [48].

Визначаємо число вертикальних заземлювачів та довжини сполучної смуги. За правилами опір контуру заземлення не повинний перевищувати 4 Ом

для напруги живлення до 1000 В. Для несприятливих умов опір одиночного заземлювача розрахуємо за наступною формулою:

$$R_{cm} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4H+l}{4H-l} \right) \quad (6.1)$$

В якості заземлювача обираємо стержень з такими характеристиками: довжина $l = 1,5$ м, діаметр $d = 0,016$ м, відстань від поверхні до половини стержня $H = 1$ м, питомий опір по ґрунту $\rho = 10^2$ Ом · м .

Підставимо ці значення у формулу (6.1):

$$R_{cm} = 0,366 \frac{10^2}{1,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 1,5}{0,016} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1 + 1,5}{4 \cdot 1 - 1,5} \right) = 59,64 \text{ Ом.}$$

Кількість одиночних заземлювачів n розрахуємо по формулі:

$$n = \frac{R_{cm}}{r_{н.з.} \cdot \eta_{cm}}, \quad (6.2)$$

де $r_{н.з.}$ – значення контурного заземлення, згідно [49], $r_{н.з.} = 4$ Ом;

η_{cm} – коефіцієнт використання одиночного заземлювача для стержнів $\eta_{cm} = 0,66$.

Підставимо значення у формулу (6.2):

$$n = \frac{59,64}{4 \cdot 0,66} = 22,6 \approx 23.$$

Опір сполучної смуги, що сполучає одиночні заземлювачі, розраховуємо за наступною формулою:

$$R_{пол} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2 \cdot l^2}{0,04 \cdot H} \quad (6.3)$$

де l – довжина смуги, $l = a \cdot n = 82,8$ м;

a – відстань між стержнями, $a = 3,6$ м;

H – глибина закладання смуги $H = 0,1$ м.

Підставимо значення у формулу (6.3):

$$R_{пол} = 0,366 \frac{10^2}{82,8} \lg \frac{2 \cdot 82,8^2}{0,04 \cdot 0,1} = 2,87 \text{ Ом.}$$

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

На рисунку 6.1 наведемо схематичне зображення захисного стержня.

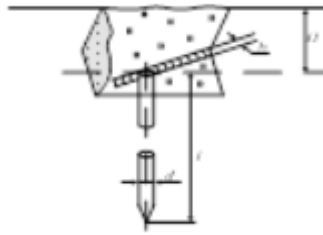


Рисунок 6.1 – Стержень захисного заземлення

Опір штучного контурного заземлення визначаємо за формулою:

$$R_{к.з.} = \frac{R_{ст} \cdot R_{пол}}{R_{ст} \cdot \eta_{пол} + n \cdot R_{пол} \cdot \eta_{ст}}, \quad (6.4)$$

де $\eta_{пол} = 0,4$ – коефіцієнт використання з'єднуючої полоси в контурі із вертикальних електродів.

Підставимо значення у формулу (6.4):

$$R_{к.з.} = \frac{59,64 \cdot 2,87}{59,64 \cdot 0,4 + 23 \cdot 2,87 \cdot 0,66} = 2,54 \text{ Ом.}$$

Розраховане значення опору захисного заземлення задовольняє вимогам електробезпеки.

6.7 Вибір системи захисту від пожеж і вибухів на енергетичному об'єкті

Далі наведені основні положення щодо пожежної безпеки при роботі з тепловими мережами та установками.

Протипожежні трубопроводи незалежно від їх вмісту (вода, піна, пара для гасіння пожежі тощо), спринклерні і дренчерні системи на ділянках запірно-регулювальної арматури і біля місць приєднання шлангів та інших пристроїв для гасіння пожежі необхідно фарбувати в червоний (сигнальний) колір згідно з [46].

Для дотримання вимог з пожежної безпеки маємо передбачити стаціонарну систему пожежогасіння, а також наявність первинних засобів пожежогасіння.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються

первинні засоби пожежогасіння. Для даного технічного приміщення обираємо вогнегасники в кількості двох штук [50].

