

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 2020 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективність

**на тему: Вибір заходів з підвищення рівня енергоефективності
житлової будівлі**

Виконав:

студент IV курсу, групи ОН-371

Чепкий Захар Сергійович _____

Керівник:

к.т.н., доц. Прокопенко В.В. _____

Консультанти:

Теплова частина
(назва розділу)

к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков О.В.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Охорона праці
(назва розділу)

д.т.н., проф. Третьякова Л.Д.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Нормоконтроль
(назва розділу)

ас. Прокопенко І.Д.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____

Київ – 2021 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективність

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Чепкий Захар Сергійович

1. Тема проекту «Вибір заходів з підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі»,

керівник проекту *к.т.н., доц. Прокопенко В.В.*, затверджені наказом по університету від «21» травня 2020 р. №1131-с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту “12” червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: схема електро- та теплопостачання, параметри будівлі, режим роботи, споживання енергетичних ресурсів, перелік електроприймачів.

4. Перелік розділів, які мають бути розроблені

а) енергетична ефективність постачання та використання електричної енергії: - Енергетичний аудит електропостачальної системи житлового будинку по вул. Грушевського 20;

б) енергетичний аудит системи теплопостачання: - Енергетичний аудит теплопостачання житлового будинку по вул. Грушевського 20;

в) охорона праці та пожежної безпеки: - Охорона праці та пожежної безпеки під час монтажу ліхтарів зовнішнього освітлення.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Однолінійна схема електропостачання об'єкту проектування.
2. Результати енергетичного аудиту електропостачальної системи об'єкту.
3. Зовнішній вигляд та дані по житловому будинку по вул. Грушевського 20.
4. Результати енергетичного аудиту теплопостачальної системи об'єкту.

6. Консультанти:

Теплова частина: к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков В.О.

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

Нормоконтроль: ас. Прокопенко І.Д.

7. Дата видачі завдання «18» травня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання дипломного проекту

студентом _____
(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
	Розрахунок електричної частини	20.05.-05.06.21	
	Розрахунок теплової частини		
	Підготовка графічного матеріалу	10.06.-14.06.21	
	Захист дисертації	16.06.21	

Студент

Чепкий З.С.

Керівник проекту

В.В. Прокопенко

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: «Вибір заходів з підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі» складається з 80 сторінок, має 15 рисунків, 23 таблиць, 24 літературних джерела та 4 робочих креслення.

Метою роботи є дослідження житлового будинку за адресою м.Умань вулиця Грушевського 20 для підвищення його якості енергетичної ефективності постачання та використання електричної і теплової енергії. Основним із завдань дипломного проекту є вміння пропонувати енергозберігаючі заходи, знати в чому їх перевага та яку вони мають доцільність в порівнянні з іншими заходами. Також є важливим питання, як правильно розраховувати енергозберігаючі заходи відповідно до нормативної документації.

В дипломному проекті також розглянуто питання охорони праці.

Ключові слова:, енергозбереження, заходи з енергоефективності, споживання, тепловтрати, баланс енергоспоживання, економія, термін окупності.

ABSTRACT

Diploma project on the theme: " Choice of measures to increase the energy efficiency of a residential building" consists of 80 pages, 15 figures, 23 tables, 24 literary source and 4 working drawing.

The aim of this work is to study a residential building at Uman street of Grushevskogo 20 and the tool shop to improve their quality and energy efficiency of supply and use of electrical and thermal energy. The main task of the diploma project is the ability to offer energy saving measures to know what is their advantage and what they have feasibility in comparison with other measures. Also important question, how to calculate energy saving measures according to normative documents.

An important place in the thesis project is the machining equipment because it takes up most of the shop and in need of modernization. The new equipment has a high level of efficiency and period okost. The thesis project also examines the issues of labor protection.

Keywords:, energy conservation, energy efficiency, consumption, heat loss, power balance, savings, payback period.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	11
1.1. Загальні відомості про об'єкт виконання дипломного проекту.....	11
1.2. Опис системи електропостачання.....	19
1.3. Характеристика споживачів електричної енергії	19
1.4. Побудова потоків споживання електричної енергії(фактичних балансів споживання електричної енергії).....	20
1.4.1. Перевірка кабелів.....	22
1.4.2. Побудова балансу споживання електричної енергії.....	23
2 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ.....	23
2.1.1. Захід з енергозбереження №1. Заміна ламп розжарювання на енергоефективні світлодіодні лампи у місцях загального користування житлового будинку	23
2.2.2. Захід з енергозбереження №2. Встановлення датчиків руху у місцях загального користування у місцях загального користування житлового будинку.....	32
2.2.3. Захід з енергозбереження №3. Встановлення частотного перетворювача на насосне обладнання житлового будинку.....	35
3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ.....	38
3.1. Загальний опис системи теплопостачання	39
3.3. Існуючі тарифи на енергоносії.....	41
3.4. Попередні заходи з енергоефективності.....	42
3.5. Обстеження огорожуючих конструкцій.....	43
3.6. Розрахунок теплової потужності системи опалення.....	48
3.6.1. Тепловтрати через огорожуючі конструкції.....	49
3.7. Заходи з енергозбереження.....	52
3.7.1. Захід з енергозбереження №1. Утеплення зовнішніх стін будівлі теплоізоляційним матеріалом.....	52
3.7.2. Захід з енергозбереження №2. Утеплення підлоги	57

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

..7.4 Захід з енергозбереження №4. Промивка системи опалення.....	59
3.8 Висновки до розділу 3.....	61
4 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	63
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЛІХТАРІВ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	64
5.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	66
5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	67
5.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників	68
5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці	70
5.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників	71
5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів....	72
5.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації	Ошибка!
Закладка не определена.	
ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Аудит (дослідження) енергетичний – це дослідження компаній, організацій, підприємств та деяких виробничих фірм, який відбувається за ініціативою користувача задля розуміння можливості зекономити паливо та енергетичні запаси, проведення операцій стосовно економії в практичній діяльності в результаті реалізації процесів енергетичної продуктивності, а також задля створення в компанії структури енергетичного управління. В процесі дослідження обстежень справжнє положення енергетичного господарства досліджуваного об'єкту, баланси енергетичного, виконується Обов'язковим висновком енергетичного дослідження виступає надання рекомендацій стосовно покращення виробничих технологій та вжитку енергетичних ресурсів.

Попри існування загальноприйнятих способів, перевірку такого плану можна здійснювати різними способами. На першому місці з причин хвилювання начальника стоїть обізнаність щодо справжнього положення справ по розподілу енергетичних ресурсів всередині виробничої зони. Рівень достовірності обліку розподілу енергетичних ресурсів всередині організації, трудомісткість та час виконання дій по складанню балансів, а також програма вимірювань для обладнання. В процесі енергетичного дослідження формується «Звіт про енергетичне дослідження», розроблюється енергетопаспорт, у якому вказуються даються характеристики організації, а також зазначаються всі невикористані запаси економичності, які були виявленні в ході перевірки, а також надаються поради стосовно щодо подальшої роботи користувачу енергетичних ресурсів в напрямку збереження енергетичних ресурсів, а також оптимізації результативності робочої діяльності. Енергетичне дослідження допомагає користувачу більш детально зрозуміти головні складнощі у використанні ресурсів, з майбутнім їх розв'язанням, а також допомагає спрямувати вилученні кошти від збереження енергетичних запасів у результативніше виробництво.

Цей дипломний проект містить в собі ази енергетичної перевірки, яка спрямована на розв'язання таких завдань:

1. Оцінювання справжнього положення використання енергетичних ресурсів в організації;
2. Пошук головних проблем, які пов'язані з нераціональним застосуванням енергоресурсів у виробничому процесі;
3. Формування плану дій, спрямовані на зменшення витрат палива та енергетичних запасів;
4. Пошук та оцінювання запасів економії енергії та паливних ресурсів;
5. Пошук раціональних об'ємів споживання енергоресурсів на виробництві та під час роботи обладнання.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТ

1.1 Загальні відомості про об'єкт виконання дипломного проекту

Об'єктами дипломного проекту є житловий будинок комунальної власності, що розташований за адресою: вулиця Грушевського 20.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд будівлі станом на 2020 рік

Тип будівлі - житловий будинок. Споруда була збудована в 1995 році .
Має 7 під'їздів по 10 поверхів, горище та підвал, в якому знаходиться теплопункт. Кількість квартир – 270. Ліфтів – 7, пасажирські. Будівля із цегли.

Загальна площа будинку : 18494, 89 м²

Зм.	Вм.	А.	Р.	А.	Р.	№	Д.	В.	Д.
Зм.	Вм.	А.	Р.	А.	Р.	№	Д.	В.	Д.

НТУУ «ПІІ» № 00106101004073

Арх.
10
11

Площа місць загального використання: 5924,34 м²

Площа вбудованих та прибудованих підвальних приміщень: 4856 м²

Площа приміщень (житлових та нежитлових) будинку: 12570,55 м²

Будинок житловий застосовує наступні типи носіїв енергії: електроенергія, теплоенергія, вода. Розрахунок за використані енергетичні ресурси виконується за показниками діючих вузлів обліку тепла, води та електроенергії.

Електроенергія застосовується, перш за все, для підігріву гарячої води, для функціонування ліфту та для освітлення будинку. Система постачання тепла має модульний індивідуальний тепловий пункт. Ця енергія застосовується для гарячого постачання води та для опалення приміщення. Воду використовують мешканці для різних потреб у побуті, а також для зрошення землі навколо будівлі.

Споживання електроенергії за минулі періоди (розпочинаючи з 2018р, та закінчуючи 2020р.) зобразимо в табл. 2.1.

Споживання електроенергії на протязі року нерівномірне, тому що довжина світлового дня в холодні пори року менше, тому освітлення вмикається більше, а також в цей час вмикаються дуже часто електричні пристрої для обігріву приміщень.

Таблиця 2.1 – Річне споживання електричної енергії за 2018-2020 рр.

	Місяць	2018		2019		2020	
		кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
	Січень	8750	14700	7490	12583,2	7700	12936

Продовження таблиці 2.1

	Лютий	9030	15170,4	8750	14700	7420	12465,6
	Березень	6090	10231,2	9450	15876	6020	10113,6
	Квітень	5810	9760,8	7420	12465,6	5950	9996

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ			Арк.
								11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

	Травень	7280	12230,4	5950	9996	5985	10054,8
	Червень	5180	8702,4	5390	9055,2	5320	8937,6
	Липень	5600	9408	5320	8937,6	5880	9878,4
	Серпень	5880	9878,4	5880	9878,4	5740	9643,2
	Вересень	5460	9172,8	5460	9172,8	7070	11877,6
	Жовтень	8785	14758,8	8785	14758,8	7070	11877,6
	Листопад	6741	11324,88	6741	11324,88	7420	12465,6
	Грудень	9170	15405,6	9170	15405,6	7070	11877,6
	Всього:	83776	140743,7	85806	144154,1	78645	132123,6

Споживання електричної енергії за місяцями зобразимо на рисунку 2.2

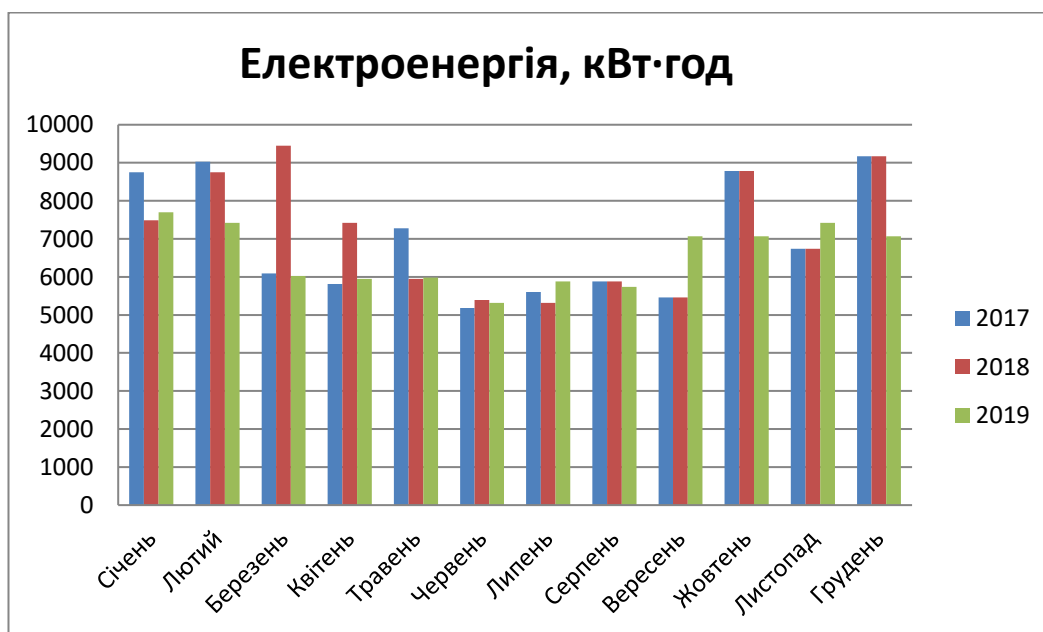


Рисунок 2.2 – Динаміка зміни споживання електричної енергії за 2018-2020 роки

Використання електроенергії:

- Максимальне використання електроенергії спостерігається взимку та в кінці осені – світловий день зменшується та застосовуються різні електричні обігрівачі; цим пояснюється стрімкий підйом у березні 2019 року, коли показник температурний середній стрімко знизився та дорівнював 1,9⁰ С,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.6101.004 ПЗ

➤ якщо розглядати кожен рік окремо, то максимальний рівень споживання електричної енергії був у 2019 році, проте, в загалі, використання електроенергії не має суттєвих відмінностей. Пояснюється це тим, що у 2019 році була прохолодною весна для нашого клімату, порівнюючи з 2019 - 2020 рр.

