

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики Кафедра
теплової та альтернативної енергетики

«До захисту допущено»
Завідувачка кафедри
_____ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО
«___» _____ 2024 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
на здобуття ступеня бакалавра

за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

на тему: Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку № 21
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Виконав: студент IV курсу, групи ОТ-01

Ніколенко Максим Ростиславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник к.т.н., доцент Шкляр В.І.

Консультанти:

Охорона праці д.т.н., професор, Лариса ТРЕТЯКОВА

Нормконтроль к.т.н., доцент, Вікторія ДУБРОВСЬКА

(назва розділу)

(вчена ступінь та званні, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент к.т.н., доцент кафедри ЕП ННІЕЕ Анатолій Замулко

(вчена ступінь та званні, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Науковий керівник

(підпис)

КИЇВ -2024

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Теплоенергетика та теплоенергетичні
установки електростанцій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

_____ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Ніколенко Максиму Ростиславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема проєкту:** Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку
№21 НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського в місті Київ.

керівник проєкту _____ к.т.н., доцент Шкляр В.І.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 30 » травня 2024 р. № 2197/с

2. Термін подання студентом проєкту « 15 » червня 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту будівля житлового типу .Загальна площа - 7185 м²
Споживання енергоресурсів за 2021-2023 роки, опис об'єкту, креслення
першого поверху будівлі, схеми електропостачання та ІТП, технічний паспорт

4. Зміст пояснювальної записки:

а) основна частина:

- теплотехнічна: характеристика огорожувальних конструкцій, висновки з
обстеження, розрахунок тепловтрат та теплонадходжень, утеплення стін,
заміна вікон, утеплення даху, балансування системи опалення.

електротехнічна: аналіз споживання електроенергії, розподіл та характеристика груп споживачів електроенергії, повірочний розрахунок електричних навантажень, встановлення датчиків руху.

б) енергетичний менеджмент: характеристика системи енергетичного менеджменту, аналіз та досвід системи енергетичного менеджменту в НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

в) охорона праці: охорона праці та пожежна безпека під час модернізації системи опалення, аналіз умов праці та безпеки працівників, аналіз шкідливих та небезпечних чинників, вибір техніко-організаційних заходів і засобів індивідуального захисту.

5. Перелік графічного матеріалу: генеральний план першого поверху, схема електропостачання, плакат енергоефективних заходів.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	<i>Третьякова Л.Д., професор</i>		
Нормконтроль	<i>Дубровська В.В., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Загальна характеристика об'єкту	20.05 - 08.06 2024	
2.	Розрахунок теплотехнічної частини	20.05 - 08.06 2024	
3.	Розрахунок електротехнічної частини	20.05 - 08.06 2024	
4.	Енергетичний менеджмент	20.05 - 08.06 2024	
5.	Охорона праці	20.05 - 08.06 2024	
6.	Підготовка графічного матеріалу	20.05 - 08.06 2024	
7.	Нормоконтроль	10.06-11.06 2024	
8.	Перевірка на плагіат	10.06-12.06 2024	
9.	Попередній захист	12.06-14.06 2024	

Студент

_____ (підпис)

Ніколенко МАКСИМ

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту

_____ (підпис)

Віктор ШКЛЯР

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

на тему: Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку № 21 КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ – 2024 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку №21 НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського» складається з 5 розділів, містить 92 сторінок основного тексту. Основний текст дипломної роботи містить 48 рисунків, 24 таблиці та 9 джерел у переліку посилань.

Метою дипломного проекту була оцінка стану теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі та споживання ресурсів гуртожитку у місті Київ.

Розглядаються питання з впровадження комплексу енергозберігаючих заходів щодо покращення теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі. Досліджується можлива економія теплової та електричної енергій

Ключові слова: енергозбереження, теплоізоляція, економія, заходи, тепла енергія, електрична енергія, водопостачання, аудит, енергоспоживання.

		№ докум.	Підпис		01.08.08 ПЗ	

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project “Increasing the level of energy efficiency of the dormitory №21 of NTUU ‘KPI’ consists of 5 chapters, the explanatory note contains 92 pages of the main text. The main text of the thesis contains 48 figures, 24 tables and 9 sources in the list of references.

The purpose of the diploma project was to assess the state of thermal insulation properties of the building envelope and resource consumption of a dormitory in Kyiv.

The issues of implementing a set of energy-saving measures to improve the thermal insulation properties of the building envelope are considered. Possible savings of thermal and electric energy are investigated.

Keywords: energy saving, thermal insulation, savings, measures, heat energy, electricity, water supply, audit, energy consumption.

		№ докум.	Підпис		01.08.08 ПЗ	

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
1.1 Загальні відомості	13
1.2 Призначення будівлі	16
1.3 Обстеження поточного стану енергетичних систем будівлі	16
1.4 Річне споживання енергоносіїв	18
1.4.1 Річне споживання електричної енергії	18
1.4.2 Річне споживання гарячої та холодної води	20
1.4.3 Річне споживання теплової енергії	24
Висновки до розділу 1	28
2. ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	29
2.1 Опис системи теплопостачання об'єкту	29
2.2 Аналіз динаміки зміни тарифів на теплову енергію та воду.....	32
2.3 Обстеження огорожувальних конструкцій об'єкту.....	36
2.3.1 Обстеження зовнішніх стін будівлі.....	36
2.3.2 Обстеження світлопрозорих конструкцій будівлі та дверей.....	38
2.3.3 Обстеження даху будівлі.....	41
2.3.4 Обстеження неопалювального підвалу та підлоги.....	43
2.4 Розрахунок теплотехнічних показників існуючих огорожувальних конструкцій будівлі.....	46
2.5 Розрахунок питомого енергоспоживання за допомогою програмного продукту «E-Audit»	50

		№ докум.	Підпис						

ОТ 01.08.08 ПЗ

2.6	Заходи для підвищення рівня енергоефективності будівлі	56
2.6.1	Утеплення зовнішніх стін	56
2.6.2	Утеплення даху	58
2.6.3	Заміна вікон	59
2.6.4	Впровадження системи енерго-моніторингу	60
2.6.5	Модернізація внутрішньо-будинкової системи опалення.....	61
2.7	Результати впровадження заходів з енергозбереження	61
Висновки до розділу 2		65
3	ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	66
3.1	Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта.....	66
3.2	Характеристики електрощитової.....	67
3.4	Характеристика основних споживачів електроенергії на об'єкт...	70
3.5	Розрахунок електричних навантажень об'єкту.....	71
3.6	Заходи з енергозбереження та енергоефективності	73
Висновки до розділу 3		75
4	ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ	77
4.1	Аналіз поточного стану служби енергетичного менеджменту на об'єкті	77
4.2	Опис організаційної структури управління енерговикористання .	77
Висновки до розділу 4		80
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ГУРТОЖИТКУ	82
5.1	Загальна характеристика об'єкта.....	82

5.2 Аналіз умов праці під час монтажу під час встановлення балансувальних клапанів.....	83
Висновок до розділу 5	88
Висновки	90
Список використаної літератури	92

		№ докум.	Підпис						

ОТ 01.08.08 ПЗ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

СКОРОЧЕННЯ

LED – світлодіодні лампи;
ГВП – гаряче водопостачання;
ГРЩ – головний розподільчий щит;
ДБН – державні будівельні норми;
ДСТУ – державний стандарт України;
ЕЗЗ – електрозахисні засоби;
ЗІЗ – засоби індивідуального захисту;
ІТП – індивідуальний тепловий пункт;
КЗ – коротке замикання;
ЛР – лампи розжарювання;
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;
ТМ – Масляний трансформатор;
ТП – трансформаторна підстанція;
ХВП – холодне водопостачання.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Q – теплота;
 K – коефіцієнт теплопередачі;
 α – коефіцієнт тепловіддачі;
 n_o – тривалість опалювального періоду;
 t_{en} – внутрішня температура;
 $t_{p.o}$ – розрахункова температура на опалення;

		№ докум.	Підпис			

ОТ 01.08.08 ПЗ

$t_{cp.o}$ – середня температура за опалювальний період;

R – опір теплопередачі;

δ – товщина;

λ – коефіцієнт теплопровідності.

ІНДЕКСИ

в – внутрішня;

ном – номінальна;

вн – внутрішній;

з.ст – зовнішня стіна;

кз – коротке замикання.

ТЕРМІНИ

Система енергетичного менеджменту – частина загальної системи управління підприємством, яка включає в себе організаційну структуру, функції управління, обов'язки та відповідальність, процедури, процеси, ресурси для формування, впровадження, досягнення цілей політики енергозбереження.

		№ докум.	Підпис			

ОТ 01.08.08 ПЗ

Вступ

Україна зараз переживає серйозні випробування в енергетичній сфері. Ситуацію ускладнюють наслідки пандемії COVID-19 та війни, що триває. Нинішні обставини потребують безперервної уваги до питань енергозбереження та створення екологічно чистого середовища, щоб ефективніше справлятися з цими викликами. Це особливо важливо для університетських гуртожитків, де мешкають студенти.

Метою цього дипломного проекту було проведення енергетичного аудиту у гуртожитку №21 НТУУ "КПІ". Завданням було підвищити рівень енергоефективності будівлі та розробити комплекс енергозберігаючих заходів для покращення теплоізоляційних властивостей споруди та інженерних систем.

Під час аналізу і дослідження була створена модель за допомогою програмного забезпечення E-Audit, що відповідає національним стандартам у сфері енергоефективності будівель. Оцінивши стан огорожувальних конструкцій гуртожитку, було визначено ряд заходів для підвищення енергоефективності.

		№ докум.	Підпис		01.08.08 ПЗ	

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості

Об'єктом дослідження є «Гуртожиток КПІ №21», що знаходиться за адресою м. Київ, Ковальський провулок, 22А (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Гуртожиток КПІ №21

Місто Київ, в якому розташований досліджуваний об'єкт, за кліматичними характеристиками має помірно-континентальний клімат. Влітку тут переважають теплі дні з високою вологістю, а зими зазвичай прохолодні з снігопадами та морозами.

Кліматичні умови:

- Кліматична зона – I;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря – мінус 22 °С;

					ОТ 01.08.08 ПЗ		
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколенко М.Р.</i>			<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>					
<i>Реценз.</i>					Загальні відомості про об'єкт дослідження		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дубровська В.В.</i>					
<i>Затвер.</i>							
					НН ІАТЕ, ОТ-01		

1.2 Призначення будівлі

Будівля є місцем для постійного проживання сімейних студентів або аспірантів. Наявні дитячі кімнати, в яких діти можуть як навчатись так і гратись. Гуртожиток вміщує в себе 559 жителів. На даний момент проживають 245 осіб. На початку війни залишилось всього 80 людей, але через півроку кількість мешканців повернулася до нинішньої кількості.

1.3 Обстеження поточного стану енергетичних систем будівлі

Розглянемо стан системи освітлення наявний на об'єкті. Освітлення не житлового простору (коридорів, сходових прольотів) виконується повністю світлодіодними світильниками (рис. 1.4). Що ж на рахунок житлових кімнат, власники кімнат мають право встановлювати власні світильники, облік яких не ведеться, тож визначити чітку кількість і тип світильників не є можливим.



а)



б)

Рисунок 1.3 – Розміщення світильників:
а – в кімнатах, б – в коридорі

					ОТ 01.08.08 ПЗ	16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Річне споживання електричної енергії за 2021-2023 р

Місяць	2021		2022		2023	
	кВт *год	грн	кВт *год	грн	кВт *год	грн
Січень	29922	50749,73	25876	42487,20	16541	42487,20
Лютий	29251	49725,85	23048	37800,00	17313	37800,00
Березень	27743	47241,95	16431,8	27605,34	11896	23718,44
Квітень	26818	45659,98	16432	27605,34	22145	37203,60
Травень	24782	42286,61	16432	27605,34	23916	41143,48
Червень	24407	41696,75	16431,8	27605,34	20434	34329,12
Липень	23327	39873,43	19914	35159,81	16495	45642,35
Серпень	21725	37251,85	17201	30531,14	18647	52961,06
Вересень	19987	34331,12	18834	33734,56	16586	33734,56
Жовтень	38375	66567,57	22424	36548,78	19894	52520,16
Листопад	28121	48247,81	19480	31503,65	19967	55307,00
Грудень	21095	36275,50	16096	25857,75	19282	52987,96
ВСЬОГО	315553	539908	228600	384044	223116	509835

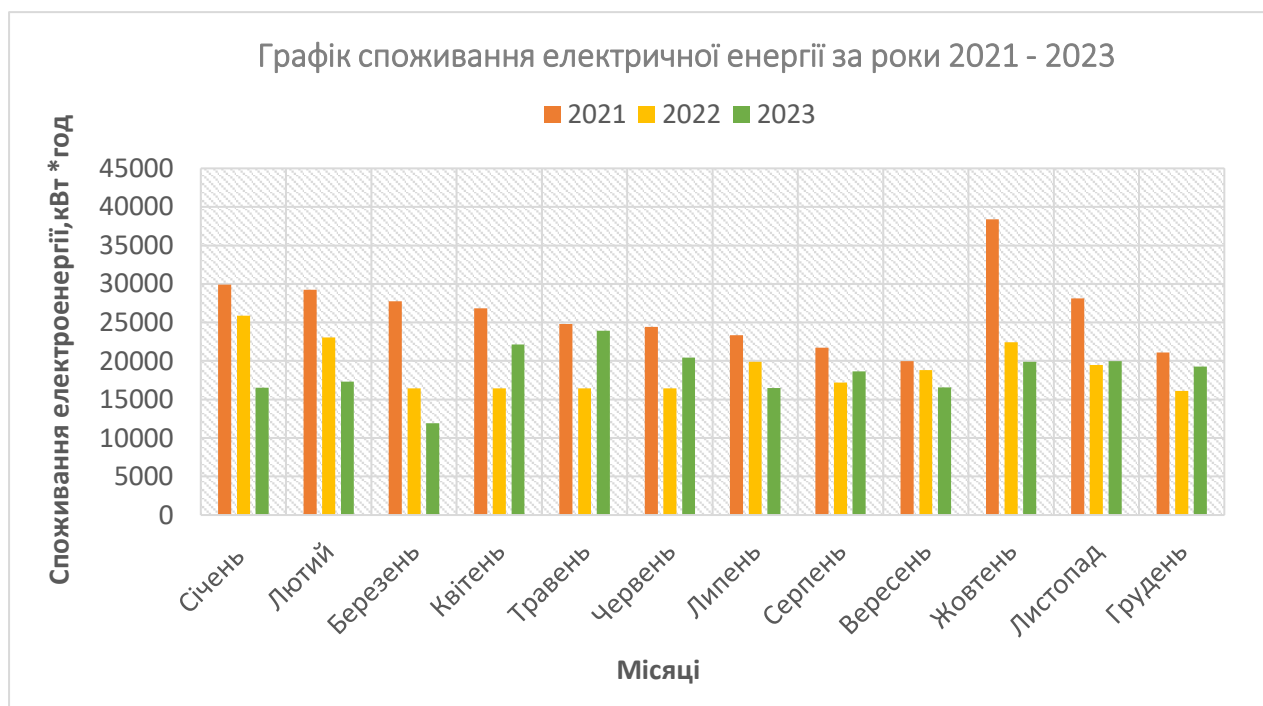


Рисунок 1.6 – Графік споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки помісячно

Електроенергія використовується на освітлення, роботу ліфтів та насоси для розподілення водопостачання.