Як стаціонарну систему приймемо для підвального приміщення спринклерну систему водяного пожежогасіння. Як закрита насадка можуть виступати як легкоплавкі металеві елементи, так і скляні колби зі спиртовою сумішшю, які легко руйнуються при досягненні в приміщенні певної температури гарячого повітря. Спринклерні зрошувачі спрацьовують точно над осередком пожежі і локально ведуть гасіння, яке не приносить додаткової шкоди [51].

На рисунку 6.2 наведено вигляд типового спринклера.



Рисунок 6.2 – Спринклер

Висновки до розділу 6

В даному розділі було розглянуто заходи з охорони праці та пожежної безпеки при встановленні індивідуального теплового пункту в технічному приміщенні підвалу.

В ході роботи було визначено склад бригади та їх кваліфікацію, тривалість і період виконання робіт, можливі небезпеки в ході виконання робіт, засоби індивідуального захисту, заходи з пожежної безпеки в приміщенні. Також було прораховане захисне заземлення для недопущення випадкового ураження електричним струмом.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

До пусконаладжувальних робіт на ІТП допускаються інженери теплових мереж II категорії.

На працівника можуть мати вплив наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- 1) механічні ушкодження;
- 2) підтоплення приміщення;
- 3) ураження електричним струмом.

До початку робіт має бути проведена перевірка наявності всіх необхідних засобів індивідуального захисту, а також необхідного обладнання.

Індивідуальний тепловий пункт встановлюється з метою контролю температури та подачі (тиску) теплоносія до споживача.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті було проведено комплексний енергетичний аудит житлового багатоквартирного будинку в місті Києві. Огороджувальні конструкції та інженерні системи будівлі в незадовільному стані та не відповідають сучасним нормам. Споживачі електричної енергії в місцях загального користування мають низькі показники енергоефективності та не забезпечують необхідний рівень освітленості.

1. В електричній частині було проаналізовано споживання електроенергії системою освітлення та пасажирськими ліфтовими установками в місцях загального користування. В результаті було запропоновано провести такі заходи як: заміна ламп розжарювання на більш економічні світлодіодні лампи, які забезпечують вищу освітленість приміщень та встановлення датчиків руху, що також дозволить суттєво знизити споживання електричної енергії.

2. В тепловій частині було проведено розрахунки для аналізу стану огорожувальних конструкцій та наявних теплових втрат. Огороджувальні конструкції потрібно утеплювати, а інженерні конструкції – модернізувати задля скорочення споживання теплової енергії житловою будівлею. Тому було запропоновано заходи по утепленню всіх непрозорих огорожувальних конструкцій, заміни дерев'яних вікон на металопластикові, встановлення індивідуального теплового пункту, а також теплоізоляція трубопроводів.

3. Також було проаналізований поточний стан впровадження автоматизованих систем енергетичного моніторингу в житлових будівлях в Україні, який демонструє достатньо високий потенціал. Було рекомендовано встановити таку систему в об'єкті дипломного проєктування.

4. Окрім того, був проведений розрахунок для обґрунтування доцільності встановлення сонячної електростанції на даху житлової будівлі для покриття потреб системи освітлення в місцях загального користування.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5. В останньому розділі дипломного проєкту були описані заходи з пожежної безпеки та охорони праці при встановленні індивідуального теплового пункту, а також розраховане захисне заземлення для щита освітлення в підвальному приміщенні.