Для коректного оцінювання частки споживаної енергії потрібно обчислювати електроенергію та теплоенергію як спільні одиниць виміру (в нашій ситуації - це кВт·год). Підрахуємо та занесемо висновки до таблиці 2.2.

Енергоно сій	2018				2019				2020			
	кВт·год	%	Грош. кошти	%	кВт·го д	%	Грош. кошти	%	кВт·го д	%	Грош. кошт и	%
Електрич на енергія	83776,0 0	3,6 1	14074 3,68	4, 9	85806,0 0	3,7 7	14415 4,08	5,3	78645, 00	4,1 1	13212 3,6	4,8
Теплова енергія	2239938 ,0	96, 39	27276 77	95 ,1	219055 7,02	96, 23	25543 18	94, 7	183337 6,42	95, 89	26080 45	95, 2

Візуально зобразимо результати порівняння використання енергоносіїв на протязі трьох років (2018-2020р.р.) у вигляді кругового графіку на рисунках 2.3, 2.4, 2.5 відповідно. З таких графіків видно частку споживання енергії кожного ресурсу в загальному використанні будинку житлового. Допоможуть віднайти енергетичний ресурс, який використовується саме

більше, щоб реалізувати заходи з енергоефективності, насамперед, для цього запасу.

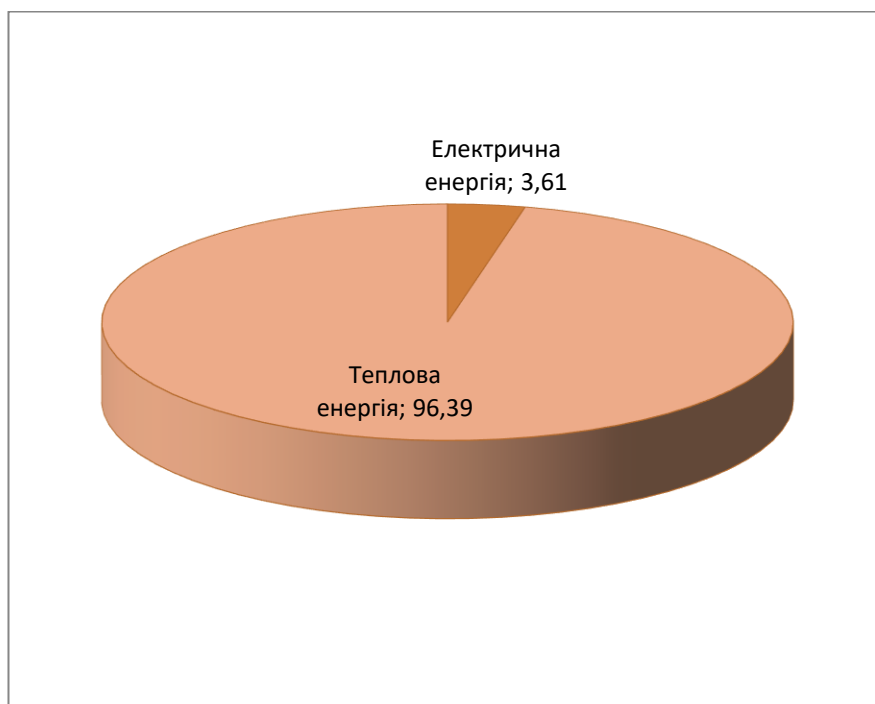


Рисунок 2.3 – Споживання теплової та електричної енергії за 2018 рік.



Рисунок 2.4 – Споживання теплової та електричної енергії за 2019 рік.

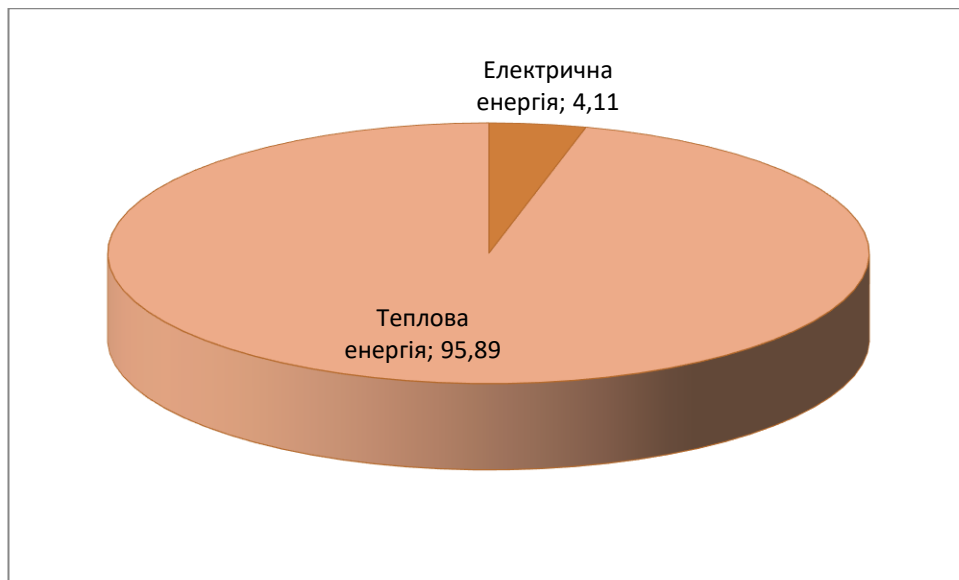


Рисунок 2.5 – Споживання теплової та електричної енергії за 2020 рік.

Як можна побачити на кругових діаграмах, частка електроенергії в у порівнянні з тепло – енергією, невелика; визначивши схему використання електричної та теплової енергій у відсотковому значенні їх використання, спостерігаємо, що використання енергій у відсотковому виразі по роках практично незмінне: тепла енергія – середній показник - 96,17 %, електроенергія – середній показник - 3,83 %. Це можна пояснити схожим робочим графіком та аналогічними природними умовами.

Витрати коштів на електроенергію та на тепло - енергію можна побачити на рисунках 2.6, 2.7, 2.8 відповідно.

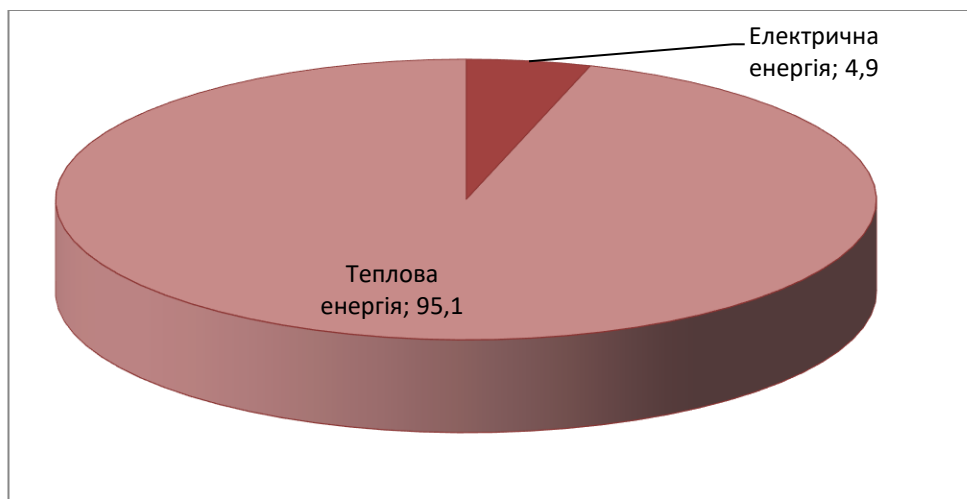


Рисунок 2.6 – Сплата за теплову, електричну енергію за 2018 рік

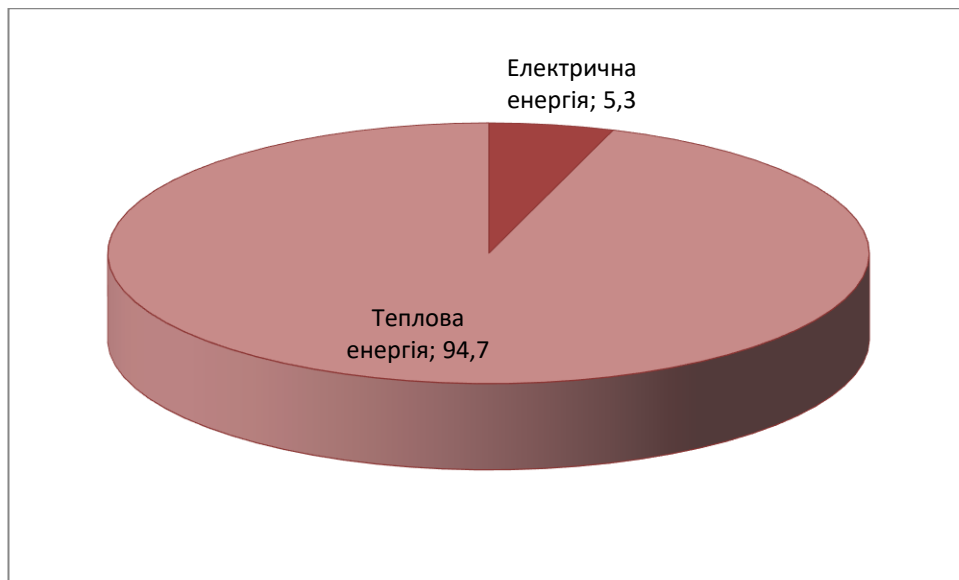


Рисунок 2.7 – Сплата за теплову, електричну енергію за 2019 рік

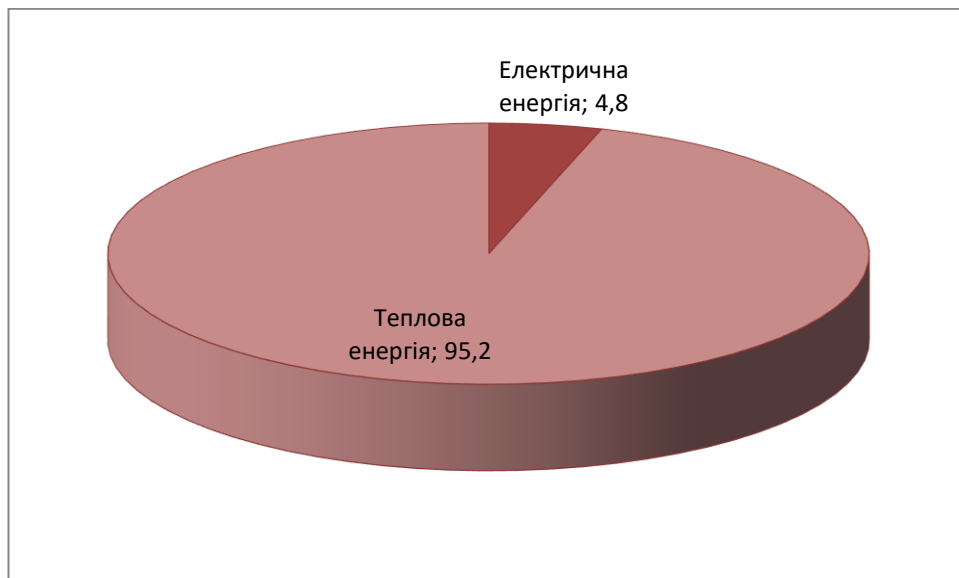


Рисунок 2.8 – Сплата за теплову, електричну енергію за 2020 рік

Можемо стверджувати, що на протязі минулих трьох років співвідношення у грошовому еквіваленті між застосуванням електроенергії та тепло – енергії лишилося фактично без змін. Це можна пояснити паралельною зміною тарифів на вище зазначені енергетичні носії.