Як видно на рисунку 1.6 споживання електроенергії є нерівномірним, це пов'язано з тривалістю світлового дня. У зв'язку з нерівномірним обігрівом приміщень дехто може використовувати додаткове обладнання для обігріву приміщення, що призводить до збільшення використання електроенергії.

Найбільше на графіку виділяється жовтень, листопад 2021 р., такі різкі перепади можуть бути пов'язані з епідемією COVID-19, внаслідок якої заняття в університеті були переведені на дистанційну форму навчання, через що студенти більше часу проводили в гуртожитку.

На графіку можна помітити закономірність спаду споживання електроенергії з роками, що пов'язано з повномасштабною війною внаслідок якої було пошкоджено важливі енергетичні об'єкти. Задля зменшення навантаження на енергетичну систему, були введені блекауті, які на певний час відключали електроспоживання, що призводило до загального зменшення використання електроенергії.

Комунальні послуги з електропостачання досліджуваному об'єкту надає ПрАТ "ДТЕК Київські електромережі.

1.4.2 Річне споживання гарячої та холодної води

Данні по споживанню холодного та гарячого водопостачання за роки 2021-2023 наведені в таблицях 1.4-1.5 та на рисунках 1.7-1.8.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	20
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Річне споживання холодного водопостачання за 2021-2023 рр.

ХВ						
Місяць	2021		2022		2023	
	м ³	грн з ПДВ	м ³	грн з ПДВ	м ³	грн з ПДВ
Січень	1483,08	34250,66	2184,00	57381,48	0,00	0,00
Лютий	1566,70	39838,99	103,00	3129,55	0,00	0,00
Березень	1696,00	40793,78	748,00	22727,23	0,00	0,00
Квітень	1642,00	41673,96	0,00	0,00	0,00	0,00
Травень	960,00	24339,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Червень	1515,00	38450,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Липень	1619,00	41090,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Серпень	588,00	14923,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Вересень	2056,00	52181,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Жовтень	544,00	13806,72	0,00	0,00	0,00	0,00
Листопад	1334,00	33856,92	0,00	0,00	0,00	0,00
Грудень	97,00	2461,86	0,00	0,00	0,00	0,00
ВСЬОГО	15101	377668	3035	83238	0	0

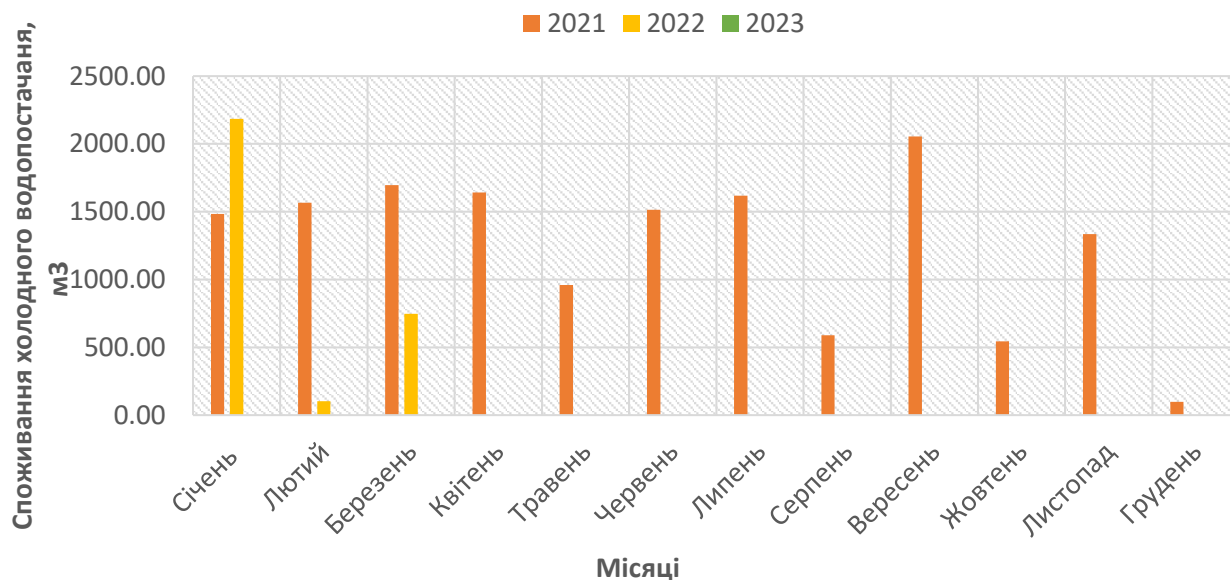


Рисунок 1.7 – Помісячне споживання холодної води за 2021-2023 рр.

Холодна вода в будівлі гуртожитку загалом використовується для нагрівання в теплообміннику ГВП системи тепlopостачання і подальшого

розподілу гарячої води по гуртожитку та побутових потреб, таких як прибирання приміщень у будівлі, догляд за прибудинковими насадженнями.

Таблиця 1.5 – Річне споживання гарячої води за 2021-2023 рр.

Місяць	2021		2022		2023	
	м ³	грн з ПДВ	м ³	грн з ПДВ	м ³	грн з ПДВ
Січень	1129,92	26147,76	989,00	25984,58	0,00	0,00
Лютий	1059,30	26885,03	1165,00	35397,36	0,00	0,00
Березень	988,68	25092,70	600,30	18239,52	0,00	0,00
Квітень	1107,00	28095,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Травень	691,00	17562,96	0,00	0,00	0,00	0,00
Червень	877,00	22232,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Липень	1130,00	28679,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Серпень	1095,00	27791,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Вересень	1024,00	25989,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Жовтень	1059,00	26877,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Листопад	1095,00	27791,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Грудень	1306,00	33146,28	0,00	0,00	0,00	0,00
ВСЬОГО	12562	316291	2754	79621	0	0

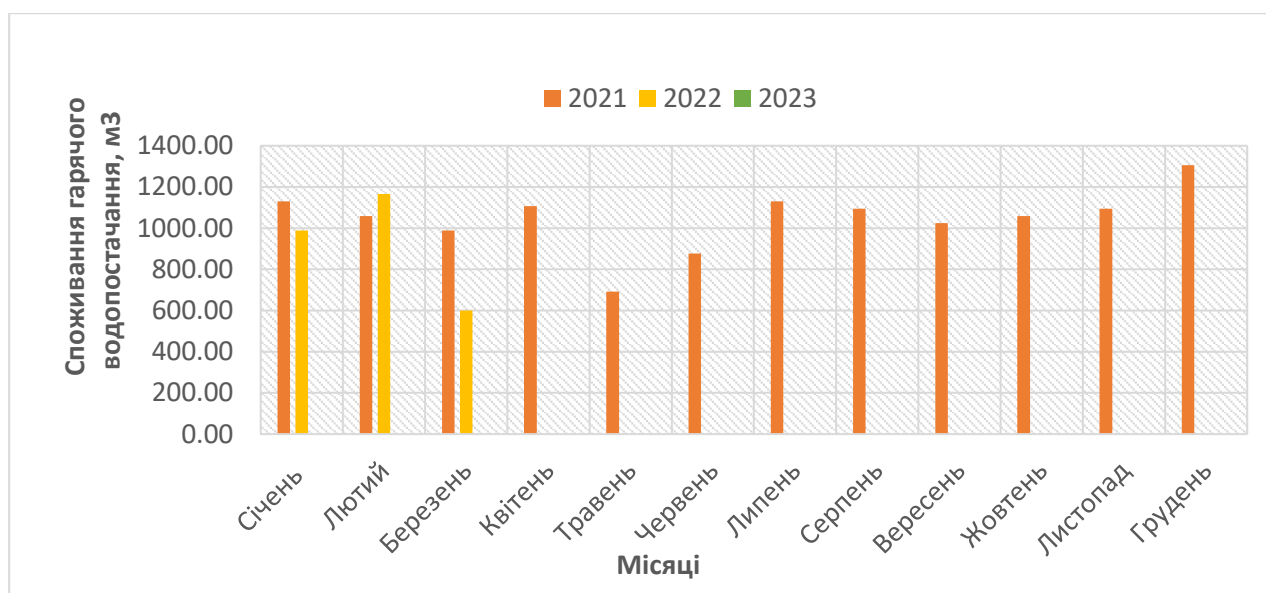


Рисунок 1.8 – Помісячне споживання гарячої води за 2021-2023 рр.

Система опалення об'єкту має залежну схему підключення. Вона розроблена для кліматичного району з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 22 °С.

Постачальником теплоенергії до об'єкту є КП «Київтеплоенерго».

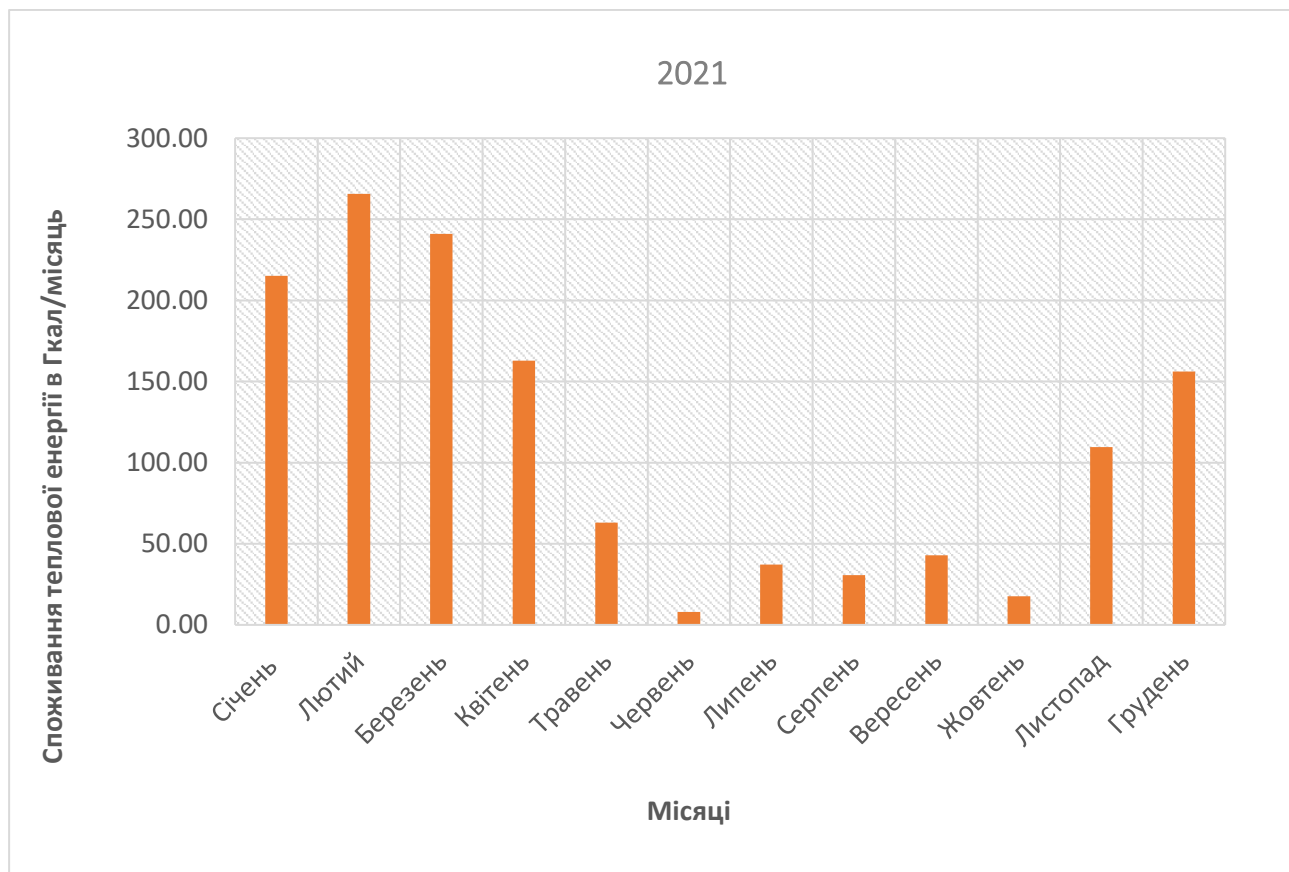


Рисунок 1.7 – Помісячне споживання теплової енергії за 2021 р.

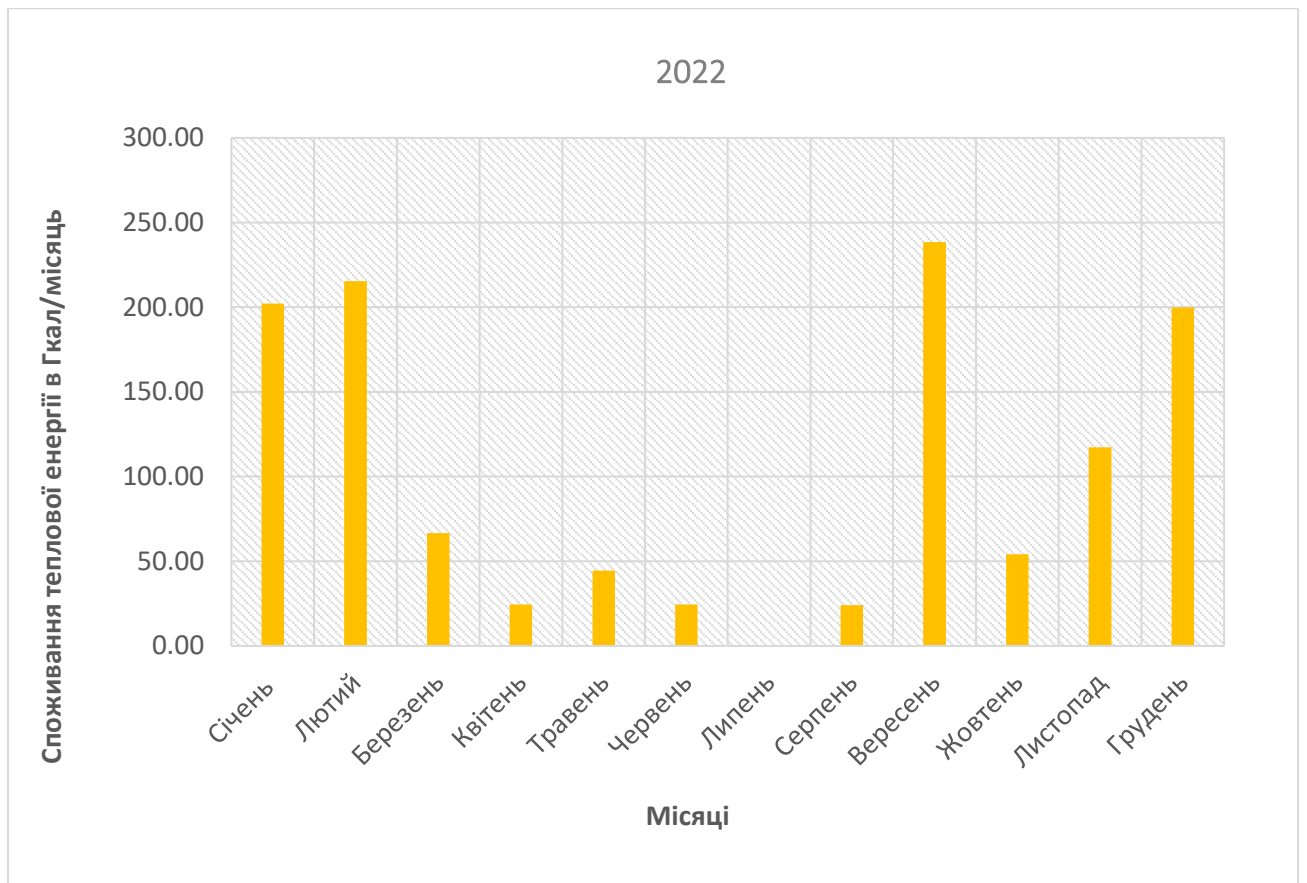


Рисунок 1.8 –Помісячне споживання теплової енергії за 2022 р.