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

- 1) ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2021. - 23 с
- 2) Системи електропостачання [Електронний ресурс] : метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни для студ. напряму підготов. 6.050601 «Теплоенергетика» за спеціальністю «Енергетичний менеджмент» / Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут» ; уклад. : В.А. Попов, А.О. Журавльов, О.С. Ярмолюк. – К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2016. – 34 с.
- 3) Розрахунок освітленості [електронний ресурс] – Режим доступу: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/80.html
(дата звернення: 03.06.2023)
- 4) ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
- 5) ЕВРОСВЕТ [електронний ресурс] – Режим доступу: https://evrosvet.com.ua/ua/product/lampa-svetodiodnaya-vysokomoshchnaya-evrosvet-60vt-6400k-vis-60-e27-/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20019583369&utm_term=&gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAlI168xlNdoUzwRd_m89FL1xEQVCZGnIbEaqhcMRMKB03sYQzfhSMLp2vBoCY5AQAvD_BwE
(дата звернення: 03.06.2023)
- 6) ЕВРОСВЕТ [електронний ресурс] – Режим доступу: https://evrosvet.com.ua/ua/product/datchik-dvizheniya-nastenny-evrosvet-se-01-360-belyy/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20019583369&utm_term=&gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAlI1688eaQes3yWmxC6P8duBqt6CvsnzxbUyM5VIJNp_VsMTFngosCVs-oRoComkQAvD_BwE
(дата звернення: 03.06.2023)
- 7) Домова служба [електронний ресурс] – Режим доступу: [ЕВРОСВЕТ \[електронний ресурс\]](https://evrosvet.com.ua/ua/product/datchik-dvizheniya-nastenny-evrosvet-se-01-360-belyy/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20019583369&utm_term=&gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAlI1688eaQes3yWmxC6P8duBqt6CvsnzxbUyM5VIJNp_VsMTFngosCVs-oRoComkQAvD_BwE) – Режим доступу: https://evrosvet.com.ua/ua/product/datchik-dvizheniya-nastenny-evrosvet-se-01-360-belyy/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20019583369&utm_term=&gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAlI1688eaQes3yWmxC6P8duBqt6CvsnzxbUyM5VIJNp_VsMTFngosCVs-oRoComkQAvD_BwE

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

01-360-

belyy/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20019583369&utm_term=&gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAIi1688eaQes3yWmx-C6P8duBqt6CvsnzxbUyM5VIJNp_VsMTFngosCVs-oRoComkQAvD_BwE

(дата звернення: 03.06.2023)

- 8) Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
- 9) ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії.
- 10) ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення.
- 11) ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.
- 12) ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
- 13) ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2021. - 23 с
- 14) ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування».
- 15) ДСТУ 4065-2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги.
- 16) ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги.
- 17) ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ: Державні будівельні норми України, 2013. - 141 с
- 18) Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text> (дата звернення: 31.05.2023)
- 19) ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2010. 130 с.
- 20) Терморегуляція організму людини [електронний ресурс] – Режим доступу:

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		78

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2168/termoregulyaciya> (дата звернення: 01.06.2023)

- 21) БудЗона [електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.budzona.net.ua/ua/uteplyuvach/mineralna-vata/minvata_izovat_145_1000h_600h150_na_syntetychnyh_spoluchnyh_up_1_2m2/ (дата звернення: 01.06.2023)
- 22) ТеплоКомфорт [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://teplokomfort.kiev.ua/ua/%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B9%D1%81/%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%96%D0%B2-%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%80> (дата звернення: 04.06.2023)
- 23) Центр енергоефективності [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ecenter.mkrada.gov.ua/%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8-%D0%B7-%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-4/> (дата звернення: 05.06.2023)
- 24) ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі».
- 25) Енергозбереження будівель та споруд: Розрахункова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк, О.І. Яценко – Електронні текстові дані (1 файл: 2,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 57 с.
- 26) ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (60951) [електронний ресурс] – Режим доступу: https://dnaop.com/html/60951/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_EN_15251_2011 (дата звернення: 06.06.2023)

27) Підготовка бакалаврських кваліфікаційних робіт. Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Дерев'янка Д. Г., Бориченко О. В., М. М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 63 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52305>

28) Децентралізація [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://decentralization.gov.ua/energoeffect/legislation> (дата звернення: 07.06.2023)

29) Сертифікація енергетичної ефективності будівель [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/content/buildings-certification> (дата звернення: 07.06.2023)

30) Енергетичний моніторинг [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eeplatform.org.ua/services/energomonitoring/> (дата звернення: 07.06.2023)

31) Встановлення автоматизованої системи диспетчеризації АСЕМ [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cee.com.ua/ASEM.html> (дата звернення: 07.06.2023)

32) Основи енергетичного менеджменту [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/38934/1/OEM.pdf;jsessionid=586F6947E180CE000E8F436A0A9365AB> (дата звернення: 07.06.2023)

33) Системи енергоменеджменту та їх математичне забезпечення [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/48403299.pdf> (дата звернення: 07.06.2023)