З відомостей діаграм видно, що витрати на оплату за тепло- енергію, в середньому, дорівнюють 95,0 %, а на оплату електричної енергії іде 5,0 %.

Тому, можна дійти висновку, що максимальний фокус слід зробити на енергозберігаючих заходах з енергопродуктивності, що у майбутньому призведуть до зменшення використання теплової енергії, а також обстежувати можливість реалізації дій з енергоефективності в системах постачання електрики та води.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Опис системи електропостачання

Об'єкт має однолінійну схему електропостачання. Електропостачання будинку здійснюється від ТП-1176. Для заземлення використовуються нульові дроти, сталеві труби. Заземленню підлягають всі металеві частини електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою.

Схема живлення вдало спроектована та передбачає рішення на випадок аварійних ситуацій. Лічильники НІК 2301 АП1 і НІК 2301 АП3В.

У ТП встановлено два трансформатори ТМ 630/10/0,4, $S=630$ кВ·А (звід 1 робочий та звід 2 у резерві). Будівля живиться від шин 0,4 кВ. Будинок – шістьма кабелями АВВГ 4х185,

Житловий будинок сплачує за електричну енергію за фактичними показами індукційного лічильника типу: СТ4-ЄА05 ($I_{ном}=5$ А, $U=380$ В), який встановлено в розподільчому пункті в підвалі, та не сплачує за втрати у трансформаторі та в лінії електропередач.

Клас точності вимірювання активної енергії 2S и 0,5S згідно з ДСТУ 30206-94 1,0 и 2,0 згідно з ДСТУ 30207-94.

Лічильник встановлено на межі балансової належності споживача та мереж електропостачальної компанії.

1.3 Характеристика споживачів електричної енергії

Головні користувачі електроенергії житлового будинку – це наступні електричні прилади:

- освітлювальні прилади;
- насоси;
- ліфти.

Електроенергія будинку застосовується, здебільшого, для функціонування ліфту та насосів.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для максимального візуального розуміння електроустановок об'єктів проектування об'єднаємо їх у таблицю 2.4. В таблиці відображений список споживачів електроенергії житлового будинку, їх чисельність, потужність установок, графік роботи.

Таблиця 2.4 – Енергоспоживаюче обладнання

Група навантаження	Тип обладнання	К-ть, шт.	Встановлена потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Тривалість роботи, год/добу
1	2	3	4	5	6
Житловий будинок					
Освітлення	Лампи розжарювання	77	0,04	3,08	12
Обладнання	Ліфти пасажирські	7	6,5	45,5	5
	Насоси	7	4	28	6
Загалом:				76,58	

1.4 Побудова потоків споживання електричної енергії(фактичних балансів споживання електричної енергії)

1.4.1 Розрахунок електричних навантажень методом розрахункових коефіцієнтів

Розрахункове навантаження житлового будинку розраховується наступним чином:

$$P_{ж.б} = P_{кв} + 0,9 \cdot P_{л};$$

$$Q_{ж.б} = P_{кв} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{кв} + 0,9 \cdot P_{л} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{л},$$

де $P_{кв}$ – питоме розрахункове навантаження квартир, кВт/житло,

розраховуємо згідно:

$$P_{\text{л}} = K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}},$$

Отже, розрахункове навантаження житлового будинку:

$$P_{\text{ж}} = n \cdot P_{\text{пит.ж}} + 0,9 \cdot K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}},$$

де n – кількість помешкань;

$n_{\text{л}}$ – кількість ліфтових установок;

$K_{\text{пл}}$ – коефіцієнт попиту ліфтових установок, визначаємо згідно [6];

$P_{\text{л}}$ – потужність ліфтової установки (пасажирський ліфт), кВт.

$$Q_{\text{ж}} = n \cdot P_{\text{пит.ж}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{кв}} + 0,9 \cdot K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{л}},$$

$\text{tg}\varphi_{\text{л}}$ - коефіцієнт реактивного навантаження ліфтів, згідно [6] для 7ліфтів.

Отже,

$$P_{\text{ж}} = 270 \cdot 1,35 + 0,9 \cdot 0,68 \cdot 6,5 \cdot 7 = 376,52 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{ж}} = 270 \cdot 1,35 \cdot 0,23 + 0,9 \cdot 0,68 \cdot 6,5 \cdot 7 \cdot 1,17 = 118,02 \text{ квар},$$

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_{\text{ж}} = \sqrt{376,52^2 + 118,02^2} = 472,57 \text{ кВА}$$

Визначимо сумарне активне навантаження на шинах низької напруги: 11

$$P_{\text{нн}} = P_{\text{р.об}} + P_{\text{ж}};$$

$$P_{\text{нн}} = 79,72 + 376,52 = 456,24 \text{ кВт}.$$

Визначимо сумарне реактивне навантаження по всьому об'єкту:

$$Q_{\text{нн}} = Q_{\text{р.об}} + Q_{\text{ж}};$$

$$Q_{\text{нн}} = 74,77 + 118,02 = 192,79 \text{ квар}.$$

Визначимо сумарне повне навантаження по всьому об'єкту(2.6):

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{P_{\text{нн}}^2 + Q_{\text{нн}}^2};$$

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{456,24^2 + 192,79^2} = 495,3 \text{ кВА}.$$

Втрати потужності в трансформаторі обчислимо за допомогою приблизних формул[8]:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_T = 0,03 \cdot S_{p.об};$$

$$\Delta Q_T = 0,1 \cdot S_{p.об};$$

$$\Delta P_T = 0,03 \cdot 506,5 = 15,19 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_T = 0,1 \cdot 506,5 = 50,65 \text{ квар.}$$

Сумарне навантаження на шинах ВН розраховується таким чином:

$$P_{ВН} = P_{нн} + \Delta P_T;$$

$$Q_{ВН} = Q_{нн} + \Delta Q_T;$$

$$P_{ВН} = 456,24 + 15,19 = 471,43 \text{ кВт};$$

$$Q_{ВН} = 192,79 + 50,65 = 243,44 \text{ квар};$$

$$S_p = \sqrt{P_{ВН}^2 + Q_{ВН}^2};$$

$$S_p = \sqrt{471,43^2 + 243,44^2} = 530,57 \text{ кВА.}$$

Зведемо отримані результати в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Розрахункові навантаження по об'єкту дослідження

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P , кВт	Q , кВАр	S , кВА
Освітлювальне навантаження	6,12	2,019	6,44
Навантаження будинку	376,52	118,02	472,57
Втрати в трансформаторі	15,19	50,65	
Шини ВН на ТП	471,43	243,44	530,57

1.4.4 Перевірка кабелів

Перевірку проводимо у післяаварійному режимі (пошкодження однієї з ліній, що живить об'єкт).

Перевірку кабелю від РП до ТП здійснюємо за розрахунковим струмом:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H}, \quad (2.7)$$

Підставляємо значення у формулу (2.7):

$$I_p = \frac{530,57}{\sqrt{3} \cdot 10} = 30,63 \text{ А.}$$

Наявний кабель марки АПвП 3х35, $I_{\text{доп}} = 119 \text{ А}$; $r_0 = 0,868 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,095 \text{ Ом/км}$ [].

1.4.5 Побудова балансу споживання електричної енергії

Баланс споживання електричної енергії визначається за розрахунково-аналітичним методом. Склавши баланс споживання можна наочно побачити які саме споживачі є найбільш енергоємними та з огляду на це обрати першочергові заходи з енергоефективності. Згідно розрахунково-аналітичного методу споживання електроенергії можна розрахувати за формулою:

$$W_i = P_{\text{вст } i} \cdot n \cdot k_{\text{в } i} \cdot T_{\text{роб } i}, \quad (2.9)$$

де $P_{\text{вст } i}$ - встановлена потужність обладнання, кВт, яка береться із паспортних даних;

n - кількість, шт;

$k_{\text{в } i}$ - коефіцієнт використання встановленої потужності;

$T_{\text{роб } i}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Визначимо витратну частину балансу споживання електроенергії за 2020 рік. Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Баланс споживання електричної енергії за 2020 рік.

Найменування	Загальна потужність, кВт	K_b	Середня потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, год	Річне споживання, кВт год
Житловий будинок					
Насоси	28	0,6	16,8	5256	88300,8

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ		Арк.
							22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Ліфти	45,5	0,3	13,6	2628	35740,8
Освітлення	3,08	0,95	3,08	4300	13244,0
Всього	76,58		33,48		137285,6

Побудова балансу споживання електричної енергії для житлового будинку (див. рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Баланс споживання електроенергії будинку за 2019 рік

З даної діаграми бачимо, що найбільша частка у споживанні електричної енергії будинку витрачається на роботу насосів та ліфтів. Тому саме для цих споживачів доцільно в першу чергу пропонувати заходи з енергоефективності.

2 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

2.1 Аналіз доцільності та очікуваних результатів впровадження вибраних заходів з енергоефективності

2.1.1 Реконструкція енергоефективності системи освітлення інструментального цеху

З балансу використання електроенергії будівлі (табл. 2.7), як впливає, максимальна частка припадає на освітлювальну систему, до якої входять лампи розжарювання (потужність кожної складає 60Вт), саме за цих обставин слід замінити освітлювальну систему та під'єднати датчики руху, наприклад, лампи Global 1-GBL-262[9] та датчики руху Euroelectric «Куб модерн»[10]. Після монтажу ця система буде робити оптимальним клімат всередині будівлі, а також зменшиться численність електричних витрат, в результаті чого будуть значно зекономлені кошти.

Підрахуємо економічну доцільність проекту.

Для реалізації цих дій треба закупити такі матеріали:

- Рухові руху;
- Кабель;
- Саморізи;
- Короби;
- Лампи.
- кабель;

Таблиця 2.8 – Характеристики та ціни на будівельні матеріали

Матеріал	Марка	Розміри	Освітленість та світловий потік (Лк,лм)	Опір, Ом/м	Ціна за упаковку, грн
Датчики руху	Euroelectric	91.6 84.6 (мм H D)	<3-2000	-	285,9
Лампи	Global	11 / 6 см	640	-	29
Кабель	ПСВВ 4х0.4	0,4 мм	0,6	160/1000	5-1м.
Саморіз	-	-	-	-	90
Короб	65672TM220	40x40	-	-	13,10-1м.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Загальні витрати на проект – 95872,5 гривень.
- Монтажні витрати– 29000 гривень.
- Ставка дисконтування – 10%.
- Життєвий час проекту – від десяти років.

З електричного балансу зрозуміло, що суттєва частка будівлі має неякісний кабель, тому перед реконструкцією варто налагодити з'єднання кабелів.

- Витрати на ремонтні роботи: 3000 грн.

Визначаємо затрати під час реалізації проекту:

- Вартість обладнання: 63872,5 грн.
- Вартість монтажу: 32000 грн.
- Сумарні капіталовкладення: 95872,5 грн.

За оцінками, щорічна економія становитиме приблизно 48314 грн.

Розраховуємо різницю.

Після того, як ми визначилися з кількістю грошових втрат і кількістю інвестицій, потрібно вирахувати різницю між тим, скільки потрібно інвестувати і скільки грошей ми зекономимо.

Капітальні затрати будуть складатися з затрат на купівлю датчиків руху та вартості монтажних робіт.

Використаємо 125 датчиків моделі Euroelectric куб модерн. Вартість одного датчика руху складає 286 грн. Вартість монтажу даної кількості датчиків руху складає 23625 грн.