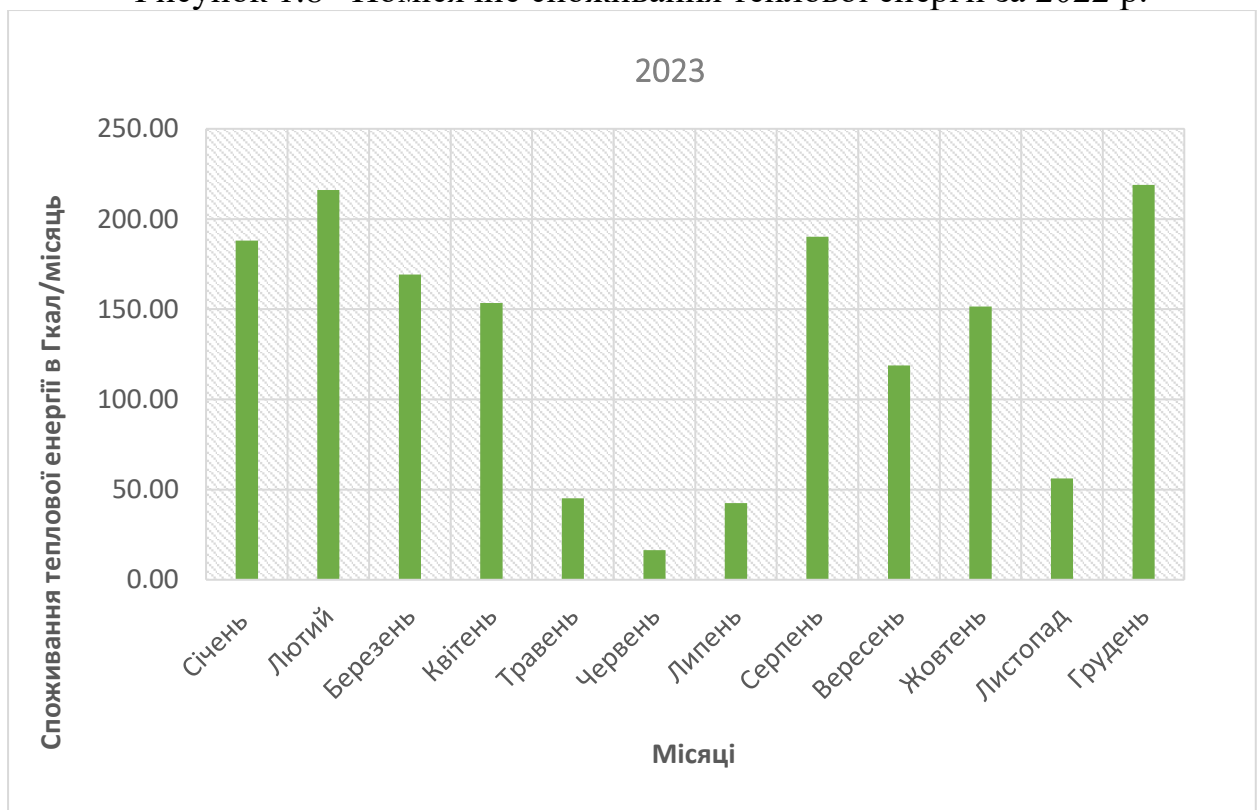


Рисунок 1.9 –Помісячне споживання теплової енергії за 2023 р.

Дані наведені на рисунку 1.10 свідчать про співвідношення грошових затрат на забезпечення будівлі всіма необхідними енергоносіями:

1. Теплова енергія – 64%.
2. Електроенергія – 16%.
3. Гаряче водопостачання – 9%.
4. Холодне водопостачання – 11%.

Отже можемо дійти висновку, що найбільші затрати коштів йдуть на теплову енергію.

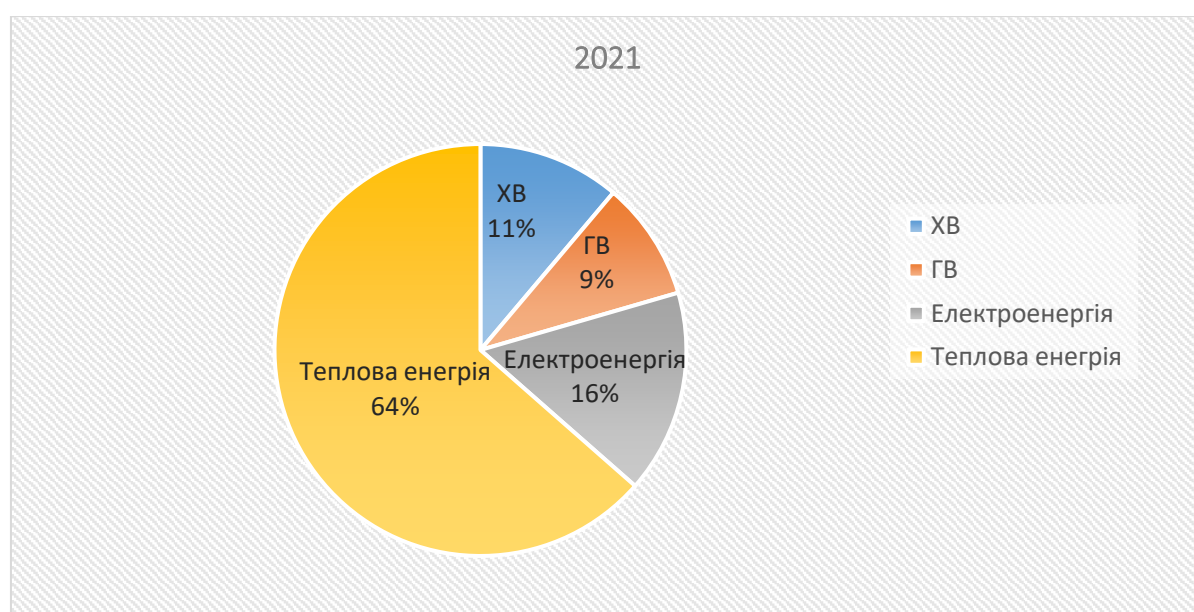


Рисунок 1.10 – Помісячне споживання теплової енергії за 2023 р.

Таблиця 1.7 – Річне споживання теплової енергії за 2021-2023 рр.

№	Тип енергоносія	Обсяг коштів, в гривнях		
		2021	2022	2023
1	ХВ	377668	83238	0
2	ГВ	316291	79621	0
3	Електроенергія	539908	384044	509835
4	Теплова енергія	2149052	1971433	2591240
	Всього:	3382920	2518337	3101075

Висновки до розділу 1

Як можна помітити з таблиці 1.7, найбільшу частину витрат складає теплова енергія, тому саме цей аспект слід першочергово розглядати для підвищення енергоефективності будівлі.

Для визначення можливостей зменшення тепловтрат необхідно проаналізувати стан і ефективність огорожувальних конструкцій та системи теплопостачання. На основі цього можна буде розробити конкретні заходи для підвищення енергоефективності, такі як утеплення зовнішніх стін, заміна вікон та балансування системи опалення. Детальніше ці питання розглядаються у другому розділі.

Впровадження таких енергозберігаючих заходів дозволить знизити фінансові витрати, покращити комфорт у приміщеннях та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис системи теплопостачання об'єкту

Опалення будівлі гуртожитку здійснюється за допомогою централізованого теплопостачання від Київської ТЕЦ-5, постачальником є КП «Київтеплоенерго». Тепло для опалення будівлі гуртожитку подається через тепловий пункт за залежною схемою з центральним якісним регулюванням, без місцевого кількісного регулювання. Вузол теплового вводу, тобто приміщення теплового пункту, розташований у технічному неопалюваному підвалі (рис. 2.1). Загальна кількість теплових вводів в будівлі становить одну одиницю.



Рисунок 2.1 – Зовнішній стан теплового пункту, який розташований у будівлі

					ОТ 01 08 08 ПЗ					
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Теплотехнічна частина					
<i>Розроб.</i>	<i>Ніколенко М.Р.</i>							<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Шкляр В.І.</i>									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>	<i>Дубровська В.В.</i>									
<i>Затвер.</i>					НН ІАТЕ, ОТ-01					

З фотографій видно, що теплова ізоляція вузла теплового вводу загалом знаходиться у задовільному технічному стані, але присутні певні пошкодження на трубах вводу теплової мережі.

У системі опалення будівлі гуртожитку як теплоносієм використовується гаряча вода, яка надходить із зовнішньої теплової мережі.

Температурний графік теплоносія складає 95/70 °С. Це означає, що гаряча вода має температуру 95 °С при виході із теплової мережі та охолоджується до температури 70 °С після проходження через систему опалення будівлі.

На досліджуваному об'єкті використовується система опалення з однотрубною вертикальною розводкою. Це означає, що гаряча вода подається до радіаторів через одну центральну трубу, яка вертикально розподіляє тепло по всіх приміщеннях будівлі гуртожитку.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення встановлений лічильник на вузол теплового вводу, що наведено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд лічильника вузла теплового входу

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ОТ 01.08.08 ПЗ	30

Якщо говорити про підсистему розподілу будівлі, то вона виконана зі сталевих трубопроводів. Стояки прокладені закрито вздовж стін в опалювальних приміщеннях. Важливо відзначити, що під час енергетичного огляду було виявлено, що підсистема розподілу не налагоджена, оскільки на стояках відсутня будь-яка балансувальна арматура.

Під час проведення енергетичного обстеження було зроблено висновок, що загальний технічний стан системи розподілу будівлі гуртожитку є задовільним, однак його можна вдосконалити за рахунок встановлення балансувальних клапанів, та замінити пошкоджену ізоляцію на деяких трубах.

Підсистема тепловіддачі будівлі складається з чавунних радіаторів типу МС-140 у приміщеннях будівлі, які не оснащені спеціальним обладнанням для автоматичного регулювання потоку теплоносія (рис. 2.3). Розрахункова кількість встановлених опалювальних приладів у громадській будівлі становить 432 одиниці. Під час огляду досліджуваного об'єкту було зазначено, що більшість опалювальних приладів розташовано під вікнами біля зовнішньої стіни. Крім того, всі радіатори, які наявні у будівлі, відкриті та не мають радіаційного захисту.



Рисунок 2.3 – Зовнішній стан опалювальних чавунних батарей (в кімнатах та на коридорах)

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
					ОТ 01.08.08 ПЗ	31

Таблиця 2.2 – Зміна тарифів на енергетичні носії протягом 2021-2023рр.

№	Назва послуги	Період	Ціна по тарифу	Розмірність
1	Електропостачання	2021	1,712	грн/кВт·год
		2022	1,680	
		2023	2,285	
2	Водопостачання	2021	25,130	грн/м ³
		2022	27,423	
		2023	30,384	
3	Теплопостачання	2021	1592,49	грн/Гкал
		2022	1627,16	
		2023	1654,40	

З гістограми (рис. 2.4) видно, що тариф на теплову енергію для бюджетних установ зростає, причиною цього може бути підвищення вартості палива та інфляції. Проте у 2022 році тариф дещо знизився порівняно з 2021 роком, що, ймовірно, пов'язано із запровадженням воєнного стану в Україні з кінця лютого 2022 року. Зниження тарифу в 2022 році, ймовірно, було зроблено для підтримки економіки та зменшення фінансового навантаження на бюджетні установи під час кризи, спричиненої запровадженням воєнного стану. Однак у 2023 році відбулося значне збільшення тарифу, оскільки країна, через фінансову кризу внаслідок війни, не могла продовжувати штучно занижувати тариф. Це зростання може бути наслідком корекції цін до ринкового рівня та відображенням загальних економічних умов в Україні.

З графіку динаміки тарифів на водопостачання та теплопостачання (рис 2.5-2.6), можна помітити стабільне збільшення ціни на ці енергетичні ресурси. У 2022 році тариф збільшився порівняно з 2021 роком через економічні виклики, спричинені воєнним станом. У 2023 році тариф ще більше зріс, оскільки економічна криза, викликана війною, не дозволяла утримувати тарифи на низькому рівні, на відміну від електроенергії, тариф якої вдалося знизити хоча б на рік.