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

- 34) Децентралізація [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://decentralization.gov.ua/energoeffect/legislation> (дата звернення: 08.06.2023)
- 35) Клімат Києва [електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D0%B8%D1%94%D0%B2%D0%B0 (дата звернення: 08.06.2023)
- 36) Сонячна енергетика України [електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8 (дата звернення: 08.06.2023)
- 37) Погода в Києві по місяцях [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pogoda33.ua/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2> (дата звернення: 08.06.2023)
- 38) СВИТАКБ [електронний ресурс] – Режим доступу: https://svitakb.ua/alternativnaya-energetika/solar-panel/abi-solar-ab530-72mhc/?gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAlI1689aXXgd89cUYSG67Pq9dQP5SP8Q28AclzpDETCPJQSgar6YYIEZQzxoCjIEQAvD_BwE&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20162120866&utm_term=&utm_content=659062788442 (дата звернення: 08.06.2023)
- 39) Solar Technology [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://solartechnology.com.ua/services/installation> (дата звернення: 08.06.2023)
- 40) Тарифи на електроенергію для побутових споживачів [електронний ресурс] – Режим доступу: https://yasno.com.ua/news/b2c_news/electricity-tariffs-for-household-consumers-from-01-06-2023 (дата звернення: 08.06.2023)
- 41) ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ: Державні будівельні норми України, 2013. - 141 с

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		81

- 42) TERMOPROM [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://termoprom.com.ua/uk/poslugi/montazh/montazh-itp-ctp> (дата звернення: 03.06.2023)
- 43) ENERGETIK [електронний ресурс] – Режим доступу: https://energetik.ua/ua/catalog/kotelni_ustanovki/teplovie-punkty/ (дата звернення: 04.06.2023)
- 44) Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2127-13#n15> (дата звернення: 04.06.2023)
- 45) Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с.
- 46) НПАОП 40.1-1.02-01. Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж 1. галузь застосування (32413) [електронний ресурс] – Режим доступу: https://dnaop.com/html/32413_4.html (дата звернення: 04.06.2023)
- 47) Дослідження опору заземлювачів [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/5240/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8.pdf> (дата звернення: 04.06.2023)
- 48) ManagerHelp [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.managerhelp.org/hoks-335-1.html> (дата звернення: 05.06.2023)
- 49) Правила улаштування електроустановок [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://art-energetyka.com.ua/> (дата звернення: 05.06.2023)
- 50) Первинні засоби пожежогасіння [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7417865/page:7/> (дата звернення: 05.06.2023)
- 51) AntiFire [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://antifire.ua/ua/firefighting-1-water> (дата звернення: 05.06.2023)

					НТУУ 001.9109.052 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

ДОДАТКИ

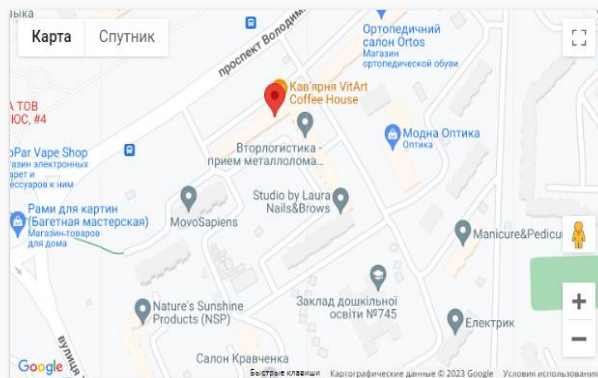
Додаток А

Калькулятор сонячної станції

Вкажіть місце розташування вашої сонячної електростанції. Залежно від області змінюється оптимальний кут нахилу, що впливає на генерацію сонячної електростанції. Якщо ви знаєте які сонячні батареї ви будете використовувати, або вони вже встановлені на вашій сонячній станції - вкажіть необхідну потужність і кількість. Вкажіть кут нахилу сонячної станції. Від правильно обраного кута нахилу сонячних панелей залежить ККД і ефективність отримання електроенергії. Вкажіть азимут. Якщо ваша станція буде спрямована на Південь, залиште значення азимута 0°, при східній орієнтації азимут буде дорівнює -90°, при західній 90°.

1. Місцезнаходження

Поставте маркер у місці, де буде знаходитись сонячна станція



2. Дані для розрахунку

Точність результатів залежить від введених даних

Потужність панелей	Кількість панелей
530 Вт	585 Шт
Кут нахилу	Азимут
35 °	0 °

За даних умов, річна генерація сонячної станції складе 348958 кВт · год

Рисунок А.1 Характеристики системи сонячних колекторів Atmosfera