Отже, витрати на введення в експлуатацію визначаються за формулою:

$$K = N \cdot C + B; \quad (2.37)$$

де N – кількість необхідних датчиків руху;

C – ціна датчика руху;

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B – вартість монтажних робіт.

Підставивши відповідні значення в формулу отримаємо:

$$K = 125 \cdot 286 + 23625 = 59375 \text{ грн.}$$

Кількість спожитої електроенергії приладами визначається за формулою:

$$W' = P \cdot n \cdot T', \quad (2.34)$$

де P – встановлена потужність, кВт;

n - кількість приладів, шт.;

T' - час роботи, год.

Підставивши значення в формулу (2.34) отримаємо:

$$W' = 0,06 \cdot 190 \cdot 12 \cdot 220 = 30096 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Кількість спожитої електроенергії після проведення заходу визначається за формулою (2.34):

$$W'' = 0,008 \cdot 190 \cdot 4 \cdot 220 = 1337,6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Річна економія електричної енергії визначається за формулою:

$$\Delta W = W' - W'' ; \quad (2.35)$$

де W' – споживання електричної енергії до проведення заходу, кВт·год/рік;

W'' – споживання електричної енергії після проведення енергозберігаючого заходу, кВт·год/рік.

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$\Delta W = 30096 - 1337,6 = 28758,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Річна економія витрат, виражену в грошовому еквіваленті розраховується за формулою:

$$E = b \cdot \Delta W, \quad (2.36)$$

де b - тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи тариф на електроенергію 1,68 грн/кВт·год – можна розрахувати річну економію витрат, виражену в грошовому еквіваленті за формулою:

$$E = 1,68 \cdot 28758,4 = 48314,112 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

При розрахунку простого строку окупності використовувалась формула:

$$PBP = \frac{INV_t}{\sum_{t=0}^n CF_t}. \quad (2.38)$$

При розрахунку дисконтованого строку окупності використовувалась формула:

$$DPBP = \frac{\sum_{t=0}^n INV_t \cdot \frac{1}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^n CF_t \cdot \frac{1}{(1+d)^t}}. \quad (2.39)$$

При розрахунку чистої приведеної вартості проекту використовувалась формула:

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+d)^t}. \quad (2.40)$$

При розрахунку внутрішньої норми рентабельності проекту використовувалась формула:

$$IRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=0}^n CF_t}{INV_t}} - 1. \quad (2.41)$$

Знайдемо чисту приведену вартість (ЧПВ), якій відповідає кумулятивний грошовий потік використовуючи формулу 2.40:

$$NPV_1 = \sum_{i=0}^{15} CF_i^d = -95872 + \dots + 16248 + 14771 = 139551 \text{ грн.}$$

Знайдемо внутрішню норму рентабельності. Для цього приймаємо ставку дисконту $i=10\%$ [11]. Розрахунки зведемо таблицю 3.11.

Таблиця 2.9 – Внутрішня норма рентабельності

Час життя	CF, грн	K_i	$CF_{i.d.}$, грн
0	-95872	1	-95872
1	38314	0,862068966	33029,31034

2	38314	0,743162901	28473,5434
3	38314	0,640657674	24546,1581
4	38314	0,552291098	21160,48112
5	38314	0,476113015	18241,79407
6	38314	0,410442255	15725,68455
7	38314	0,35382953	13556,62461
8	38314	0,305025457	11686,74535
9	38314	0,26295298	10074,78048
10	38314	0,226683603	8685,155582
			70548,34155
		IRR=	11,42711908

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо чисту приведену вартість використовуючи формулу 2.40:

$$NPV_2 = \sum_{i=0}^{15} CF_i^D = -95872 + \dots + 32059 + 31431 = 184796 \text{ грн.}$$

В результаті розрахунків отримали такі дані:

$$i = 10\% - \text{ЧПВ} = 139551 \text{ грн.}$$

$$i = 16\% - \text{ЧПВ} = 70548 \text{ грн.}$$

Розрахуємо внутрішню норму рентабельності:

$$IRR = A + \frac{a(B-A)}{(a-b)}, \quad (2.42)$$

де A – величина ставки дисконту, при якій ЧПВ додатна;

B – величина ставки дисконту, при якій ЧПВ від'ємна;

a – величина додатної ЧПВ, при величині ставки дисконту A ;

b – величина від'ємної ЧПВ, при величині ставки дисконту B .

$$IRR = 16 + \frac{139552 \cdot (10 - 16)}{(139552 + 70548)} = 12,014\%.$$

$IRR > 0$, отже можна зробити висновок, що проект є прийнятним при дисконтній ставці 16%.

Розрахуємо термін окупності:

Як бачимо з таблиці 3.12 кумулятивний грошовий потік міняє своє значення з негативного на позитивне між 2-м і 3-м роками, тому простий термін окупності капітальних вкладень дорівнюватиме:

$$T_{ок}^{np} = 2 \text{ роки } X \text{ місяців}$$

Де X знайдемо із співвідношення:

$$12 \text{ місяців} - 48314 \text{ грн.}$$

$$X \text{ місяців} - 19244 \text{ грн.}$$

$$X = \frac{12 \cdot 19244}{48314} = 4,7 \text{ місяці}$$

Тоді простий термін окупності:

$$T_{ок}^{np} = 2 \text{ роки } 5 \text{ місяців}$$

Дисконтований термін окупності капітальних вкладень дорівнюватиме:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ок}^{\partial} = 3 \text{ роки } X \text{ місяців}$$

Де X знайдемо із співвідношення:

12 місяців – 26169,05 грн.

X місяців – 590 грн.

$$X = \frac{12 \cdot 590}{26169,05} = 0,27 \text{ місяці}$$

Тоді дисконтований термін окупності:

$$T_{ок}^{\partial} = 3 \text{ роки.}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10 – Планування грошових потоків енергозберігаючого проекту

Час життя	Капітальні затрати, грн/рік	Експлуатаційн і витрати, грн/рік	Економія, грн	Грошовий потік CF, грн	Кумулятивний потік CF, грн	Коефіцієнт дисконту Кі	Дисконтовани й CF, грн	Кумулятивни й CF, грн
0	95 872	0	0	-95 872	-95 872	1,00	-95872,00	-95 872
1	0	10000	48 314	38 314	-57 558	0,91	34831,01	-61 041
2	0	10000	48 314	38 314	<u>-19 244</u>	0,83	31664,56	-29 376
3	0	10000	48 314	38 314	19 070	0,75	28785,96	<u>-590</u>
4	0	10000	48 314	38 314	57 384	0,68	26169,05	25 579
5	0	10000	48 314	38 314	95 699	0,62	23790,05	49 369
6	0	10000	48 314	38 314	134 013	0,56	21627,32	70 996
7	0	10000	48 314	38 314	172 327	0,51	19661,20	90 657
8	0	10000	48 314	38 314	210 641	0,47	17873,82	108 531
9	0	10000	48 314	38 314	248 955	0,42	16248,92	124 780
10	0	10000	48 314	38 314	287 269	0,39	14771,75	139552

2.1.2. Заміна ламп розжарювання на енергоефективні світлодіодні лампи у місцях загального користування житлового будинку

Заміна ламп виду ЛР40 на більш вигідні світлодіодні лампи, які мають приблизно рівний світловий потік відповідно.

Сьогодні в якості шляхів освітлення застосовуються лампи розжарювання (40 Вт). Віддача світла від ламп розжарювання дорівнює 10 Лм/Вт, термін експлуатації цих ламп сягає близько 1000 годин.

Чисельність таких ламп - 77 штук.

Пропонується замінити лампи розжарювання на світлодіодні лампочки. Монтаж енергоефективної освітлювальної системи дасть змогу при нормованому, нормальному освітленні у приміщеннях споживати менше електричної енергії. Пропонуємо виконати монтаж 77 світлодіодних ламп, потужність яких дорівнює 12 Вт (E27). Віддача світла такої лампи сягає 86 Лм/Вт. Температура кольору лампи дорівнює 3000 К. Термін експлуатації КЛЛ складає 20 тис. годин. Лампи мають такий зовнішній вигляд, який можна побачити на рисунку 2.13.



Рисунок 2.14 Зовнішній вигляд ламп.

Фірма «Eglo» пропонує великий сегмент енергозберігаючих та LED ламп, за ціною, що є середньою на ринку даної продукції.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Анк
Змн.	Анк	№ локум.	Піліпис	Дата		

Порівняльні характеристики ламп наведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.11 – Характеристики ламп розжарювання та LED ламп

Найменування	Потужність P, кВт	Середній темпін служіння, г	Вартість, грн.	Світловіддача, Лм/Вт	Тип цоколя
ЛР40	0,04	1000	16	10	E-27
LED12	0,012	20000	127	86	E-27

Затрати на експлуатацію протягом року становлять:

$$E = N_{\text{л}} \cdot P_{\text{л}} \cdot C \cdot T \cdot W_{\text{ПРА}},$$

де $N_{\text{л}}$ - кількість ламп;

T - число годин роботи ламп в рік;

C - тариф електроенергії;

$W_{\text{ПРА}}$ - споживання енергії ПРА.

$$E_{\text{ЛР40}} = 77 \cdot 0,04 \cdot 1,68 \cdot 4300 \cdot 1,15 = 25587,4 \text{ грн}$$

Затрати на експлуатацію нових люмінесцентних ламп протягом року становлять:

$$E_{\text{LED12}} = 77 \cdot 0,012 \cdot 1,68 \cdot 4300 \cdot 1,15 = 7676,2 \text{ грн.}$$

Річна економія складає:

$$E = E_{\text{ЛР40}} - E_{\text{LED12}} = 25587,4 - 7676,2 = 17911,2 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію: встановлення цих ламп не потребує заміни та/або будь-якої переробки конструкції світильників.

$$B = N_{\text{л}} \cdot C_{\text{л}},$$

$$B_{\text{LED12}} = 77 \cdot 127,0 = 9779 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності розрахуємо за формулою (2,14) :

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta B}{E} = \frac{9779}{17911,2} = 0,54 \text{ року.}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Апк
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		33

Отже, простий термін окупності складе приблизно 6 місяців. Цей термін окупності є прийнятним, тому захід може бути впроваджений.

2.1.3 Встановлення датчиків руху у місцях загального користування у місцях загального користування житлового будинку

Для зниження витрат на освітлення можна встановити датчики руху чи знаходження. Вони вмикають прилади лише при появі людини, а також у випадку, коли недостатньо природного освітлення.

Лампи зразка ЛР-40 застосовуються для освітлення всередині будівлі на протязі дня. Чисельність встановлених ламп сягає 77, потужність кожної - 0,04 кВт. Вони перебувають у ввімкнено год./день. Знаходження мешканців у коридорах сягає близько 6 год./день.

Монтаж датчиків руху дозволить автоматично вимикати освітлення у коридорах за умови відсутності мешканців. Застосуємо датчики руху компанії ІЕК типу ДД 024, білі. Артикул: LDD11-024-1100-001. Датчики показали себе надійними у роботі та енергозберігаючими. Застосуємо 70 датчиків.

Підрахунок економії енергії за рік

$$E=77 \cdot 0,04 \cdot (12-6) \cdot 365=6745,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

Економія коштів в грошовому еквіваленті при вартості 1 кВт·год = 1,68 грн. складе:

$$E_r=6745,2 \cdot 1,68=11331 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергоефективності:

215 грн – ціна одного датчика руху. Оскільки будинок має 7 під'їздів по 10 поверхів, то необхідно встановити 70 датчиків руху на кожному поверсі;

97 грн – ціна встановлення одного датчика руху.

$$K = (215 + 97) \cdot 70 = 21840 \text{ грн.}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Для оцінки проекту потрібно розрахувати простий термін окупності за формулою (2.14):

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{21840}{11331} = 1,92 \text{ років}$$

Отже, простий термін окупності складе 1 рік і 11 місяців. Цей термін окупності є прийнятним, тому захід реально було б запровадити.

2.1.4 Встановлення частотного перетворювача на насосне обладнання житлового будинку

Регулювання напорної лінії здійснює тиск. Насосний агрегат встановлюють з розрахунку характеристики системи. Потужність насосу частіше за все обирають з похибкою в більшу сторону.