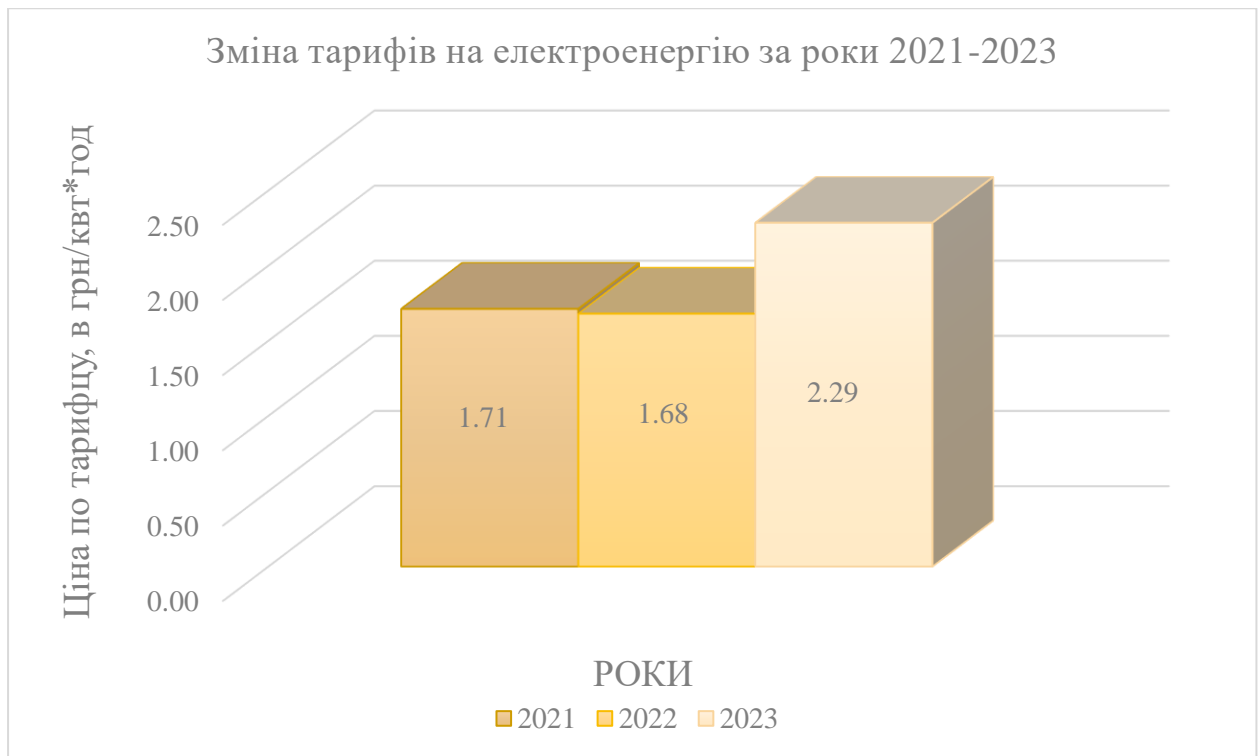


Рисунок 2.4 – Зміна тарифів на електроенергію за роки 2021-2023

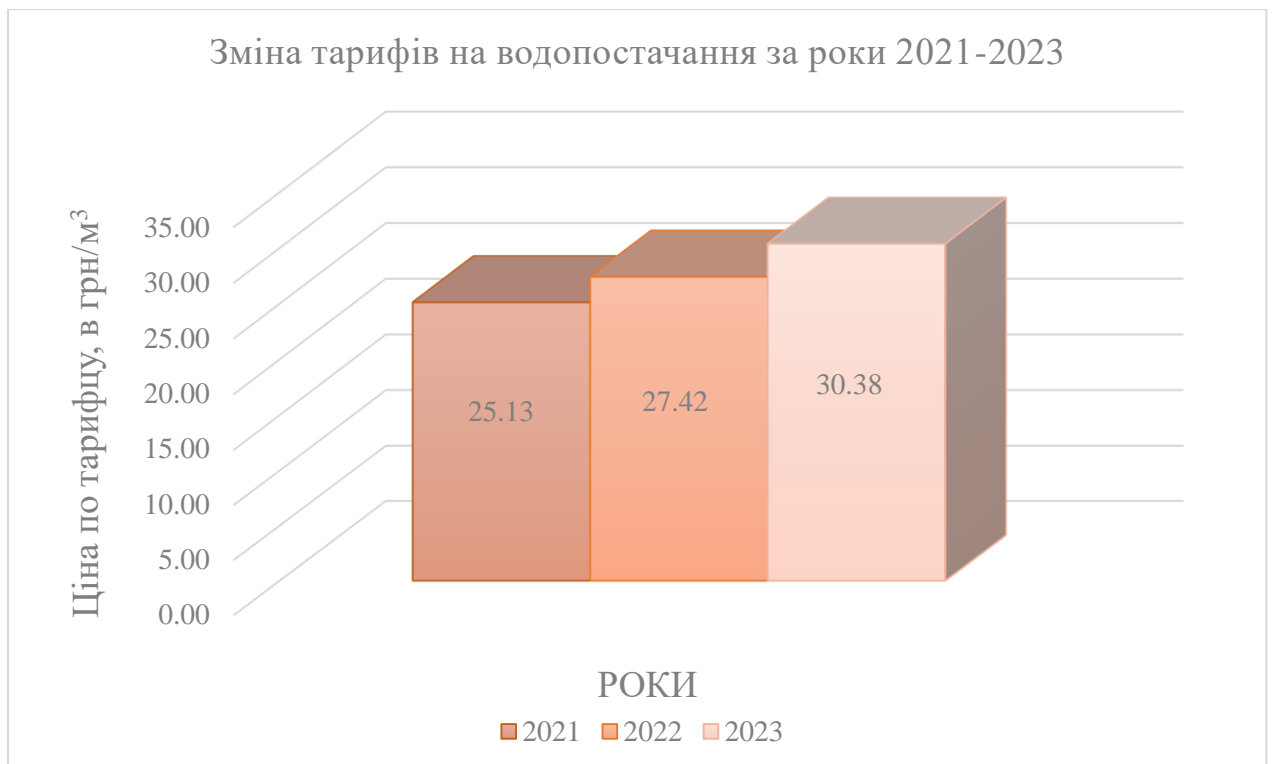


Рисунок 2.5 – Зміна тарифів на водопостачання за роки 2021-2023

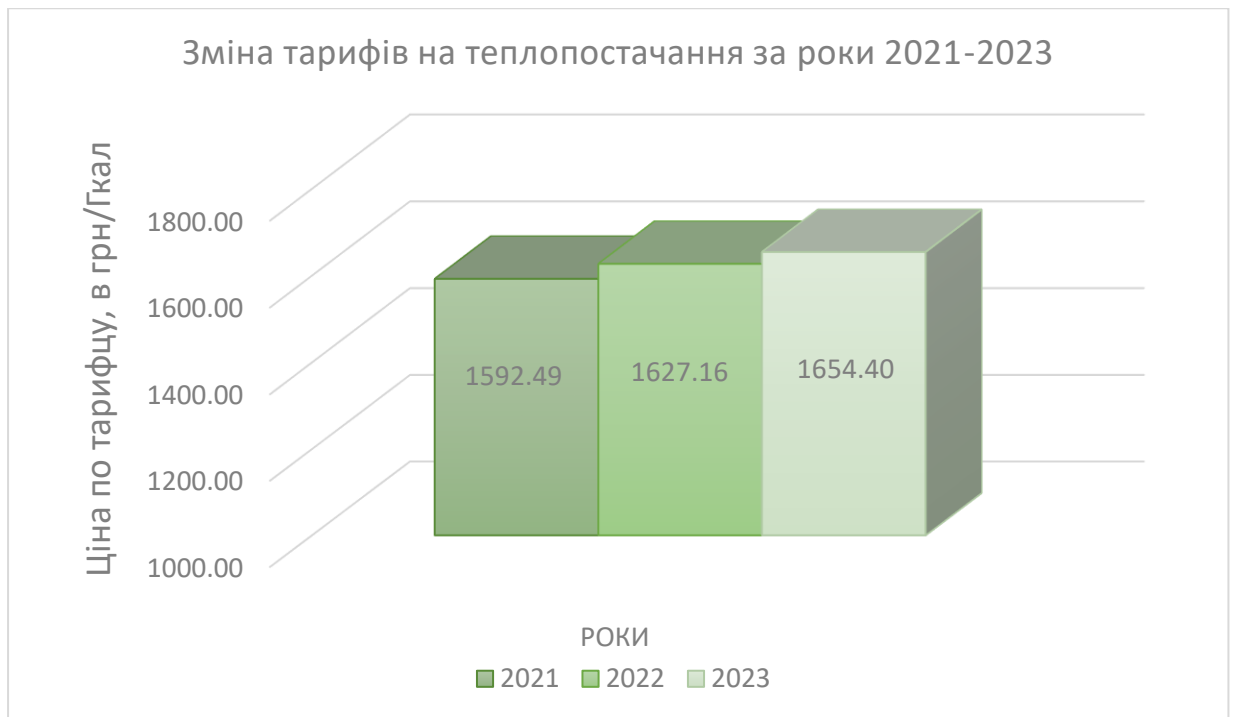


Рисунок 2.6 – Зміна тарифів на теплопостачання за роки 2021-2023

У таблиці 2.3 відображено динаміку зміни тарифів у відсотках, що показує зростання тарифів у порівнянні з попереднім роком.

Таблиця 2.3 – Динаміка зміни тарифів у відсотках

№	Назва послуги	Період	Відсоткова зміна тарифу
1	Електропостачання	2021	-
		2022	-1,9%
		2023	+36%
2	Водопостачання	2021	-
		2022	+9,1%
		2023	+10,8%
3	Теплопостачання	2021	-
		2022	+2,2%
		2023	+1,67%

Опір теплопередачі, $\frac{(M^2 \cdot ^\circ C)}{Вт}$, для зовнішньої стіни знайдемо за формулою:

$$R_{з.с.1} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (2.1)$$

де $\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі,

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі,

δ_i – товщина шару,

λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару:

$$R_{з.см} = 1,99 \frac{M^2 \cdot K}{Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни, $\frac{Вт}{(M^2 \cdot ^\circ C)}$, визначали за формулою:

$$U_{з.см} = \frac{1}{R_{з.см}}, \quad (2.2)$$

Таким чином:

$$U_{з.см} = \frac{1}{1,99} = 0,5 \frac{Вт}{M^2 \cdot K}$$

Аналогічно рахуються опори та коефіцієнти теплопередачі для інших огорожувальних конструкцій. Результати цих розрахунків заносяться в таблицю 2.2.

Оцінюючи теплофізичні властивості стін можемо дійти висновку: опір теплопередачі не є нормативним, що збільшує втрату теплоти будівлі, що в свою чергу особливо відчутно в зимовий період. Наслідком таких умов є збільшене навантаження на систему опалення та більше використання енергоресурсів, для підтримування комфортних умов проживання.

2.3.2 Обстеження світлопрозорих конструкцій будівлі та дверей

З 2019 року почали замінюватись дерев'яні вікна старого зразка на нові металопластикові, але в зв'язку з недостатнім фінансуванням було замінено лише 2/3 всіх вікон. Термін експлуатації дерев'яних вікон закінчився і це призводить до не виконання їх функцій. Герметичність пошкоджена, що

					ОТ 01.08.08 ПЗ	38
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

спричиняє втрати теплоти через інфільтрацію. Наслідком цього може бути погіршення комфортних умов та збільшення використання енергетичних ресурсів, для підтримання комфортних умов. Пластикові вікна в задовільному стані, але їх термічний опір не відповідає нормативним показникам.

Загальна площа світлопрозорих конструкцій становить 1493,56 м², сумарна кількість вікон – 557 штуки. На рисунку 2.9 наведено вигляд старих та нових вікон, а також балконних дверей. Окрім вікон на кожному поверсі з північної і південної сторони є металопластикові балконні двері.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд північної сторони будівлі

На момент проведення енергетичного огляду було прийнято, що загальний технічний стан існуючих металопластикових віконних конструкцій можна охарактеризувати як прийнятний. Замінювати недавно поставлені

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
					ОТ 01.08.08 ПЗ	39

металопластикові вікна на якісніші, для забезпечення нормативних показників не є раціональним, тому пропонується замінювати тільки старі дерев'яні вікна.

Загальна кількість зовнішніх дверей в будівлі на всіх фасадах складає 4 штуки. Сумарна площа всіх зовнішніх дверей на фасадах становить 7,53 м². Зовнішні двері мають дерев'яний профіль товщиною 100мм, що є старим стандартом і не відповідає нормативному опору теплопередачі.

Нижче на рисунках 2.10 - 2.13 наведено приклад світлопрозорих конструкцій та вхідних дверей в програмному забезпеченні «E-Audit»

Редагування конструкції ×

Назва	Тип конструкції	
<input type="text" value="вікно старе"/>	<input type="text" value="Вікно"/>	
Матеріал	Кількість частин	Товщина профілю, мм
<input type="text" value="Деревина листяних порід (U=f(x))"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
Ширина профілю, мм	Тип склопакету	Дистанційна рамка
<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="4(Повітря, к.емісії - 0.89) (U=5.0)"/>	<input type="text"/>

Рисунок 2.10 – Задання старих дерев'яних вікон в «E-Audit»

Редагування конструкції ×

Назва	Тип конструкції	
<input type="text" value="Вікно нове"/>	<input type="text" value="Вікно"/>	
Матеріал	Кількість частин	Товщина профілю, мм
<input type="text" value="Профіль ПВХ(2 камери) (U=2.2)"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
Ширина профілю, мм	Тип склопакету	Дистанційна рамка
<input type="text" value="70"/>	<input type="text" value="4-12-4(Повітря, к.емісії - 0.05) (U=1)"/>	<input type="text" value="Рамка з підвищеною ізоляцією"/>

Рисунок 2.11 – Задання недавно поставлених металопластикових вікон в «E-Audit»

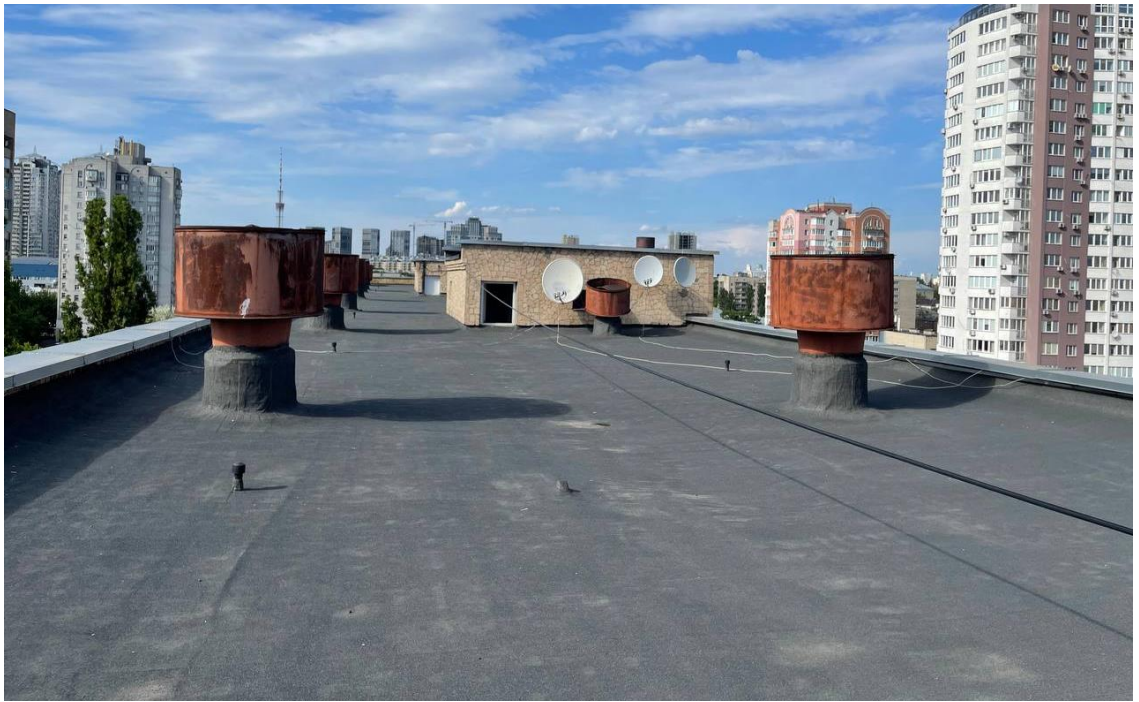


Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд даху будівлі та стічних каналів

					ОТ 01.08.08 ПЗ	42
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Редагування конструкції ×

Назва **Тип конструкції**

Горищне перекриття Горищне перекриття ▾

Призначення **Тип** **Матеріал**

Матеріали конструкційні ▾ Бетони конструкційні ▾ Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) ($\lambda=2.04$) ▾

λ , Вт/м·К **Змінити λ , Вт/м·К** **Товщина, мм** **R, м²К/Вт**

2,04 220 0,108

Призначення **Тип** **Матеріал**

Теплоізоляційні матеріал ▾ Матеріали теплоізоляцій ▾ Гравій шлаковий (густиною $\rho_0=300\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.13$) ▾

λ , Вт/м·К **Змінити λ , Вт/м·К** **Товщина, мм** **R, м²К/Вт**

0,13 30 0,231

Призначення **Тип** **Матеріал**

Матеріали конструкційні ▾ Матеріали покрівельні, гі ▾ Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроі: ▾

λ , Вт/м·К **Змінити λ , Вт/м·К** **Товщина, мм** **R, м²К/Вт**

0,22 15 0,068

Додати шар А

Коефіцієнт теплопередачі конструкції **Опір теплопередачі конструкції**

1,653 0,605 П V

Рисунок 2.15 – Задання горищного перекриття в «E-Audit»

Загальний стан горищного перекриття є частково задовільним так як пошкоджень під час проведення обстеження не було виявлено, але опір теплопередачі конструкції сильно не відповідає нормативним показникам, тобто не виконує свою теплоізоляційну функцію.