При запуску, агрегати знаходяться у безперервному робочому стані в заданих режимах. Навіть вночі, при низькому споживанні води, вони працюють у такому ж режимі як і вдень.

Частотним перетворювачем здійснюється керування швидкості обертання електродвигуна насосу, зменшуючись або збільшуючись залежно від наявного тиску у трубопроводі. Це дозволяє економити до 40% електроенергії та до 5% скоротити витрату води [11].

$$W = 88300,8 \cdot 0,4 = 35320,32 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Розрахунок річної економії витрат:

$$E = 35320,32 \cdot 1,68 = 59337,6 \text{ грн}$$

Обираємо частотний перетворювач Optima B600-2003 2,2 кВт вартістю 9183 грн. Таких перетворювачів потрібно 7 штук. Отже, витрати на впровадження заходу становитимуть:

$$B = 9183 \cdot 7 = 64281 \text{ грн}$$

Для оцінки проекту потрібно розрахувати простий термін окупності за формулою (2.14):

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						35
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{B}{E} = \frac{64281}{59337,6} = 1,1 \text{ року.}$$

Всі заходи з енергоефективності зведемо в загальну таблицю 2.10.

Таблиця 2.12 – Запропоновані заходи з енергоефективності

Назва заходу	Витрати на впровадження заходу	Річна економія, кВт·год.	Річна економія, грн.	Простий термін окупності
Реконструкція енергоефективності системи освітлення інструментального цеху	0	8346,25	21700,3	0
Заміна електродвигунів горизонтально-фрезерних верстатів	48000	2920	7592	9 місяців
Заміна ламп розжарювання на світлодіодні лампи будинку	9779	10661,42	17911,2	6 місяців
Встановлення датчиків руху у місцях загального користування будинку	21840	6745,2	11331	1 рік та 11 місяців
Встановлення частотного перетворювача на насоси будинку	64281	35320,32	59337,6	1 рік та 2 місяці

Річна економія від всіх впроваджених заходів	117872,1 грн
--	--------------

2.2 Висновки до розділу 2

В цьому розділі було проаналізовано актуальне положення системи постачання електрики об'єкту вивчення. Були досліджені щорічні відомості споживання електроенергії та запропоновано дії зі енергозбереження.

Захід для цеху – це модернізація освітлювальної системи, а саме – зниження чисельності світильників з лампами люмінісцентними.

До того, для житлової будівлі було запропоновано наступні такі заходи з енергозбереження, як:

- заміна розжарювальних ламп на енергозберігаючі лампи світлодіодні;

- монтаж датчиків знаходження у місцях загального використання;

- монтаж частотного перетворювача для насосної установки.

Сумарна економія від запропонованих дій сягає 117872,1 гривень за рік.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

3.1 Загальний опис системи теплопостачання

Тепловий пункт (ТП) знаходиться у підвалі споруди. Система опалення підключена до джерела енергетичного постачання по певній схемі через елеватор. Підключення системи водопостачання гарячої води виконується через трубопроводи, які під'єднуються до системи постачання тепла по паралельній схемі. У ТП знаходиться вузол торгового обліку тепла – теплопроцесор SA94/2M у комплексі із Ду40, які встановлені на зворотному трубопроводі та на подавальному.



Рисунок 3.1–Теплообчислювач SA94/2M

Діюча теплова ізоляція (скловата) цих трубопроводів та арматури запірної опалювальної системи сьогодні перебуває у незадовільному положенні в результаті тривалої експлуатації. Перекриття горища розташоване прямо над опалюваним приміщенням. Загальне число радіаторів у місцях загального застосування дорівнює 77 шт. Загальна площа, яку займають радіатори - 70 м².

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ			
Змн.	Арк.	3.2	Обсяги споживання теплової енергії					
Розроб.	Чепкий З.С.				Енергетичний аудит системи теплопостачання	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.	Виноградов-Селішчов О.В.							
						ІЕЕ, ОН-371		
Н. Контр.	Прокопенко В.В.							
Затверд.								

Дані про споживання теплової енергії зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Річне споживання теплової енергії за 2017-2019рр.

№	Місяць	2017		2018		2019	
		Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
1	Січень	541,1	766717,1	359,94	488017,5	315,35	521718,2
2	Лютий	390,81	553762,1	452,41	613391,1	392,35	649107,8
3	Березень	294,7	417578,1	223,86	303516,1	284,2	470183,3
4	Квітень	0	0	88,9	120533,3	0	0
5	Травень	0	0	0	0	0	0
6	Червень	0	0	0	0	0	0
7	Липень	0	0	0	0	0	0
8	Серпень	0	0	0	0	0	0
9	Вересень	0	0	0	0	0	0
10	Жовтень	89,46	126536,7	70,49	95498,44	78,4	129705,7
11	Листопад	288,75	408422,4	288,54	390908,2	246,12	407183,4
12	Грудень	321,44	454660,8	400,4	542453,9	260,49	430146,6
	Всього:	1926,26	2727677	1884,54	2554318	1576,42	2608045

Споживання теплової енергії за місяцями зобразимо на рисунку 3.2.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

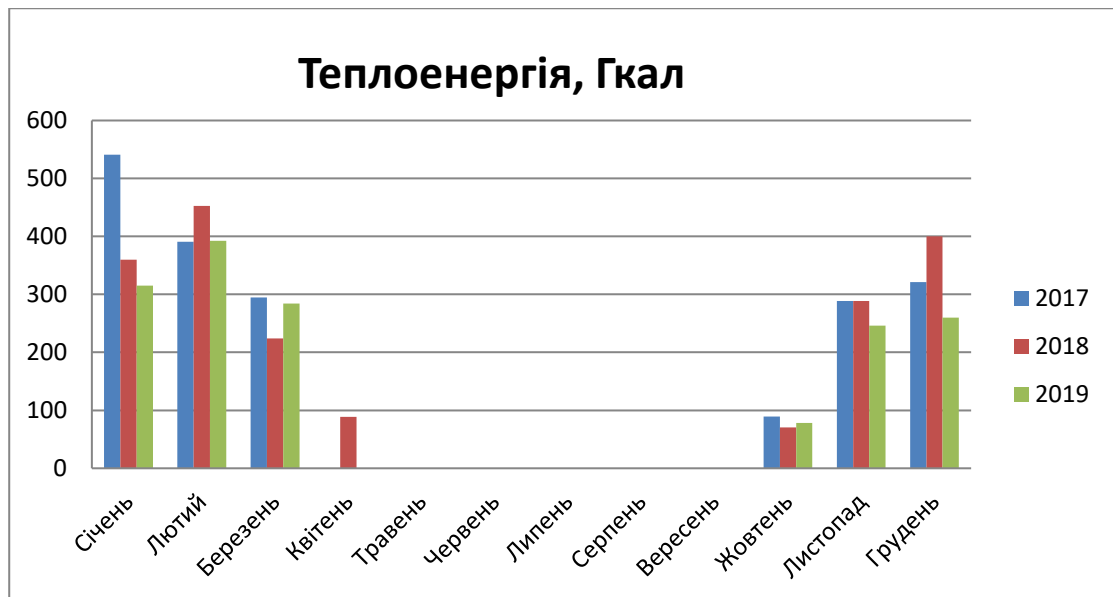


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни споживання теплової енергії за 2017-2019 роки

Використання теплоенергії:

- максимальне застосування спостерігається зимою, тому щіш це самий прохолодний час за 12 місяців року, та тепло-енергія використовується для опалення приміщень;
- з другого місяця весни та до вересня місяця тепла енергія не витрачається для опалення помешкання;
- розпочинаючи з жовтня, спостерігається повільне зростання споживання – тепла енергія починає застосовуватися для опалення помешкань;
- мінімальне застосування теплової енергії бачимо у 2019 році, тому, що він був максимально теплим за весь період метеорологічних слідувань.

Для визначення частки використання всіх енергоресурсів потрібно мати схему витрат. Ці відомості дозволять візуально визначитись із послідовністю реалізації енергозберігаючих дій у різноманітних енергетичних напрямленнях.

3.3 Існуючі тарифи на енергоносії

За використання енергоносіїв :

- Теплоенергія.

Житловий будинок розраховується за показниками лічильників.

Тарифи на теплову енергію за 2019-2021 роки зведемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Тарифи на теплову енергію по місяцям, грн/Гкал

Місяць	2019(грн./Гкал)	2020(грн./Гкал)	2021(грн./Гкал)
Січень	1416,96	1355,83	1654,41
Лютий	1416,96	1355,83	1654,41
Березень	1416,96	1355,83	1654,41
Квітень	1416,96	1355,83	1654,41
Травень			
Червень			
Липень			
Серпень			
Вересень			
Жовтень	1414,45	1354,78	1654,41
Листопад	1414,45	1354,78	1654,41
Грудень	1414,45	1354,78	1654,41

Аналізуючи три роки бачимо, що тарифи зросли. Це можна пояснити такими факторами:

- зростання цін на енергоносії;
- з кожним роком зростає середня заробітна плата;
- зміна в оподаткуванні (перехід з одного податку на інший)

3.4. Попередні заходи з енергоефективності

З метою енергозбереження було вжито заходи:

- Ремонт приміщення теплопункту;
- Теплоізоляція труб підвалу;
- Заміна вікон з подвійним склінням у дерев'яних спарених рамах.

3.5 Обстеження огорожуючих конструкцій

Термічний опір розраховуємо за фактичними геометричними розмірами, які визначали за допомогою обмірювань. Теплофізичні коефіцієнти які необхідні для розрахунку взяті з довідкової літератури.

Зовнішні стіни

Зовнішні стіни будівлі виконані з цегли товщиною 0,65 м, оштукатурені та пофарбовані з внутрішньої сторони шаром цементно-піщаної штукатурки товщиною 0,02 м. При візуальному огляді стін руйнувань (тріщин) не виявлено (їх було усунуто при косметичному ремонті).



Рисунок 3.2 –зовнішня стіна

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						42
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Склад стін будівлі:

- червона глиняна цегла,
- зовнішній опоряджувальний шар,
- пінополістирольний утеплювач,
- розчин вапняно-піщаний.

Сумарний термічний опір глухих стін розраховується за формулою:

$$R_c = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де δ_1 - товщина шару цегли, $\delta_1 = 0,65$ м;

δ_2 - товщина опоряджувального шару, $\delta_2 = 0,01$ м;

δ_3 - товщина вапняно-піщаного розчину, $\delta_4 = 0,02$ м;

λ_1 – теплопровідність цегли, $\lambda_1 = 0,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

λ_2 – теплопровідність опоряджувального шару, $\lambda_2 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

λ_3 – теплопровідність вапняно-піщаного розчину, $\lambda_4 = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

$$R_c = \frac{1}{8,7} + \frac{0,65}{0,56} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 1,35 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стін розраховуємо за формулою:

$$K_c = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{1,35} = 0,74 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Балкони виконані з цегли, товщиною 0,12 м. Термічний опір складає:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$R_{\sigma} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$R_{\sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,56} + \frac{1}{23} = 0,37 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K_{\sigma} = \frac{1}{R_{\sigma}} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Вікна

Загальна площа вікон – 2977 м².

Вікна у будівлі в метало-пластикових рамах з подвійним склінням.
Відстань між рамами $\delta_s = 0,06$ м.

За проектними даними опір теплопередачі вікон $R_{МП} = 0,71 \frac{m^2 \cdot K}{Bt}$

Тоді коефіцієнт теплопередачі вікна:

$$K_{МП} = \frac{1}{R_{МП}} = \frac{1}{0,71} = 1,4 \frac{Bt}{m^2 \cdot K}$$

Враховуючи те, що Умань знаходиться в першій температурній зоні
значення мінімального термічного опору для вікон становить :

$$R_{qmin} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Bt};$$

$$0,75 > 0,71.$$

Термічний опір метало-пластикових вікон не відповідає тим значенням,
що в [5] .

Двері

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Загальна площа головних дверей складає $F_D = 6,2 \text{ м}^2$.