2.3.4 Обстеження неопалювального підвалу та підлоги

Підлога в будівлі складається з круглопустотних залізобетонних панелей, зверху вкрита вапняно-піщаним розчином та керамічною плиткою. Задані міжповерхові покриття та зовнішній вигляд підлоги на поверхах наведені на рисунках 2.16 та 2.17 відповідно.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

Редагування конструкції ×

Назва	Тип конструкції
Суміщене покриття між поверхами	Суміщене покриття ▼

Призначення	Тип	Матеріал
Матеріали конструкційні ▼	Бетони конструкційні ▼	Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) ($\lambda=2.04$) ▼
λ, Вт/м·К	Змінити λ, Вт/м·К	Товщина, мм
2,04		220
		R, м²К/Вт
		0,108

Призначення	Тип	Матеріал
Матеріали конструкційні ▼	Розчини будівельні ▼	Розчин вапняно-піщаний (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.81$) ▼
λ, Вт/м·К	Змінити λ, Вт/м·К	Товщина, мм
0,81		12
		R, м²К/Вт
		0,015

Призначення	Тип	Матеріал
Матеріали конструкційні ▼	Облицювання природним ▼	Плити керамічні для підлоги(густиною $\rho_0=2000\text{кг/м}^3$) ($\lambda=1.$ ▼
λ, Вт/м·К	Змінити λ, Вт/м·К	Товщина, мм
1,1		7
		R, м²К/Вт
		0,006

Додати шар

Коефіцієнт теплопередачі конструкції	Опір теплопередачі конструкції
3,484	0,287

Рисунок 2.16 – Задання міжповерхового покриття в «Е-Audit»



Рисунок 2.17 – Загальний вигляд коридору гуртожитку

					ОТ 01.08.08 ПЗ	44
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

У підвалі першого поверху будівлі гуртожитку розташований технічне підпілля, що не обладнано системою опалення. Площа цього приміщення становить 320,2 м². Тут розміщений тепловий ввід у будівлю, який відповідає за постачання теплоти до всієї споруди. Крім того, у неопалювальному підвалі прокладені інженерні комунікації, зокрема, частково розведені трубопроводи системи опалення (рис. 2.18) та холодного водопостачання.



Рисунок 2.18 – Загальний вигляд трубопроводів системи опалення

Під час аудиту енергоефективності будівлі встановлено, що стан неопалювального підвалу є задовільним. Також було виявлено, що вимощення навколо будівлі знаходиться у задовільному стані.

На рисунку 2.19 наведений план неопалювального підвалу.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	45
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики огорожувальних конструкцій

Конструкція		Матеріал	Густина	Товщина	Теплопровідність
			кг/м ³	мм	Вт/(м*к)
Зовнішні стіни		Керамзитобетон на керамзитовому піску	1000	750	0,41
		Штукатурка: розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	10	0,81
Суміщене покриття		Залізобетон	2500	220	2,04
		Розчин вапняно-піщаний	1600	12	0,81
		Керамічна плитка для підлоги	2000	7	1,1
Горищне перекриття		Залізобетон	2500	220	2,04
		Гравій шлаковий	300	30	0,13
		Бітумно-покрівельний гідроізоляційний матеріал	1200	15	0,22
Технічне підпілля	Перекриття	Залізобетон	2500	220	2,04
		Розчин вапняно-піщаний	1600	12	0,81
		Керамічна плитка для підлоги	2000	7	1,1
	Стіна	Бетон на гравії з природного каменю	2400	700	1,86
	Підлога	Відсутнє покриття			
Двері вхідні		Деревина листяних порід, 100мм, Залізні двері, 5мм			
Світлопрозорі конструкції	Двері балконні	ПВХ рама (2 камери), склопакет 4-12-4			
	Вікна замінені	ПВХ рама (2 камери), склопакет 4-12-4			
	Вікна старі	Деревина листяних порід, повітря 4			

Проведемо розрахунок наявних тепловтрат через стіни,
Тепловтрати, Вт, через огорожувальні конструкції розраховують за формулою:

$$Q_{огр} = \frac{F(t_{вн} - t_{зовн})(1 + \Sigma\beta)n}{R_o},$$

F – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м²;

t_{вн} – розрахункова температура повітря в приміщенні, °С;

t_з – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

β – додаткові тепловтрати, в частках від основних втрат;

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ОТ 01.08.08 ПЗ					47

$$\delta_{із} = (R_o - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{\delta_{зб}}{\lambda_{зб}}) \lambda_{із}.$$

Підставимо дані:

$$\delta_{із} = (4 - \frac{1}{0,7} - \frac{1}{0,9} - \frac{0,75}{0,41}) 0,053 = 0,105 \text{ м.}$$

Необхідна товщина теплоізоляції 105 мм, в продажу немає таких розмірів, пропонується взяти 100 мм.

В результаті тепловтрати через стіни будуть становити:

$$Q_{огр.ен} = 52883 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через стіни скоротяться вдвічі якщо впровадити цей захід.

Детальний розрахунок терміну окупності наведений в підрозділі 2.5.

Розрахунки втрат через інші огорожувальні конструкції, виконувались аналогічно.

Після проведення розрахунків термічних опорів і коефіцієнтів теплопередачі наявних огорожувальних конструкцій, були внесені данні до [6]. Підсумкові результати наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Значення термічних опорів R та коефіцієнтів теплопередачі U

Тип конструкції	A, м ²	U, Вт/(м ² ·К)	R _{Σпр} , м ² ·К/Вт	R _{норм} , м ² ·К/Вт
Зовнішні стіни	3643,97	0,50	1,99	4
Горишне перекриття	1342,92	1,65	0,61	6
Технічне підпілля	330,2	1,12	0,91	5
Світлопрозорі конструкції	1493,56	2,39	0,42	0,9
Двері	46,11	1,67	0,42	0,7

Отже, аналіз термічних опорів існуючих огорожувальних конструкцій досліджуваного об'єкта показав, що жодна з них не відповідає нормативним вимогам. Таким чином, необхідно впровадити заходи для підвищення термічного опору, щоб відповідати чинним нормам в Україні.

2.5 Розрахунок питомого енергоспоживання за допомогою програмного продукту «E-Audit»

Для розрахунку питомого енергоспоживання будівлі було використано програмне забезпечення «E-audit». Для цього в програму були введені такі данні: розміри будівлі, характеристика внутрішньої та зовнішньої температури, кількість людей, що перебувають у будівлі, наявне обладнання та були враховані матеріали з яких зроблені конструкції, кількість та розташування дверей та вікон.

На рисунках 2.20-2.21 продемонстровано приклад того, як вводились дані.

Фасад # 4 - сх S=2255.40, S стін=2233.38, S вікон=17.42, S дверей=4.60
Стіна

Орієнтація	Тип стіни	Кут затінення	Висота	Ширина				
сх	Стіна(U=0.500)		25,2	89,5				
Некондиціонований об. <input type="checkbox"/>								
Теплопровідні вклучення <input checked="" type="checkbox"/>		Коригуюча поправка <input checked="" type="checkbox"/>						
Конструкція	Елемент	Завіси	Засклений балкон/ лоджія/ Тамбур	H	W	Q	S	U
Вікно нове	Вікно	Білі завіси легкі	<input type="checkbox"/>			72	176.40	1.92
вікно старе	Вікно	Білі завіси легкі	<input type="checkbox"/>			34	83.30	4.72
Вікно нове	Вікно	Білі завіси легкі	<input type="checkbox"/>			74	255.30	1.89
вікно старе	Вікно	Білі завіси легкі	<input type="checkbox"/>			32	110.40	4.77
Вікно нове	Вікно	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>			18	28.80	1.97
Вікно нове	Вікно	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>			18	72.36	1.87
Двері вхідні	Двері	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>			1	3.15	1.67
Двері вхідні	Двері	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>			1	1.45	1.67

Рисунок 2.20 – Приклад задання фасаду будівлі

В розрахунках враховувався графік роботи системи ГВП, вітрозахист (розташування будівлі в центрі міста чи на окраїні, де швидкість вітру є вищою) в якому розташуванні будівлі було вибрано центр міста, тобто закритий простір та джерело постачання електричної енергії, в нашому випадку було обрано електричну енергію з мережі.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					50

Проект Гуртожиток КПІ №21

Загальні дані (внесення та редагування)

Загальна площа	Загальний об'єм	Опалювальна площа	Опалювальний об'єм
7185.00	36158.00	7185.00	36158.00
Поверхи	Кількість входів	Кількість Дітей	Кількість Дорослих
9	1	30	232
Рік	Формат виведення року		
1984	YYYY		

Фактичний опалювальний період

Рік періоду	Початок	Кінець
2023	20.10	08.04

	Кількість годин використання (робочих)	Графік роботи системи опалення	Графік роботи системи охолодження	Графік роботи системи ГВП	Графік роботи циркуляції системи ГВП
Пн	24.00	24.00		24.00	
Вт	24.00	24.00		24.00	
Ср	24.00	24.00		24.00	
Чт	24.00	24.00		24.00	
Пт	24.00	24.00		24.00	
Сб	24.00	24.00		24.00	
Нд	24.00	24.00		24.00	

Вітрозахист основи

Закритий простір (Центр міста)

Клас для внутрішньої теплоспоможності

Важкий (Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною 1.5-2 цеглини, із залізобетонними перекриттями)

Джерело постачання електричної енергії

Електрична енергія з мережі

Частка електроенергії, виробленої на місці (з відновлюваних джерел), %

Рисунок 2.21 – Приклад задання загальних даних до розрахунку

Також були занесені детальніші дані системи опалення (рис. 2.22), такі як: тип джерела, ефективність джерела, тепловий режим приміщення, і специфічні тепловтрати через зовнішні огороження.

Система опалення

% опалювальної площі	Тип джерела	Ефективність джерела, %
100	Централізоване	93
Енергоносій/послуга	Джерело теплозабезпечення	
Централізоване теплопостачання	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та Централізованого тепловог	
Тепловий режим приміщення	Ефективність нагрівальних поверхонь	
Постійний тепловий режим	Вільнообтічні нагрівальні поверхні (радіатори)	
Регулювання температури приміщення	Температурний напір (за температури повітря 20 °С)	
Відсутнє	60 К (наприклад, 90/70)	
Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження	Впливовий фактор	
Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни	вікно без радіаційного захисту	
Тип системи	Впливовий фактор	
Однотрубна (змінний гідравлічний режим)	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати зі стабілізацією температу	

Рисунок 2.22 – Параметри системи опалення гуртожитку

Занесенні данні для системи ГВП, охолодження та вентиляції на
рисунок 2.23-2.25.

Розрахункові витрати води для будівлі

Будівля житлова Нормативна питома річна енергопотреба ГВП, кВт·год/м² Ручний ввід питомої річної енергопотреби ГВП, кВт·год/м²

Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки 20

Система гарячого водопостачання #1

% енергопотреби ГВП Тип джерела Ефективність джерела, %

100 Централізоване 97

Енергоносій/послуга Джерело теплозабезпечення

Централізоване теплопостачання Централізоване теплопостачання з тепловпунктами квартирного типу

Тип системи ГВП Потужність насоса, кВт

Зі статично збалансованими циркуляційними стояками р

Рисунок 2.23 – Параметри системи ГВП

Система кондиціонування

% опалювальної площі Тип холодильної машини Ефективність машини, % %

100 Компресорна холодильна машини 225 240

Електрогенератор

Клас системи управління/регулювання Система охолодження Тип вентиляторів системи охолодження

B Пряме випаровування Кондиціонери повітря приміщення: блоки систе


 Редагувати

Рисунок 2.24 – Параметри системи охолодження

Об'ємна витрата повітря, м³/год.: 18440.580, Кратність: 0.510

Витрата повітря згідно ДБН В.2.5-67:2013, м³/год.: 10863.72, Кратність: 0.300

Кратність інфільтрацією 0.01

Природна вентиляція

кратність об'ємна витрата повітря, м³/год. нічне охолодження

0,5

Рисунок 2.25 – Параметри системи вентиляції

					ОТ 01.08.08 ПЗ	52
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Внесення даних у програму E-audit дозволило провести комплексний аналіз енергоспоживання будівлі, розрахувати питомі показники енергоспоживання та визначити клас енергоефективності.

Сумарна теплопередача трансмісією визначається за формулою:

$$Q_{tr} = H_{tr} (\theta_{int.set.H} - \theta_c) t, \quad (2.10)$$

де H_{tr} – загальний коефіцієнт теплопередачі через трансмісію;

$\theta_{int.set.H}$ – задана температура внутрішньої зони будівлі для опалення;

θ_c – середньомісячна зовнішня температура;

t – тривалість місяця.

Сумарна теплопередача вентиляцією обчислюється за формулою:

$$Q_{ve} = H_{ve} (\theta_{int.set.H,z} - \theta_e) t, \quad (2.11)$$

де H_{ve} – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією;

$\theta_{int.set.H}$ – задана температура внутрішньої зони будівлі для опалення;

θ_c – середньомісячна зовнішня температура;

t – тривалість місяця.

У таблиці 2.7 наведено розрахункові значення сумарних теплопередач.

Таблиця 2.7 – Розрахункові значення сумарних теплопередач

Місяць року	Параметр	
	$QH_{tr}, \text{кВт} \cdot \text{год}'$	$QH_{ve}, \text{кВт} \cdot \text{год}$
Січень	165226,27	55570,7688
Лютий	142590,466	51194,4492
Березень	127097,131	44189,3007
Квітень	26109,937	8539,12256
Травень	0	0
Червень	0	0
Липень	0	0
Серпень	0	0
Вересень	0	0
Жовтень	41085,3884	13847,4477
Листопад	117171,039	42068,0779
Грудень	150509,761	52329,435
Всього за рік	769789,993	267738,602

В результаті розрахунків, що показані в таблиця 2.8 – 2.9, було одержано питому енергопотребу та питоме енергоспоживання будівлі.

Таблиця 2.8 – Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт·год/м ²)	127,37	
Питоме енергоспоживання (кВт·год/м ²)	167,00	85,00
Питоме споживання первинної енергії (кВт·год/м ²)	281,64	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	54,98	

Таблиця 2.9 – Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік	
	Визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт·год	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі		
Енергоспоживання при опаленні	1153,31	160,52
Енергоспоживання при охолодженні	48,91	6,81
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	170,37	23,71
Енергоспоживання при вентиляції	0	0
Обсяг енергоспоживання при освітленні	72,21	10,05
УСЬОГО:	1444,8	201,09

Діаграма річного енергоспоживання будівлі



Рисунок. 2.26 – Діаграма річного енергоспоживання існуючої будівлі

На рисунку 2.27 представлена шкала класів енергоефективності будівлі розрахована за рахунок питомого енергоспоживання, виміряного в кВт·год/м² на рік. На основі цих даних, будівля отримала клас енергоефективності «G» зі значенням питомого енергоспоживання 181 кВт·год/м², що аж на чверть перевищує межу переходу на клас G.

Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питома енергоспоживання	
		кВт х год/м ²	
A		<42	<div style="font-size: 48px; font-weight: bold;">G</div> <div style="font-size: 24px;">2021</div>
B		<68	
C		≤85	
D		≤102	
E		≤114	
F		≤127	
G		>127	
		181	

Рисунок 2.27 – Питоме енергоспоживання будівлі

Для підвищення класу енергоефективності необхідно здійснити кілька заходів, спрямованих на зниження питомого енергоспоживання будівлі.

2.6 Заходи для підвищення рівня енергоефективності будівлі

Після проведення аналізу термічного опору було зрозуміло, що термічний опір всіх конструкцій не відповідає нормам, тому слід використати методи покращення цих показників.

2.6.1 Утеплення зовнішніх стін

Опір теплопередачі зовнішніх стін можна покращити утепливши фасади мінеральною ватою на основі базальтового волокна, покривши її зверху цементно-керамзитовим розчином, рекомендована товщина мінвати 100 мм, цього буде достатньо, щоб отримати нормативний опір передачі та не переплачувати, ще можна зауважити що рулони продаються певної товщини 50, 100, 150, 200, тож вибрати якийсь проміжний розмір не раціонально.

Це вирішить одразу декілька проблем: опір теплопередачі стін відповідатиме нормативним показникам, заощадження енергоресурсів за рахунок меншої потреби на опалення тієї ж площі, що заощадить кошти та позитивно вплине на екологію.

Утеплення фасадів необхідно проводити тільки з урахуванням будівельних норм. З вимогами до теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівель (ДБН В.2.6-3.1: 2006 «Теплова ізоляція будівель»).

За основу теплоізоляції була взята мінеральна вата на основі базальтового волокна з густиною $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$ та теплопровідністю $\lambda=0,047 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Вартість впровадження буде розрахована як добуток площ зовнішніх стін на вартість утеплення:

$$U_{з.ст.} = A \cdot Ц, \quad (2.13)$$

де A – площа зовнішніх стін, що утеплюються;

$Ц$ – ціна утеплення за площу.

Економія впровадження була розрахована програмою.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	56
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{з.ст.} = E_{з.ст.} \cdot T, \quad (2.14)$$

де E – економія від впровадження заходу;

T – тариф на теплову енергію: 1,4 грн/кВт·год.

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{ок} = \frac{K_{з.ст.}}{\Delta E_{з.ст.}}, \quad (2.15)$$

де K – вартість впровадження заходу;

ΔE – грошова економія від заходу.

Всі розрахунки занесені до табл. 2.10 Для інших заходів будем розраховувати аналогічно та результати занесемо до таблиць 2.10-2.16 відповідно



Рисунок 2.28 – Загальний вигляд мінеральної вати для утеплення стін

Таблиця 2.10 – Фінансовий розрахунок заходу з улаштування теплоізоляції зовнішніх стін

Назва заходу	Вартість впровадження заходу, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін	4154933	86140,0	198122	21

Ціна всіх матеріалів для утеплення: 2150650 грн;

Ціна монтажу теплоізоляції: 550 грн за м².

Монтажні роботи стін:

$$C = 550 \cdot 3643,97 = 2004183 \text{ грн}$$

Вартість утеплення стін буде коштувати:

$$C_{\Sigma} = 2004183 + 2150650 = 4154933 \text{ грн}$$

Аналогічно проводимо розрахунки інших заходів.

Навіть якщо термін окупності становить 21 рік, є вагомі причини для утеплення стін з низьким тепловим опором. По-перше, утеплення забезпечує стабільну внутрішню температуру, підвищуючи комфорт проживання. По-друге, утеплені стіни скорочують енергоспоживання для опалення, що зменшує витрати на енергоносії та допомагає знизити викиди парникових газів, сприяючи екологічній відповідальності. Також утеплення захищає будівлю від вологи та температурних перепадів, що подовжує її термін експлуатації і знижує витрати на ремонт. Крім того, зменшується ризик утворення конденсату та цвілі, що сприяє кращому мікроклімату в приміщенні. Зниження споживання від зовнішніх енергопостачальників може бути стратегічною перевагою. Хоча високі витрати на матеріали та роботи, а також тарифи на енергію можуть робити термін окупності довгим, але довгострокові переваги все одно виправдовують ці інвестиції.

2.6.2 Утеплення даху

На даний момент дах не має теплоізоляції. Пропонується утеплити його шаром ізолюючого матеріалу, що допоможе знизити теплопередачу. На теплоізоляцію треба покласти гідроізоляцію, щоб забезпечити захист від дощу, бо проникнення вологи всередину теплоізоляції може призвести до цвілі або грибка, і матеріал може втрати свої теплоізоляційних властивості.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	58
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

За основу теплоізоляції була взята мінеральна вата на основі базальтового волокна з густиною $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$ та теплопровідністю $\lambda=0,047 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, аналогічна до тієї, що запропонована для утеплення стін.

В таблиці 2.11 представлено фінансовий розрахунок заходів з влаштування тепло-гідроізоляції покриття. Згідно з цими даними, термін окупності складає 7,1 року, що є цілком прийнятним показником. Це свідчить про те, що інвестиції в утеплення і гідроізоляцію є економічно виправданими. Важливо також відзначити, що такі заходи не тільки покращують енергоефективність будівлі, знижуючи витрати на опалення, але й підвищують комфорт проживання за рахунок більш стабільної внутрішньої температури.

Таблиця 2.11– Фінансовий розрахунок заходу з влаштування тепло-гідроізоляції покриття

Назва заходу	Вартість впровадження заходу, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Влаштування тепло-гідроізоляції покриття	3584475	220632	507453,6	7,1

2.6.3 Заміна вікон

В будівлі гуртожитку наявні 166 дерев'яних вікон старого зразку, в яких термін експлуатації давно закінчився. Тому пропонується їх замінити на вікна з двокамерним склопакетом типу (4i-14Ar-4-14Ar-4i) з 40мм між склінням, (i) означає енергозберігаючу багатошарову плівка з іонів металу та працює в обидві сторони: вона відображає інфрачервоне випромінювання і з боку приміщення, і з боку вулиці. А це означає, що взимку такий склопакет буде захищати від холоду, а влітку — від перегріву. Ar – це означає простір між склінням наповнений аргоном, аргон не шкодить ні здоров'ю людини, ані

					ОТ 01.08.08 ПЗ	59
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

кімнатним рослинам, крім того не дає окислюватись металевому напиленні на склі, що продовжує термін служби енергозберігаючого покриття. Цей захід збільшить опір теплопередачі вікон в 5 разів в порівнянні з старими дерев'яними. Детальні данні по фінансовому розрахунку заходу неведені в таблиці 2.12.

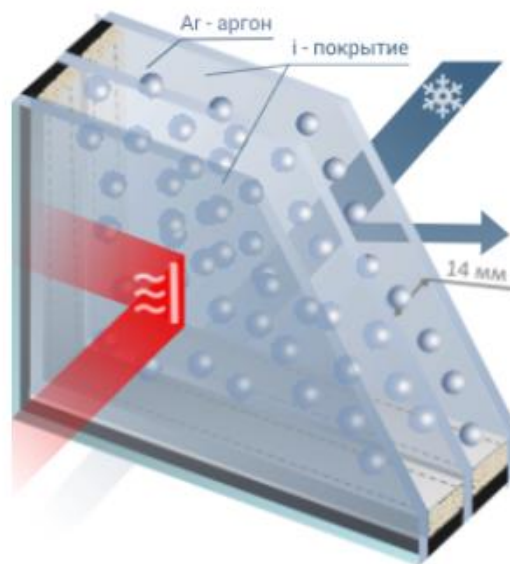


Рисунок 2.29 – Енергозберігаючі вікна рекомендовані до встановлення

Таблиця 2.12– Фінансовий розрахунок заходу з влаштування тепло-гідроізоляції покриття

Назва заходу	Вартість впровадження заходу, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Заміна віконних блоків	1366803	187079	430281	3,2

2.6.4 Впровадження системи енерго-моніторингу

Впровадження системи енерго-моніторингу та диспетчеризації дозволяє значно підвищити ефективність енергоспоживання, зменшуючи витрати та оптимізуючи використання ресурсів. Завдяки постійному моніторингу в

реальному часі, система забезпечує надійність роботи енергетичних систем, попереджаючи аварії та збої. Це також сприяє зниженню викидів парникових газів, що позитивно впливає на екологію. Крім того, система дозволяє детально аналізувати споживання енергії, виявляти та усувати неефективні процеси, забезпечуючи економічну та екологічну вигоду.

Детальніше про енерго-моніторинг будівлі наведено в розділі 4.

2.6.5 Модернізація внутрішньо-будинкової системи опалення

Пропонується провести балансування системи опалення, яке можна провести в декілька способів. В ІТП є частотний перетворювач на насоси, що дає змогу проводити комбіноване (кількісне та якісне) балансування системи з ІТП, цей захід не потребує грошових затрат, але і не дає змогу зменшити опалення кімнат, в яких ніхто не проживає, так як на даний момент заселено всього половину гуртожитку, це змогло б ще більше знизити витрати. Другий спосіб включає в себе можливість налаштування кожної батареї, але потребує додаткових грошових вкладень, а саме, 88000 гривень на закупку та монтаж балансувальних клапанів, що зробить період окупності 21 рік, що є дуже значним показником та економить всього 18900 кВт·год. Тому було прийнято рішення скористатись першим методом, що дозволить зекономити 47 тисяч гривень в рік. Тим більше в період війни та фінансової кризи, бажано використовувати кошти з бюджету з більш раціональним відношенням ціна-ефективність.

2.7 Результати впровадження заходів з енергозбереження

Впровадивши запропоновані заходи з енергозбереження, отримуємо значне зменшення енергоспоживання будівлі, з 181 до 90 кВт·год/м². Ця зміна дозволяє значно змінити клас енергоефективності, впровадивши заходи ми

					ОТ 01.08.08 ПЗ	61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

отримуємо клас ефективності D, коли до цього він був далеко за показниками G класу. Візуально зміну можна побачити на рисунку 2.30.









Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
	кВт x год/м ²		
	<42		 D 2021
	<68		
	≤85		
	≤102		
	≤114		
	≤127		
	>127		
Питоме споживання первинної енергії:		186	

Рисунок 2.30 – Зміна класу енергоефективності після впровадження заходів енергозбереження

В таблиці 2.13 порівняно опори теплопередач до та після впроваджених заходів. Значення опору теплопередачі не відповідає нормативному, але це реальна картина, щоб задовольнити нормативні вимоги необхідно величезні капіталовкладення, що можуть призвести до дуже довгого терміну окупності, тому були запропоновані найоптимальніші варіанти враховуючи складну фінансову ситуацію в країні, запропоновані заходи мають оптимальне відношення ціна-якість.

Додатково можна побачити зміну відношення витрат на енергоспоживання будівлі в порівнянні з станом до впровадження ЕЗ, це все наведено на рисунку 2.31.

Таблиця 2.15 – Характеристики огорожувальних конструкцій після запровадження ЗЕЗ.

Конструкція		Матеріал	Густина	Товщина	Коефіцієнт теплопередачі	Опір теплопередачі
			кг/м ³	мм	Вт/(м*к)	м ² К/Вт
Зовнішні стіни		Керамзитобетон на керамзитовому піску	1000	750	0,41	1,829
		Штукатурка: розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	10	0,87	0,012
		Мінеральна вата на основі базальтового волокна	200	100	0,053	1,878
Суміщене покриття		Залізобетон	2500	220	2,04	0,108
		Розчин вапняно-піщаний	1600	12	0,81	0,015
		Керамічна плитка для підлоги	2000	7	1,1	0,006
Горищне перекриття		Мінеральна вата на основі базальтового волокна	40	200	0,045	4,444
		Залізобетон	2500	220	2,04	0,108
		Гравій шлаковий	300	30	0,13	0,231
Технічне підпілля	Перекриття	Бітумно-поткрівельний гідроізоляційний метеріал	1200	15	0,22	0,068
		Залізобетон	2500	220	2,04	0,108
		Розчин вапняно-піщаний	1600	12	0,81	0,015
		Керамічна плитка для підлоги	2000	7	1,1	0,006
	Стіна	Бетон на гравії з природного каменю	2400	700	1,86	0,147
	Підлога	Відсутнє покриття				
Двері вхідні		Деревина листяних порід, 100мм				0,597
Світлопрозорі конструкції	Двері балконні	ПВХ рама (2 камери), склопакет 4-12-4				0,388
	Вікна замінені	ПВХ рама (2 камери), склопакет 4-12-4				0,527
	Вікна нові	ПВХ рама (2 камери), склопакет 4i-14Ag-4-14Ag-4i				1,016

До ЕЗ

Діаграма річного енергоспоживання будівлі



Після ЕЗ

Діаграма річного енергоспоживання будівлі



Рисунок 2.31 – Діаграми енергоспоживання до та після ЕЗ

Висновки до розділу 2

Провівши обстеження та виконавши аналіз стану огорожувальних конструкцій, опалювальної системи та ІТП, були сформовані заходи для зменшення втрат теплоти через огорожувальні конструкції та рекомендації щодо обліку енерговитрат.

При розрахунках заходів були враховані наявні показники, такі як опір теплопередачі, тепловтрати будівлі та нормативні показники за ДБН В.2.6-31:2021 (Теплова ізоляція та енергоефективність будівель). Додатково враховувались раціональність впровадження заходів, зважаючи на терміни окупності та кошти. У зв'язку з війною та фінансовою кризою отримати достатньо коштів для забезпечення найкращого класу енергоефективності не є можливим.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта

Електропостачання гуртожитку забезпечується централізовано з міської електромережі, а саме від Київської ТЕЦ-5.