Вхідні двері з холоднокатаної легованої сталі, не утеплені і мають розміри

$$2 \times 1,6 = 4,0 \text{ м}^2.$$

Термічний опір дверей складає:

$$R_{\text{ов}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де δ_1 - товщина дверей, $\delta_1 = 0,04 \text{ м}$;

λ_1 – теплопровідність сталі, $\lambda_1 = 70 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

$$R_{\text{ов}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{70} + \frac{1}{23} = 0,16 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі дверей становить:

$$K_{\text{ов}} = \frac{1}{R_{\text{ов}}} = \frac{1}{0,16} = 6,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для дверей :

$$R_{q\text{min}} = 0,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$0,5 > 0,16.$$

Значення термічного опору для дерев'яних дверей не відповідає тим, що зазначені в [17]. В такому випадку треба подумати про їх заміну на більш енергоекономічні.

Горище

Конструкція перекриття між останнім поверхом і горищем складається

з:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						45
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

- залізобетонна плита 300 мм,
- пінополістирольний утеплювач 100мм,
- розчин піщано-цементний 50мм

Сумарний термічний опір перекриття розраховується за формулою:

$$R_e = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де δ_1 - товщина залізобетонної плити, $\delta_1 = 0,30$ м;

δ_2 - товщина пінополістирольного утеплювача, $\delta_2 = 0,1$ м;

δ_3 - товщина піщано-цементного розчину, $\delta_3 = 0,05$ м;

λ_1 - теплопровідність залізобетонної плити, $\lambda_1 = 1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

λ_2 - теплопровідність пінополістирольного утеплювача, $\lambda_2 = 0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

λ_3 - теплопровідність піщано-цементного розчину, $\lambda_3 = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

$$R_e = \frac{1}{8,7} + \frac{0,30}{1,7} + \frac{0,10}{0,05} + \frac{0,05}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,39 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі горища становить:

$$K_e = \frac{1}{R_e} = \frac{1}{2,39} = 0,42 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Коефіцієнти теплопровідності λ взяті з [6].

Для І зони, значення мінімального коефіцієнту теплопровідності :

$$R_{q\min} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$4,95 > 2,39.$$

З вище визначеного можна зробити висновок, що реальне значення, що було пораховано не відповідає допустимому.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Підлога

Підвал неопалювальний. Перекриття над підвалом складається з:

- 1) залізобетонні блоки з $\lambda_6 = 1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ товщиною $\delta_6 = 0,3 \text{ м}$;
- 2) цементно-піщана стяжка з $\lambda_c = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ товщиною

$$\delta_c = 0,04 \text{ м};$$

Опір теплопередачі :

$$R_n = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{\delta_c}{\lambda_c}$$

Підставляємо значення в формулу :

$$R_n = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,7} + \frac{0,04}{0,81} = 0,33 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги :

$$K_n = \frac{1}{R_n} = \frac{1}{0,33} = 3,0 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для підлоги за [17]:

$$R_{q\text{min}} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_{q\text{min}} > R_n;$$

Реальний коефіцієнт термічного опору підлоги є занижким і не відповідає допустимому значенню.

Порівняємо значення всіх термічних опорів в таблиці 3.3.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Огороджуючі конструкції	Розрахункові значення $\frac{m^2 \cdot K}{Вт}$	Мінімально допустимі значення з R_{qmin} $\frac{m^2 \cdot K}{Вт}$	Розбіжність з ДБН в рази
Стіни	1,35	3,3	2,44 рази
Вікна	0,71	0,75	1,1 рази
Двері	0,16	0,5	3,13 рази
Підлога	0,33/0,51	3,75	11,36 рази
Дах	2,39	4,95	2,07 рази

Таблиця 3.3 – Порівняльна характеристика значень термічного опору
З таблиці 3.3 видно, що огороджуючі конструкції за термічним опором не
відповідають стандартам [18] та підлягають термомодернізації.

3.6 Розрахунок теплової потужності системи опалення

3.6.1. Тепловтрати через огороджувальні конструкції

Визначимо кількість теплоти, необхідну для опалення місць загального
використання житлового будинку $Q_{оп}$ за місяць.

Теплові втрати через огороджуючі конструкції: $Q = K \cdot (t_b - t_n) \cdot F \cdot \eta$,

де: K – коефіцієнт теплопередачі;

t_b – внутрішня температура в приміщенні ($t_b = 20^\circ C$) [18];

t_n – розрахункова температура зовнішнього повітря ($t_n = 5^\circ C$ – середня
температура у грудні 2019 року);

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Апк
						48
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

F – площа поверхні огородження;

η – коефіцієнт додаткових втрат.

Теплові втрати через стіни:

$$Q_c = (F_c - F_v - F_d) \cdot K_c \cdot (t_b - t_n) \cdot \eta = (9093,76 - 2977 - 86,2) \cdot 0,74 \cdot 15 \cdot 1,05 = 70286,2 \text{ Вт}$$

Теплові втрати через вікна:

$$Q_v = F_v \cdot K_v \cdot (t_b - t_n) \cdot \eta = 2977 \cdot 1,4 \cdot 15 \cdot 1,05 = 65642,9 \text{ Вт}$$

Теплові втрати через підлогу:

$$Q_n = F_n \cdot K_n \cdot (t_b - t_n) \cdot \eta = 3169 \cdot 3,0 \cdot 15 \cdot 1,05 = 149735,2 \text{ Вт}$$

Теплові втрати через двері:

$$Q_d = F_d \cdot K_d \cdot (t_b - t_n) \cdot \eta = 86,2 \cdot 6,25 \cdot 15 \cdot 1,05 = 8485,3 \text{ Вт}$$

Теплові втрати через дах:

$$Q_c = F_c \cdot K_c \cdot (t_b - t_n) \cdot \eta = 3169 \cdot 0,42 \cdot 15 \cdot 1,05 = 20962,9 \text{ Вт}$$

Сумарні теплові втрати:

$$Q_{\Sigma} = Q_c + Q_v + Q_n + Q_d + Q_c = 70286,2 + 65642,9 + 149735,2 + 8485,3 + 20962,9 = 315112,5 \text{ Вт.}$$

Отримаємо сумарні теплові витрати в Гкал за місяць:

$$Q_{оп} = 315112,5 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 238,67 \cdot 10^{-12} = 194,93 \text{ Гкал/міс.}$$

За даними про сплату рахунків за грудень 2019 року фактично було спожито $Q_{спож} = 260,49 \text{ Гкал/міс.}$

Тобто небаланс може складати

$$\Delta Q_{втрат} = Q_{спож} - Q_{оп} = 260,49 - 194,93 = 65,56 \text{ Гкал/міс.}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Такий небаланс можна пояснити тим, що ми не брали до уваги кількість тепла, яку виділяють люди, котрі знаходяться у житловому будинку.

Теплові втрати можна обумовити тим, що на даний час є недостатньою ізоляцією стін та стелі, поганим станом ізоляції трубопроводів, тощо.

Провівши розрахунок теплових втрат через огорожуючі конструкції, наведемо отримані розрахункові дані втрат теплоти на опалення садка до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Тепловий баланс

№	Найменування	Умовні позначення	Одиниця виміру	Значення
Вихідні дані				
1	Коефіцієнт теплопередачі стін	$K_{\text{стін}}$	(Вт/м ² К)	0,74
2	Коефіцієнт теплопередачі вікон	$K_{\text{вікон}}$	(Вт/м ² К)	1,4
3	Коефіцієнт теплопередачі стелі	$K_{\text{стелі}}$	(Вт/м ² К)	0,42
4	Коефіцієнт теплопередачі дверей	$K_{\text{дверей}}$	(Вт/м ² К)	6,25
5	Коефіцієнт теплопередачі підлоги	$K_{\text{підлоги}}$	(Вт/м ² К)	3,0
6	Площа стін	$F_{\text{стін}}$	м ²	9093,76
7	Площа дверей	$F_{\text{дверей}}$	м ²	86,2
8	Площа вікон	$F_{\text{вікон}}$	м ²	2977
9	Площа підлоги	$F_{\text{підлоги}}$	м ²	3169

10	Площа стелі	$F_{\text{стелі}}$	м^2	3169
11	Загальна площа будівлі	$F_{\text{будівлі}}$	м^2	18494,89
12	Коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік опалювальних приладів	b_1		1,13
13	Розрахункова температура опалювальних приміщень	$t_{\text{вн}}$	$^{\circ}\text{C}$	20
14	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	$^{\circ}\text{C}$	-22
15	Температура теплоносія в подавальному трубопроводі	t_1	$^{\circ}\text{C}$	150
16	Температура теплоносія в зворотному трубопроводі	t_2	$^{\circ}\text{C}$	70
Розрахунок				
1	Тепловтрати через стіни	$Q_{\text{ст}}$	Вт	70286,2
2	Тепловтрати через вікна	$Q_{\text{в}}$	Вт	65642,9
3	Тепловтрати через дах	$Q_{\text{д}}$	Вт	20962,9
4	Тепловтрати через двері	$Q_{\text{дв}}$	Вт	8485,3
5	Тепловтрати через підлогу	$Q_{\text{п}}$	Вт	149732,5
6	Сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції	$Q_{\text{ок}}$	Вт кВт	315112,5 315,11

Баланс споживання теплоенергії будинку

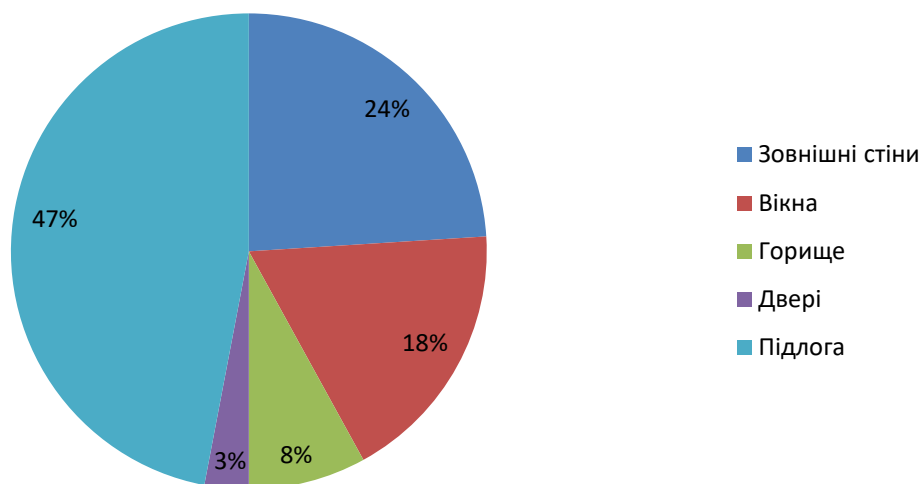


Рисунок 3.6 – Тепловий баланс

Тепловізійна зйомка системи опалення показала, що присутні втрати тепла через неутеплені частини труб та запірної арматури. Температура теплоносія в системі опалення в різних частинах будівлі значно відрізняється, що свідчить про неналежне балансування системи.

Зі схеми теплового балансу можемо зробити висновок, що найбільше енергії втрачається через стіни, необхідно негайно вжити заходів щодо їх утеплення.

Також значна частина теплової енергії втрачається через вікна та підлогу. Варто розглянути варіанти заміни віконних конструкцій на більш якісні. Також доцільним було б утеплення підлоги.

3.7 Заходи з енергозбереження

3.7.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі теплоізоляційним матеріалом

Поточне положення

Стіни житлового помешкання володіють недостатнім опором теплопередачі, саме за цих причин відбувається чимала втрата теплоенергії, що поступає від опалювальної системи.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						52
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Опис можливостей енергозбереження

Пропонуємо накласти теплоізоляцію зовні, оскільки такий спосіб має ряд переваг:

- утеплюється вся поверхня стіни, включаючи вузли прилягання перекриттів;
- попереджує передчасне руйнування стін, що може бути викликане коливаннями температур та атмосферною вологою;
- не відбувається зменшення корисної площі будівлі.

При цьому оптимальна товщина ізоляції при зовнішньому утепленні має складати 15 – 20 см. В якості теплової ізоляції рекомендуємо використати мінераловатні плити з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda=0,04$ Вт/(м·К) товщиною $\delta=0,2$ м. Мінеральна вата прикріплюється до площини стіни, на неї накладається металева сітка з метою подальшого закріплення на ній шару штукатурки з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda=0,82$ Вт/(м·К); товщиною $\delta=0,005$ м.