Живлення електричною енергією даної будівлі здійснюється від окремої трансформаторної підстанції ТП-3923, що знаходиться біля гуртожитку, двома кабельними лініями низької напруги типу ААБ 3×70 та ААБ 1×25 від відповідних секцій ТП. Зовнішній вигляд трансформаторної підстанції зображений на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд трансформаторної підстанції ТП-3923

Електропостачання будівлі організовано через два окремі ввідні кабелі низької напруги, які підключені до головного ввідного розподільчого щита (ГРЩ). Перший ввід живить ліфти через окремий лічильник, другий ввід

					ОТ 01 08 08 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколенко М.Р.			Електротехнічна частина	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Шкляр В.І.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дубровська В.В.				НН ІАТЕ, ОТ-01		
Затвер.								

живить освітлення та інші електричні пристрої будівлі через інший лічильник. Це дозволяє окремо обліковувати електроенергію, споживану ліфтами, та рештою будівлі.

Трансформаторна підстанція ТП-3923 обладнана двома трансформаторами, які працюють у режимі резервування один одного. Це означає, що у разі виходу з ладу одного трансформатора, інший автоматично бере на себе його навантаження, забезпечуючи безперебійне постачання електроенергії.

Обидва ввідні кабелі прокладено під землею від трансформаторної підстанції до ГРЩ, де підключаються до ввідних вимикачів. У разі аварії або збоїв на одному з ввідних кабелів, система автоматично перемикається на резервний кабель, що дозволяє забезпечити безперебійне постачання електроенергії для критичних систем, таких як ліфти.

Ця система електропостачання забезпечує гнучкість і надійність, дозволяючи підтримувати безперервне функціонування важливих систем будівлі навіть у випадку аварійних ситуацій. Вона також дає можливість розподіляти навантаження між різними джерелами живлення, що сприяє більш ефективному використанню електроенергії.

3.2 Характеристики електрощитової

В будівлі наявна електрощитова для розподілу електроенергії та її обліку. Знаходиться вона в закритому приміщенні до якого є доступ тільки у електрика.

Електрощитова наведена на рисунку 3.2. В ній розміщені два лічильники, перший лічильник веде облік витрати енергії на ліфти, другий на освітлення та інші електричні пристрої будівлі (рис 3.3).

					ОТ 01.08.08 ПЗ	67
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд електрощитової

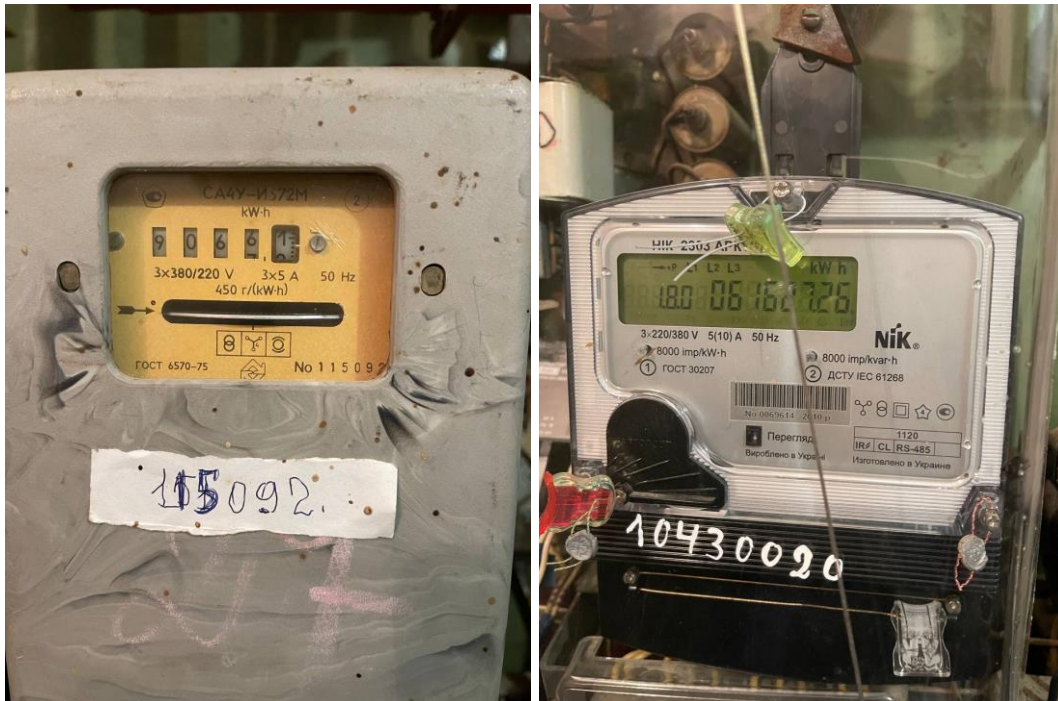


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд лічильників

Лічильником на ліфти є СА4У-ИЗ72М, має клас точності 2, призначений для вимірювання споживаної електроенергії. Він працює при номінальній напрузі 380 В та номінальному струмі 5 А (максимальний струм - 10 А), з порогом чутливості 0,5% від номінального струму. Цей лічильник підходить для використання в широкому діапазоні температур від -20 до +55 °С, має невеликі габаритні розміри 282x173x127 мм та низьку масу 3 кг, що робить його

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
					01.08.08 ПЗ	68

3.4 Характеристика основних споживачів електроенергії на об'єкт

Під час енергетичного обстеження гуртожитку виявлено, що основні споживачі електроенергії можна умовно розділити на наступні групи: освітлення, ліфтові установки та побутові прилади.

Для визначення загального споживання електроенергії одним споживачем необхідно виконати наступні розрахунки:

$$W_{\Sigma} = N \cdot P \cdot \tau,$$

де N – кількість одиниць обладнання з однаковою встановленою потужністю, шт.;

P – встановлена потужність одиниці обладнання, Вт;

τ – тривалість роботи обладнання, год на день.

Результати розрахунків занесені до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики споживачів електричної енергії

Споживач електроенергії	Встановлена потужність, кВт	Кількість обладнання, шт.	Сумарна потужність, кВт	Час роботи, год	Кількість витраченої енергії в день, кВт
Освітлення					
Лампи в коридорі	0,04	126	5,04	24	120,96
Лампи на сходових прогонах	0,04	18	0,72	18	12,96
Лампи в кімнатах	0,02	330	6,6	10	66
Ліфтові установки					
Пасажи́рський ліфт	5	2	10	24	240
Побутові прилади					
Роутер	0,01	235	2,35	24	56,4
Холодильник	0,1	208	20,8	24	499,2
Електричний чайник	1,5	213	319,5	0,3	95,85
Комп'ютер	0,55	250	137,5	6	825
Мікрохвильова піч	0,7	150	105	0,4	42

Як бачимо з таблиці найбільше електроенергії в день витрачається на комп'ютери та холодильники.

Групою з найбільшою витратою електроенергії виявились побутові прилади, вони займають близько 80% витрат на електроенергію будівлі і складають 1518,45 кВт на добу, на другому місці за витратами йдуть ліфтові установки та останнє освітлення.

3.5 Розрахунок електричних навантажень об'єкту

Проведемо розрахунок електричного навантаження, розберемо обчислення на прикладі комп'ютера, яких у гуртожитку наявно 250 шт:

- номінальна потужність $P_H = 0,55$ кВт ;
- коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,75$;
- коефіцієнт реактивної потужності $\operatorname{tg} \varphi = 0,70$;
- коефіцієнт використання активної потужності $K_e = 0,3$.

Проміжну активну потужність, кВт, визначаємо за формулою:

$$P_{ni} = P_{\Sigma} \cdot K_{ei} ,$$

де K_{ei} – коефіцієнт використання встановленої потужності.

Підставимо відповідні значення у формулу:

$$P_{ni} = 137,5 \cdot 0,73 = 1,28 \text{ кВт} .$$

Проміжна реактивна потужність, визначається за формулою:

$$Q_{ni} = P_{ni} \cdot \operatorname{tg} \varphi ,$$

де: $\operatorname{tg} \varphi_i$ – коефіцієнт реактивної потужності.

Підставимо відповідні значення у формулу:

$$Q_{ni} = 1,28 \cdot 0,3 = 0,384 \text{ квар} .$$

Знайдемо ефективну кількість споживачів за формулою:

					ОТ 01.08.08 ПЗ	71
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{p.e} = \frac{2 \sum_{i=1}^6 P_{n\Sigma i}}{P_{n.max}}$$

$$n_{p.e} = \frac{2 \cdot 137,5}{0,55} = 500.$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження, кВт, за формулою:

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^5 P_{ni}.$$

Підставимо значення в формулу:

$$P_p = 0,73 \cdot 137,5 = 100,38 \text{ кВт}.$$

Розрахунки для інших споживачів розраховані аналогічно. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок електричних навантажень

Споживач електроенергії	Кв	cosφ	tg φ	Pr кВт	Qni квар
Освітлення					
Лампи в коридорі	0,87	0,93	0,40	4,38	1,87
Лампи на сходових прольотах	0,87	0,90	0,37	0,63	0,24
Лампи в кімнатах	0,87	0,95	0,33	5,74	2,07
Ліфтові установки					
Пасажирський ліфт	0,67	0,75	0,43	6,70	3,23
Побутові прилади					
Роутер	0,70	0,80	0,74	1,65	1,39
Холодильник	0,90	0,85	0,67	18,72	11,85
Електричний чайник	0,02	0,81	0,61	6,39	157,86
Комп'ютер	0,30	0,75	0,70	41,25	72,19
Мікрохвильова піч	0,24	0,95	0,30	25,20	29,93
Всього				110,66	

Питоме навантаження для гуртожитків визначається як 0,2 кВт на одне місце. Для гуртожитку з 559 місцями це дає загальне навантаження 118,8 кВт. Проте фактична розрахована активна потужність становить 110,66 кВт, що підтверджує точність попередніх розрахунків, враховуючи додаткові фактори.

3.6 Заходи з енергозбереження та енергоефективності

Заходи з енергозбереження та енергоефективності у житлових будинках є надзвичайно важливими з кількох причин. По-перше, вони сприяють зменшенню витрат на оплату комунальних послуг, що дозволяє спрямувати зекономлені кошти на поліпшення житлових умов та оновлення будинкової інфраструктури. По-друге, зниження споживання електроенергії сприяє охороні навколишнього середовища, зменшуючи викиди парникових газів та інші негативні екологічні наслідки. Третім важливим аспектом є підвищення надійності електричних систем, що зменшує ризик аварійних ситуацій та забезпечує стабільне електропостачання. Окрім того, впровадження енергоефективних заходів виховує у мешканців свідоме та відповідальне ставлення до використання енергоресурсів. В результаті, такі заходи не лише сприяють економічним заощадженням та екологічній стійкості, а й покращують якість життя мешканців.

Так як в гуртожитку затрата на електроенергію не є основним чинником витрат, пропонується не витрачати великі кошти і встановити досить недорогу систему датчиків руху/присутності в коридорах та сходових прольотах.

Встановлення датчиків руху та присутності в коридорах та сходових клітках є важливим заходом для підвищення енергоефективності будівлі. По-перше, ці датчики автоматично вмикають освітлення тільки тоді, коли в зоні дії перебувають люди, і вимикають його після того, як люди покидають цю зону. Це дозволяє значно знизити витрати електроенергії, оскільки світло не горить без потреби.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	73
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таке рішення допомагає вирішити проблему нераціонального використання електроенергії, особливо в загальних приміщеннях, де освітлення часто залишається ввімкненим навіть при відсутності людей. Зменшення споживання електроенергії не лише економить кошти на оплату комунальних послуг, але й сприяє зниженню викидів парникових газів, оскільки зменшується навантаження на електромережу та електростанції.

Крім економії, встановлення датчиків руху та присутності підвищує комфорт і безпеку мешканців, забезпечуючи автоматичне освітлення в темних зонах, коли це необхідно. Таким чином, це просте, але ефективне рішення, яке сприяє економії енергоресурсів, зменшенню витрат та покращенню умов проживання в будівлі.

Пропонується встановити 8 датчиків на кожному поверсі гуртожитку по 6 на коридори та по одному на кожен сходовий проліт. Обираємо інфрачервоний датчик ДР-07 [5], призначений для автоматичного увімкнення та вимкнення навантаження у заданому часовому інтервалі в залежності від рівня освітленості та присутності рухомих об'єктів у зоні детектування. З регулюванням ступеня освітлення LUX. Ціна такого датчика 310 грн. На об'єкті датчик буде працювати цілодобово. Зовнішній вигляд датчика представлено на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Інфрачервоний датчик ДР-07

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ОТ 01.08.08 ПЗ	74

Економію, яку ми можемо отримати встановивши датчик, розрахуємо за наступною формулою:

$$W = P_{заг} \cdot (\tau - \tau_{рег.}) \cdot 0,85 ,$$

де $P_{заг}$ – загальна потужність світильників в коридорах та на сходах;

$\tau_{рег.}$ – час роботи, год/рік, освітлення після встановлення датчиків;

0,85 – коефіцієнт, який враховує витрату електроенергії на роботу датчиків та ПРА.

$$W = 5,01 \cdot (5110 - 1000) \cdot 0,85 = 17502,44 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} .$$

Річна економія становитиме:

$$E = 17502,44 \cdot 2,64 = 46206,44 \text{ грн} .$$

Ціна цього заходу буде:

$$Ц = (310 + 200) \cdot 8 \cdot 9 = 36720 \text{ грн} .$$

- 200грн ціна монтажу датчика.

Таблиця 3.4 – Фінансовий розрахунок заходу

Назва заходу	Вартість впровадження заходу, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Встановлення датчиків руху	36720	17504,44	46206,44	0,8

Висновки до розділу 3

У цьому розділі було систематизовано початкові дані та проведено докладний аналіз системи електропостачання об'єкту. В результаті аналізу споживачів електроенергії було виявлено, що основна частина витрат припадає на побутові прилади, зокрема комп'ютери та холодильники, які споживають відповідно 825 та 500 кВт на день.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	75
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Після проведеного комплексного аналізу було запропоновано захід, спрямований на підвищення ефективності використання електричної енергії, а саме - встановлення датчиків руху. Це дозволить щорічно заощаджувати 46000 грн на оптимізації використання освітлення. Результати економічних розрахунків представлені в таблиці 3.4.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	76
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Аналіз поточного стану служби енергетичного менеджменту на об'єкті

На сьогоднішній день функції енергоменеджменту та моніторингу будівель виконує «Служба енергоменеджменту та екології КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Головною метою діяльності Служби енергоменеджменту та екології КПІ ім. Ігоря Сікорського є скорочення витрат Університету на паливно-енергетичні та інші ресурси шляхом підготовки, консультування, проведення організаційних і технічних заходів з енергозбереження.

На початку кожного року Служба енергоменеджменту та екології розробляє та подає на затвердження керівництву Університету ліміти на енерго- та водоспоживання для будівель і підрозділів.