Розрахунок втрат

Сумарні втрати через огорожувальні конструкції складають:

$$Q_{kl} = 349340,5 \text{ Вт}$$

При використанні теплоізоляції зміниться коефіцієнт теплопередачі, відповідно втрати через огорожувальні конструкції становитиме:

$$\begin{aligned} k_{cm} &= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_z} + \frac{\delta_y}{\lambda_y} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш.}} + \frac{\delta_{пл}}{\lambda_{пл}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_{вн}}} = \\ &= \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,65}{0,56} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{0,005}{0,82} + \frac{1}{23}} = 0,16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{С}} \end{aligned}$$

$$Q_c = (F_c - F_v - F_d) \cdot K_c \cdot (t_v - t_n) \cdot \eta = (9093,76 - 2977 - 86,2) \cdot 0,16 \cdot 15 \cdot 1,05 = 15197,01 \text{ Вт}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Апк
						53
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$Q_{\Sigma}=Q_c+Q_b+Q_{\Pi}+Q_d+Q_{\text{ст}}=15197,01+65642,9 +149732,5 +8485,3+20962,9 =$$

$$= 260020,61 \text{ Вт.}$$

З відношення $\frac{Q_{\kappa 2}}{Q_{\kappa 1}} = \frac{294248,61}{349340,5} = 0,74$ видно, що досягається економія 26 %.

Розрахуємо економію втрат тепла для 2019 року з річним споживанням тепла 1576,42 Гкал/рік:

$$\Delta Q = 0,26 \cdot Q_{\text{рік}} ,$$

$$\Delta Q = 0,26 \cdot 1576,42 = 409,8 \text{ Гкал/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат

При тарифі 1654,41 грн/Гкал розрахуємо річну економію витрат:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot C ,$$

$$\Delta E = 409,8 \cdot 1654,41 = 677977,2 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Ціна 1 м² мінераловатної плити складає 160 грн, вартість арматурної сітки разом з штукатуркою на 1 м² становить 80 грн. Затрати на теплоізоляцію разом з вартістю робіт становитиме 400 грн/м². Зовнішній вигляд мінеральної вати зображений на рисунку 3.7.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд теплоізоляційного матеріалу

Загальна площа стін $F_{\text{стін}} = 9093,76 \text{ м}^2$. Тоді загальні витрати по впровадженню заходу дорівнюють:

$$B = F_{\text{стін}} \cdot C_{\text{роб}},$$

$$B = 9093,76 \cdot 400 = 3637504 \text{ грн.}$$

Термін окупності

$$T = \frac{B}{\Delta E},$$

$$T = \frac{3637504}{677977,2} = 5,3 \text{ років}$$

Захід має термін окупності в 5 років та 3 місяці.

3.7.2 Утеплення підлоги

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						55
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Термічний опір підлоги становить $R = 0,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, що для І зони є заниженим, тому що значення мінімального термічного опору для підлоги за [5]:

$$R_{q\min} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{q\min} > R_{\text{пл}};$$

Опис заходу

Теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через перекриття першого поверху над неопалювальним підвалом. Пропонується використовувати в якості утеплювача мінераловатні плити товщиною 150 мм фірми BAUGUT. Площа підлоги, яку необхідно вкрити тепловою ізоляцією складає 3169 м².

Витрати на введення в експлуатацію:

1 рулон мінераловатної плити складає 6 м² по ціні 450 грн. На 3169 м² площі підлоги нам потрібно 528 рулони, що складе 237600 грн. Укладання армосітки за 1 м² 17 грн і того 53873 грн, ґрунтовки на 27083,5 грн. Робота складає 50830 грн. Тоді загальні витрати складуть : 369386,5 грн.

Розрахунок термічного опору з теплоізоляцією:

$$R_{\text{п}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{в}}}{\lambda_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{с}}}{\lambda_{\text{с}}} + \frac{\delta_{\text{л}}}{\lambda_{\text{л}}} + \frac{\delta_{\text{ІЗ}}}{\lambda_{\text{ІЗ}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,7} + \frac{0,04}{0,81} + \frac{0,15}{0,04} = 4,09 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$K_{\text{УТ}} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К});$$

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі:

$$Q = F \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot n \cdot K_{\text{ут}} = 3169 \cdot (20 + 22) \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 13309,8 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати через підлогу до утеплення:

$$\Sigma Q_1 = 149732,5 \text{ Вт}$$

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						56
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$Q_{ек} = \frac{(149,732 - 13,309)}{1000} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{22 + 1,1}{22 + 20} = 336,7 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Тариф на теплову енергію становить 1654,4 грн/Гкал, тому економія складе:

$$E = 557036,5 \text{ грн/рік};$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{E} = \frac{369386,5}{557036,5} = 0,7 \text{ року.}$$

3.7.3 Утеплення даху

Існуюча ситуація

Коефіцієнт теплопередачі даху $K = 0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі :

$$K_{норм} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \text{ який визначено відповідно [17].}$$

Опис заходу

Було визначено, що через дах втрачається 8% від загальної теплової енергії. Теплова ізоляція дозволить зменшити теплові втрати через перекриття останнього поверху. Використовувати в якості утеплювача будемо мінераловатні плити. Площа даху, яку необхідно вкрити тепловою ізоляцією складає 3169 м^2 .

Пропонується теплоізоляція утеплювачем ISOVER з теплопровідністю $= 0,04 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{С}$.

Розрахунок ефективності утеплення:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						57
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Термічний опір дахового перекриття $R_{\text{дах}} = 2,39 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$, як бачимо він не відповідає нормативному $R_0 = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ [5].

Визначаємо необхідну товщину утеплювача ISOVER:

$$\delta_{\text{ут}} = (R_0 - R_{\text{дах}}) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

Підставляємо дані в формулу :

$$\delta_{\text{ут}} = (4,95 - 2,39) \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м.}$$

Визначаємо термічний опір дахового перекриття з утеплювачем ISOVER товщиною 0,1 м:

$$R_{\text{дах.ут.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,7} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23} = 4,9 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Визначаємо коефіцієнт теплопровідності дахового перекриття після утеплення:

$$K_{\text{дах.ут.}} = \frac{1}{R_{\text{дах.ут.}}} = \frac{1}{4,9} = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Після здійснення заходу розрахуємо економію теплоти:

$$\Delta Q_{\text{огр}}^{\text{дах}} = (K_{\text{дах}} - K_{\text{дах.ут.}}) \cdot F_{\text{дах}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о.}}) \cdot n \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-3}.$$

Підставивши дані в формулу маємо:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{огр}}^{\text{дах}} &= (0,42 - 0,2) \cdot 3169 \cdot (20 - (-1,1)) \cdot 1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = \\ &= 62137,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 53,4 \text{ Гкал} . \end{aligned}$$

Розрахунок річної економії витрат:

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

$$E = \Delta Q_{\text{огр}}^{\text{дах}} B,$$

де B – тариф на теплову енергію становить 1654,4 грн/Гкал.

Підставивши дані маємо:

$$E = 53,4 \cdot 1654,4 = 88344,96 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Ціна на утеплювач ISOVER складе 70 грн/м². Витрати на встановлення становитиме 80 грн/м².

Загальна площа дахового перекриття $F=3169$ м². Тоді загальні витрати по впровадженню заходу будуть дорівнювати:

$$K = (70 + 80) \cdot 3169 = 47535 \text{ грн.}$$

Економічна оцінка проекту

Термін окупності заходу становить:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E} = \frac{47535}{88344,96} = 5,4 \text{ років.}$$

Даний захід по утепленню даху є доречним за терміном окупності.

3.7.4 Промивка системи опалення

Поточне положення

За час експлуатації в складових опалювальної системи осідає багато накипу, в результаті чого збільшується їх термічний опір, та, відповідно, відбувається зменшення потоку тепла. При утворенні накипу на поверхні труб всередині знижується температура зовнішньої поверхні труби, яка обігрівається, в

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						59
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

результаті низької теплопроводності накипу. Тому накип підвищує температуру металевих труб та перевитраті енергетичних носіїв.

Товщина накипу у значенні 1-2 мм рахується значною. Допустимий розмір інтенсивності накипу для теплофікаційних систем сягає показника 0,11 г/м²·год.

За тридцять років експлуатації житлової споруди не було зроблено жодного промивання опалювальної системи. Таким чином, у складових опалювальної системи з'явився накип товщиною в 1 мм, а показник тепловіддачі, відповідно, знизився на 10%.

Опис заходу з енергозбереження

Пропонується провести промивку системи опалення. При якісній очистці ми можемо видалити майже весь накип, в першу чергу іржу та бруд, а отже отримати економію в витраті теплоносія в 10%.

Розрахунок втрат

$$\Delta Q = 0,1 \cdot Q_{\text{рік}} = 0,1 \cdot 1576,42 = 157,6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок економії

$$E = \Delta Q \cdot 1654,41 = 157,6 \cdot 1654,41 = 260735 \text{ грн/Гкал}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Всього у місцях загального користування житлового будинку 77 радіаторів. Вартість очистки одного радіатора складає 450 грн.

Тоді:

$$B = 77 \cdot 450 = 34650 \text{ грн.}$$

Термін окупності

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						60
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Розрахуємо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{E},$$

Підставляємо значення у формулу :

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{34650}{260735} = 0,2 \text{ року}$$

Захід є доцільним.

3.8 Висновки до розділу 3

В цьому розділі проведено розрахунки тепловтрати житлової споруди за адресою: вул. Грушевського буд. 20 через конструкції огорожувальні та систему вентиляції. Визначено місця максимальних теплових витрат (це підлога, вікна, стіни).

Результати розрахунків енергоефективних процесів зображено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків енергозберігаючих заходів

Назва заходу	Економія, грн/рік	Капітальні вкладення, грн	Простий термін окупності, роки
Утеплення зовнішніх стін	677977,2	3637504	5,3
Утеплення підлоги	557036,5	369386,5	0,7
Утеплення даху	88344,9	475350	5,4
Промивка системи опалення	260735	34650	0,2

Σ	1584093,6	4516890,5
----------	-----------	-----------

Загальна економія в грошах складає 1584093,6 грн.

З цих висновків можна зрозуміти, що реалізація дій здійснить позитивний вплив на будинок, знизить тепловитрати та дозволить зекономити гроші на енергетичні запаси.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк
						62
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

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

Застосування сонячної та вітрової енергії для житлового помешкання є нераціональним в результаті значного споживання мешканцями електроенергії та теплової енергії. Ці висновки зроблені на ґрунті незалежного аналізу для будинків цього рівня споживання енергії.

Діюче сонячне обладнання не покриває таке навантаження. До того, відсутня можливість розташувати сонячні панелі внаслідок конструктивних особливостей будівлі (більшість зовнішніх стін будинку займають вікна та дах).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЛІХТАРІВ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

5.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання

Об'єктом дипломного проекту є житловий будинок по вулиці

Об'єкт має однолінійну схему електропостачання. Електропостачання будинку здійснюється від ТП-1176. Для заземлення використовуються нульові дроти, сталеві труби. Заземленню підлягають всі металеві частини електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою.

Схема живлення вдало спроектована та передбачає рішення на випадок аварійних ситуацій. Лічильники НІК 2301 АП1 і НІК 2301 АПЗВ.

У ТП встановлено два трансформатори ТМ 630/10/0,4, S=630 кВ·А (ввід 1 робочий та ввід 2 у резерві). Будівля живиться від шин 0,4 кВ. Будинок – шістьма кабелями АВВГ 4х185,

Пропонуємо навколо будинку встановити 10 світильників зовнішнього освітлення 150W ECONOM, IP65, 6000K «Rocket» на діячі опори висотою 10 м, які є хорошими аналогами для ДРЛ-400 [7]. Консольний LED світильник забезпечить ефективне і яскраве освітлення для прибудинкової території. Високоєфективний тепловідвід, якісна світлодіодна матриця SMD і драйвер, все це забезпечить довгу і ефективну роботу світильника.

Зведемо всі данні про об'єкт до таблиці 5.1 та показники технічних характеристик ЕУ до таблиці 5.2.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Трансформатор на підстанція	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на поверхні землі, (8х10х3) м	приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Д

Таблиця 5.2 – Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Трансформатор ТМ-1000	Напруга	10/0,4 кВ
	Потужність	1000 кВА
	Маса	4 200 кг
	Габаритні розміри	219,5х121х235,5 см
	Маса і марка масла	1 100 кг, МТК-60

	Маркування	ТР-1-10- 1000-6

Продовження таблиці 5.2

Консольний світильник:	Марка світильника	Econom
	Робоча напруга	220 В
	Кут розсіювання	120 °С
	Світловий потік	16500 Лм
	Температура кольору	6000 К
	Потужність	150 Вт
	Клас захисту	IP65

5.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту

Щоб розпочати роботу, слід доставити потрібний матеріал, виконати вантажні та розвантажувальні процеси, використовуючи спецтехніку та працівників [24].

Проаналізувати план місцевості. Спершу, треба уважно підійти до збереження всіх отворів та каналів для укладання кабелю. Кабель та провід буде захищений у каналах коробами . Під час несприятливих природних

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

явищ (дощу, снігу, вологи) монтаж приладів для освітлення та прокладки струмовідних складових не роблять. Після монтажу зовнішнього освітлення виконується перевірка, після чого ймовірні проблемні питання усуваються.

Основні характеристики виконання робіт показані у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки і розгрузки	Період виконання робіт і тривалість	Кількісний склад бригади	Група з електробезпеки
1	2	3	4	5
Монтаж світильників зовнішнього освітлення	Ручні роботи, підймання та переміщення вантажу	Літній, 12 робочих днів	5 осіб	Не менш як IV

5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

В нашому випадку до загальних показників умов праці відносяться: природні умови (особливості місцевості, клімат), конструктивні особливості прибудинкової території [25].

Найважливіші показники мікроклімату, важкості праці та напруженості зведені у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Параметри мікроклімату	Шум Температура повітря Забрудненість повітря Вологість Швидкість вітру	115 дБа (18...20) °C 35 – 37 AQI (60...100) % (2...4) м/с
Важкість праці	Переміщення вантажів	До 10 кг

	Робоче положення Статичні та динамічні навантаження Категорія робіт	«стоячи», 291- 349 Вт, (251-300) (Ккал·год) ІІІ категорія
--	--	--

Продовження таблиці 4.4

Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження Тривалість активних дій Змінність Напруженість органів чуття: зір Категорія	60 % робочого часу 80 % робочого часу 1 зміна, 7 годин 25 % робочого часу ІІІ категорія
--------------------	---	---

5.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Всі небезпечні і шкідливі чинники, які можуть бути при роботі з встановлення опор та світильників зовнішнього освітлення занесемо до таблиці 5.5 та наведені у додатках [26,27].

Таблиця 5.5 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Небезпечні і шкідливі чинники	Фактичне значення	Допустиме значення
1	2	3
Неелектричного походження		
Шум	115 дБа	105 дБа
Вологість	(60...100) %	(40...60) %
Швидкість вітру	(2...4) м/с	(0,3...0,4) м/с
Оцінка напруженості	Підвищена важкість ІІІ категорії	

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк. 68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

праці	
Оцінка умов праці	Шкідливі І категорії

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

При виборі технічних та організаційних заходів на території будинку або цеху необхідно не забувати про захист людей від ураження струмом, огорожувальні пристрої, плакати безпеки. Зведемо всі заходи з безпеки праці до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Технічні і організаційні заходи

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Технічні заходи з електробезпеки		
Ізоляція	Робоча струмовідних частин	Полівінілхлорид. $R = 10^{15} \text{ Ом}$, $\text{tg}\delta = 0,02$
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги	Наряд-допуск на 12 робочих днів

5.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Працівники повинні бути забезпеченими засобами індивідуального захисту для комфортної роботи на висоті з ЕУ, при монтажних роботах з установки зовнішнього освітлення, під час робіт з прокладання кабелю, ремонтних робіт. Повний перелік засобів індивідуального захисту та електрозахисних наведений у таблицях 5.7 та 5.8 [28].

Таблиця 5.7 – Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики и
1	2	3	4	5
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавички, поліестер з бавовною	5 робочих змін	Під час монтажних робіт
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень та електричної напруги до 440 В	Каска захисна, ЗМ G2000, з ABS матеріалу	2 роки	Під час роботи на висоті та біля ЕУ
Захист очей	Захист від електричної дуги ті ультра - фіолетового випромінювання	Закриті подвійні окуляри Полікарбонат	2 роки	Під час робіт в ЕУ
Захист для роботи на висоті	Захист від падіння з висоти	ПЛК «UPONE». Лямки зі стабілізованого капронового волокна	До першого використання	Під час роботи на висоті більш як 1,3 м

Таблиця 5.8 – Перелік електрозахисних засобів¹

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
1	2	3	4
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички, діелектричне взуття, гумові діелектричні килими	Для робіт під напругою до 1 кВ	Підключення ЕУ після монтажу. Періодичні випробування - кожні 6 місяців
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки	Виконання робіт	0,4 – 10 Раз у 2 роки

5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Кожен об'єкт у якого є в наявності ЕУ повинен бути забезпечений системою протипожежного та вибухового захисту. Для гасіння невеликих осередків пожеж та пожеж у початковій стадії, житловий будинок та цех повинні мати таке обладнання, яке наведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
Технічні		
Вуглекислотний вогнегасник ОУ-5:	Переносний, тривалість дії – 8с, довжина струмені – 3м	У під'їздах на перших поверхах. Термін експлуатації – 10 років
Кран-комплект пожежний під'їздний ЄС-66-1	Рукав пожежний, ствол пожежний, пожежний кран, голівка муфтова з'єднувальна для пожежного обладнання	В кожному парадному Гарантійний термін – 12 місяців
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	Portwest H440, комбінезон	Багаторазового використання. Термін зберігання – 8 років.

Розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок на вимикаючу здатність передбачає розрахунок струму однофазного короткого замикання і співставлення отриманої величини зі значенням номінального струму спрацювання.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимкнення відбувається під час використання автоматичного пристрою, який відмикає струм короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}}, \quad (4.1)$$

де $I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}}$ – номінальний струм автоматичного пристрою.

Розрахункова формула для визначення струму короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} = U_{\phi} / (r_{\phi} + r_{\text{ре}} + (r_{\text{тр}} / 3)), \quad (4.2)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, В;

$r_{\phi}, r_{\text{ре}}, r_{\text{тр}}$ – відповідно активний опір фазного проводу, активний опір захисного проводу, активний опір трансформатора.

Відповідно активний опір захисного проводу знаходиться за формулою:

$$r = \sum_{i=1}^n (\rho \cdot l_i) / S_i, \quad (4.3)$$

де ρ_i – питомий опір матеріалу проводів (міді – 0,00175 (Ом·мм²)/м, алюмінію – 0,0028 (Ом·мм²)/м, сталі – 0,1 (Ом·мм²)/м);

l_i – довжина ділянки проводу одного матеріалу та одного перерізу;

S_i – площа поперечного перерізу проводу.

Підставимо значення у формулу (4.3):

$$r = (0,0028 \cdot 1945) / 240 = 0,023 \text{ Ом.}$$

Далі знаходимо струм короткого замикання підставивши значення у формулу (4.2):

$$I_{\text{кз}} = 0,38 / (0,125 + 0,023 + (0,08 / 3)) = 2,2 \text{ кА.}$$

Проведемо перевірку автоматичного пристрою за формулою (4.1):

$$2,175 \geq 0,0125,$$

автоматичний пристрій спрацює після спрацювання струму короткого замикання.

Розрахунок напруги на корпусі електроустановки

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Без повторного заземлення захисного провідника напруга на корпусі визначається за формулою:

$$U_k = I_{kз} \cdot Z_3 \leq U_d, \quad (4)$$

де U_d – допустима напруга дотику (таблиця А1);

Z_3 – повний опір захисного проводу:

– для КЛ $Z_3 = r_3$.

Підставимо значення у формулу (4.4):

$$50,025 = 2175 \cdot 0,023 \leq 50 \text{ В},$$

умова виконується.

Висновки до розділу 5.

Виконуючи дій з оптимізації зовнішнього освітлення, з ДРЛ – 400 на ECONOM «Rocket», знайдено такі найнебезпечніші моменти:

- швидкість вітру;
- гучність;
- температура;
- вологість.

З цього можна зрозуміти, що робочі умови при установці світильників виступають шкідливими (перша категорія) та фізично складними (третя категорія). Таким чином, щоб створити надійний захист працівників у цій області роботи, треба виконати технічні та організаційні дії, наприклад:

- створити бригаду з 5 чоловік;
- забезпечити працівників засоби індивідуального захисту;
- розташувати дошки безпеки, огорожувальні установки, що не перешкоджають огляду та не заважають здійснювати операції;
- виконати перевірку працездатності світильників та усунути можливі наявні проблеми.

Взагалі, у розділі розкритий загальний опис об'єкту, визначено розміри та поетапність виконання операцій, наведено шкідливі та небезпечні моменти на виробництві, обрано та підраховано технічні дії (ізоляцію), представлено

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засоби індивідуального захисту, а також обрані дії для створення пожежної безпеки.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ВИСНОВКИ

У дипломному проекті досліджено можливості зростання енергоефективності житлової будівлі.

В результаті енергетичного дослідження керування було встановлено, що для зросту рівня енергетичного збереження потрібно виконати наступні дії:

1. Система постачання електрики:

- заміна у будівлі ламп розжарювання на світлодіодні прилади;
- монтаж датчиків руху у місцях загального використання у будівлі;
- монтаж частотного перетворювача на насоси у помешканні.

2. Система постачання тепла:

- утеплення фасаду будинку;
- утеплення підлоги та даху;
- промивання опалювальної системи.

Реалізація вище перерахованих заходів дозволить зекономити приблизно 500 000 гривень за рік при сукупних витратах на ці процеси 1 700 000 гривень.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Практичні методи визначення розрахункових навантажень: методичні вказівки для вивчення розділів, виконання розрахункової роботи та курсового проекту дисципліни «Системи електропостачання» кафедри електропостачання Інституту енергозбереження та енергоменеджменту /Укладачі: В.А. Попов, В.В. Ткаченко. - К: НТУУ «КПІ», 2009.
2. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения/. Кнорринг Г. М, Оболенцев Ю. Б. - Л. : Энергия, 1976. – 384с.
3. Зорін В.В., Тисленко В.В «Системи електропостачання загального призначення» - Чернігів, 2005
4. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Барыбина и др. / - М.: Энергоиздат, 1990. – 576 с.
5. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей;—К. : Кондор, 2005. — 408 с. – Библиогр.: - ISBN 966-7665-23-2.
6. Праховник, А.В. Энергетический менеджмент [Текст] /А.В. Праховник А.И. Соловей, В.В. Прокопенко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". — К. :НТУУ "КПІ", 2001. — 472 с. – Библиогр.: - ISBN 966-622-027-х.
7. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
8. Учебный посібник «РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ: СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ», А.В.Кабышев, С.Г.Обухов, Томськ, 2005р.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк. 79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. «Системи електропостачання, Довідкові дані (Таблиці)», Попов В.А. Київ-2014р.
10. Мінагрополітики України від 25 квітня 2008 року № 278 «Методика визначення норм витрат електроенергії та палива на подачу води для зрошення» нормативне значення питомої витрати електроенергії», м.Київ, 2012 р.
11. Meteorprog [Електронний ресурс]: Погода в Україні й світі. – Режим доступу: <http://www.meteorprog.ua/ua/climate/Kyiv/>. – Назва з екрана.
12. [Електронний ресурс] / <https://www.gismeteo.ua/>
13. [Електронний ресурс] / http://stanki-katalog.ru/sprav_6t83.htm/
14. ДБН В.2.6-31: 2006. «Теплова ізоляція будівель». К.: 2006. –72 с
15. Каталог продукції [Електронний ресурс] <https://www.rehau.com/ua-uk/>
16. Каталог продукції Лебединського машинобудівного заводу [Електронний ресурс] <http://kotly.org.ua/>
17. [Електронний ресурс]
http://www.rockwool.ua/products+and+solutions/u/2011.product/3934/teplo_izolyatsiya_skatnoy_krovli_i_cherdachnykh_perekrytiy/rockmin_plus
18. Правила улаштування електроустановок (наказ від 20.06.2014р.№469), Київ
19. ДСТУ 4676:2006. Засоби індивідуального захисту.
20. ДБН В.2.5-56:2010. Державні будівельні норми. Системи протипожежного захисту.
21. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
22. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с.
- 23.2.9 НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 33 с.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24.НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц.
Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с.

					НТУУ 001.6101.004 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		