Співробітники Служби надають головному енергоменеджеру інформацію з удосконалення обліку енергоносіїв та пропозиції для підвищення ефективності енергоспоживання Університету.

4.2 Опис організаційної структури управління енерговикористання

Служба енергоменеджменту виконує багато завдань для зниження споживання та підвищення енергоефективності використання енергії будівлях КПІ.

					ОТ 01 08 08 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколенко М.Р.</i>			Енергоменеджмент та моніторинг	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дубровська В.В.</i>						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-01		

Головними напрямки діяльності Служби енергоменеджменту є:

- Організація взаємодії університету з питань тарифної політики, обліку спожитих енергоресурсів з «Київенерго», «Київводоканалом» та іншими енергопостачальними організаціями.
- Визначення програми інвестування для зниження енергоспоживання і забруднення навколишнього середовища.
- Організація робіт щодо завершення створення автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів в університеті.
- Активна участь у створенні та впровадженні в життя енергетичної політики університету.
- Впровадження економічно ефективних шляхів забезпечення системи управління енергоспоживанням з урахуванням екологічних аспектів.
- Надання в комісію з енергозбереження пропозицій щодо тактики та стратегії енергозбереження в університеті і підвищення активності по управлінню енерговитратами в підрозділах і в університеті в цілому.
- Аналіз, систематизація і ведення бази даних про енергоспоживання і втрати у системах енергопостачання університету.
- Упорядкування енергетичних балансів по всіх енергоносіях і воді, надання відповідної звітної інформації керівництву університету, відповідальному за енергоспоживання в підрозділах, ректору університету.
- Організація взаємодії на паритетних засадах з господарчими службами університету (службами головного інженера, головного енергетика, головного механіка тощо) щодо ефективного енергоресурсовикористання.
- Впровадження і підтримка належного рівня ефективної й екологічно сприятливої політики закупівлі і використання енергоресурсів.
- Визначення доцільних, з економічної точки зору, шляхів для підвищення енергоефективності – як для нових, так і для вже існуючих підрозділів, будинків, приміщень університету.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ОТ 01.08.08 ПЗ	78

- Контроль витрат коштів, що виділені на забезпечення служби енергоменеджменту.

Всі ці заходи виконуються щоб структуровано підійти до питання обліку та покращення енергоефективності будівлі.

На схемі (рис. 4.1) зображено цикл енергоменеджменту, який застосовується для оптимізації споживання енергетичних ресурсів та зниження витрат на енергію, який використовується службою енергоменеджменту. Ця система дозволяє досягати стабільного підвищення енергоефективності за допомогою кількох етапів.

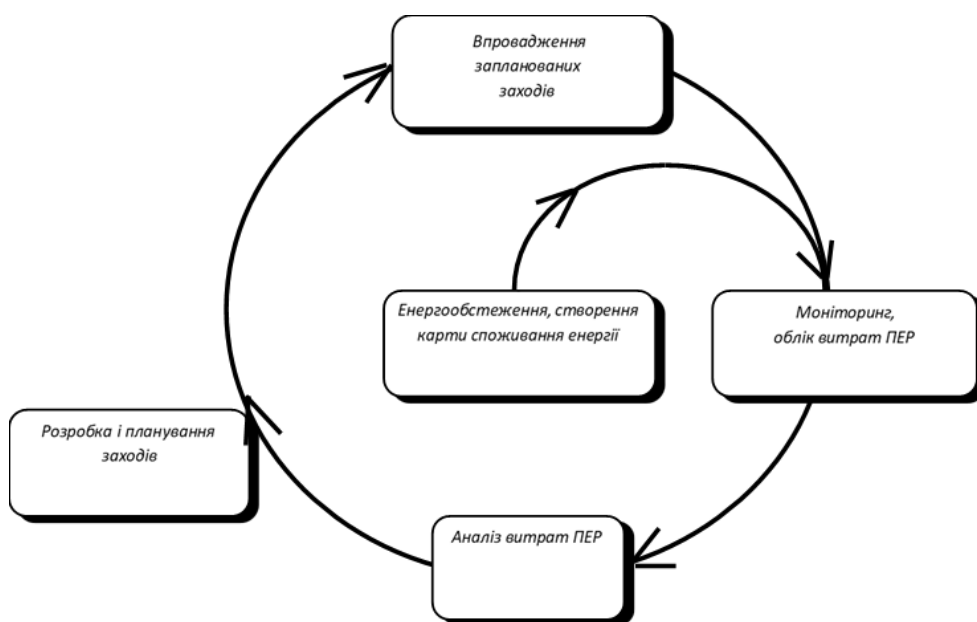


Рисунок 4.1 – Цикл енергоменеджменту

1. Розробка і планування заходів. Першим кроком є створення та планування заходів, спрямованих на підвищення ефективності енергоспоживання. Це включає визначення цілей, стратегій та дій, які допоможуть покращити енергоефективність гуртожитку.

2. Енергообстеження, створення карти споживання енергії. На цьому етапі проводиться детальний енергоаудит, що включає аналіз поточного

споживання енергії. Крім того, створюється карта споживання енергії, яка допомагає визначити ключові зони витрат та потенційні місця для економії.

3. Моніторинг, облік витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Постійний моніторинг і облік споживання ПЕР дозволяє контролювати виконання плану та вчасно виявляти відхилення від запланованих показників. Це критично важливо для забезпечення відповідності заходів реальним потребам і умовам.

4. Аналіз витрат ПЕР. Після збору даних проводиться їх аналіз, щоб оцінити ефективність використання енергетичних ресурсів. Це дозволяє виявити можливі невідповідності або області, які потребують покращення.

5. Впровадження запланованих заходів. Завершальний етап циклу передбачає реалізацію розроблених та запланованих заходів. Це може включати модернізацію обладнання, впровадження нових технологій або оптимізацію існуючих процесів.

Висновки до розділу 4

Проведення енергоаудиту та організація ефективного моніторингу споживання енергетичних ресурсів є ключовими етапами в системі енергоменеджменту, що використовується в 21 гуртожитку КПП. Ця система забезпечує структурований підхід до зниження енергоспоживання та покращення енергоефективності, що зменшує витрати університету на паливно-енергетичні ресурси.

Ефективне планування заходів, проведення енергоаудиту та створення карти споживання енергії дозволяють виявити ключові зони витрат і визначити місця для економії. Постійний моніторинг і облік витрат ПЕР забезпечують контроль за виконанням плану та своєчасне виявлення відхилень.

Аналіз витрат ПЕР та впровадження запланованих заходів сприяють ефективному використанню енергетичних ресурсів. Модернізація обладнання

					ОТ 01.08.08 ПЗ	80
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

та впровадження нових технологій допомагають підвищити енергоефективність.

Таким чином, система енергоменеджменту сприяє зниженню витрат на енергію та покращує ефективність використання ресурсів. Служба енергоменеджменту та екології КПІ ім. Ігоря Сікорського ефективно виконує свої завдання, забезпечуючи сталий розвиток та екологічну відповідальність університету.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	81
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ГУРТОЖИТКУ

5.1 Загальна характеристика об'єкта

Будівля гуртожитку №21 КПІ є місцем проживання для аспірантів та сімейних студентів. Особливості будови сімейного гуртожитку полягає в виділенні під сім'ю повноцінного приміщення квартирного типу, з кухнею, спальнею та санвузлом, на відміну від гуртожитків іншого типу, де санвузол та кухня є спільними для декількох, або десятків кімнат. Кожна квартира має по дві батареї під вікнами.

Для забезпечення комфортних умов перебування у гуртожитку необхідно дотримуватися вимог щодо нормативної температури в приміщенні. Згідно з санітарними нормами [1], у кімнатах гуртожитків сімейного типу повинна підтримуватися наступна температура:

Житлові кімнати: 18-22 °С.

Кухні: 18-20 °С.

Ванни та санвузли: 24-26 °С.

Коридори та інші спільні приміщення: 16-18 °С.

На даний момент не можливо створити регуляцію комфортних умов, так як відсутні балансувальні клапани на батареях, які дозволяють це зробити.

Враховуючи вищевказане пропонується встановити данні пристрої регулювання подачі гарячої води на опалення приміщень, щоб забезпечити здоров'я та комфорт студентів, які проживають та навчаються у гуртожитку.

					ОТ 01.08.08 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколенко М.Р.</i>			Охорона праці та пожежна безпека	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Третьякова Л.Д.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дубровська В.В.</i>						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-01		



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд балансувального клапану

Принцип роботи балансувального клапану полягає в регулюванні маховика клапана, що дозволяє плавно змінити розмір прохідного перерізу. За рахунок цього змінюється перепад тиску на клапані, а отже, змінюється і витрата на тій ділянці трубопроводу, де встановлений клапан. За допомогою такого балансування системи опалення можна досягти її найефективнішої роботи, домогтися зниження витрат на енергоресурси та обслуговування в процесі експлуатації. Зовнішній вигляд балансувального клапану зображений на рисунку 5.1.

Після налаштування витрати теплоносія, що транспортується, за допомогою балансувального клапана можна досягти оптимального рівня теплоти в кожному приміщенні.

5.2 Аналіз умов праці під час монтажу під час встановлення балансувальних клапанів

Щоб виконати монтаж даного обладнання потрібно виконати підготовчі роботи, а саме:

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ОТ 01.08.08 ПЗ	83

1. Вимкнути систему опалення та дочекатись, поки вона охолоне.
 2. Злити воду з системи, щоб запобігти витіканню під час монтажу.
- Ці дії виконує людина відповідальна за систему опалення в будівлі.

Монтаж балансувального клапана включає декілька основних етапів. Спочатку визначають місце встановлення клапана на зворотному трубопроводі кожного радіатора або на основних відгалуженнях системи. Після відключення системи опалення та зливу води, технічний персонал, зокрема сантехніки або спеціалісти з обслуговування систем опалення, відрізають необхідний відрізок труби. Потім вони очищують кінці труб та встановлюють фітинги, забезпечуючи герметичність з'єднань за допомогою ущільнювальних матеріалів. Далі балансувальний клапан під'єднується до труб, з використанням ключів для затягування з'єднань.

Наступним кроком є заповнення системи опалення водою та дегазація, щоб видалити повітря з системи, після чого клапани можуть бути додатково налаштовані для забезпечення оптимального розподілу теплоти в приміщеннях. Це зазвичай включає встановлення балансу відповідно до рекомендацій виробника та специфічних потреб системи опалення.

Під час монтажу важливо дотримуватися заходів безпеки, щоб запобігти травмам та аварійним ситуаціям. Персонал повинен носити захисні рукавиці та окуляри для запобігання порізів і ушкодження очей [2]. Для перевірки герметичності з'єднань проводиться тестування системи на витіки. У випадку виявлення протікань, з'єднання додатково підтягнуть або перевірять ущільнювальні матеріали. Регулярне технічне обслуговування та належне навчання персоналу допоможуть підтримувати ефективну та безпечну роботу системи опалення.

Установка балансувального клапана виконується кваліфікованими монтажниками-вентиляційниками або технічними спеціалістами зі знаннями вентиляційних систем та гідравліки. Вони повинні мати середній рівень підготовки. Працівники повинні бути не молодші 18 років.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	84
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час відпилювання труб утворюється пил, який також потрібно контролювати за допомогою організаційних або технічних заходів.

Працівники повинні використовувати відповідний захисний одяг та дотримуватися правил безпечної експлуатації електрообладнання для забезпечення своєї безпеки під час роботи.

Загалом, встановлення балансувальних клапанів вимагає від працівників уважності, обережності та використання необхідного захисту для запобігання нещасним випадкам та збереження здоров'я.

5.4 Вибір техніко-організаційних заходів і засобів індивідуального захисту для запобігання впливу на працівників шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Перед проведенням робіт необхідно провести цільовий інструктаж з техніки безпеки та повідомити про можливі небезпеки. Робітники повинні бути повністю забезпечені засобами індивідуального захисту.

Нинішній рівень освітлення робочої для працівників не відповідає нормативним вимогам (200 люкс), що негативно впливає на здоров'я та продуктивність персоналу.

Освітлення в робочих приміщеннях має бути організоване так, щоб забезпечити належний рівень видимості для персоналу без перешкод. Згідно з нормами, освітленість робочих зон повинна становити не менше 200 люкс (лк) [4].

Розрахунок рівня освітленості для робочої зони:

1. Визначення площі робочої зони:
 - Наприклад, площа робочої зони становить 10 м².
2. Розрахунок необхідної світлової потужності:
 - Освітленість визначається за формулою:

					ОТ 01.08.08 ПЗ	86
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{\Phi}{A},$$

де E — освітленість (лк), Φ — світловий потік (люмен), A — площа (м^2).

3. Необхідний світловий потік:

Перемножуючи площу на необхідну освітленість визначаємо потрібний світловий потік:

$$\Phi_{\text{заг}} = E \cdot A$$

Підставляємо значення:

$$\Phi_{\text{заг}} = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ лм.}$$

4. Вибір світильників:

- Візьмемо два світильники з світловим потоком 1000 лм кожен.
- Кількість світильників розрахуємо за формулою:

$$N = \frac{\Phi_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{св}}} = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ шт.}$$

де $\Phi_{\text{св}}$ — світловий потік одного світильника.

Для досягнення необхідної освітленості слід встановити 2 додаткових світильника з потужністю 1000 люмен кожен. Приклад такого світильника наведений на рисунку 5.2. Це забезпечить комфортні та безпечні умови для роботи, підвищуючи ефективність працівників.



Рисунок 5.2 – Світильник для майстерні 1000 лм YATO YT-08510

					ОТ 01.08.08 ПЗ	87
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту від пилу, працівники повинні використовувати захисні окуляри та протипилові респіратори. Це необхідно для забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт.

В таблиці 5.2 наведені засоби індивідуального захисту необхідні працівникам для проведення монтажних робіт з установки балансувальних клапанів.

Таблиця 5.2 – Засоби індивідуального захисту

Тип захисту	Призначення	Технічні характеристики	Документація
костюм робочий М-131	ЗІЗ для тіла	3 Ми	ДСТУ EN 1149-1-2003
рукавиці від механічного впливу	ЗІЗ рук	ПВХ-покриттям	ДСТУ EN 388:2005
ударостійкі пластикові окуляри	ЗІЗ очей	захист від металевих іскор	ДСТУ EN 166-2001, ДСТУ EN 175-2001
респіратори протипилові	ЗІЗОД	FFP3 ,FS 33 V	ДСТУ EN 149:2003
беруші протишумові	ЗІЗ органів слуху	ефективність шумозаглушення - 25 дБа	ДСТУ EN 352-2-2002

Висновок до розділу 5

Провівши аналіз безпеки рекомендованого заходу покращення системи опалення, а саме «встановлення балансувальних клапанів», були визначені чинники що можуть негативно вплинути на здоров'я працівників, такими чинниками є:

					ОТ 01.08.08 ПЗ	88
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Пил та дим, що утворюється при різці труб. Необхідно використовувати протипилові респіратори.
- Поранення при використанні обладнання. Для запобігання, необхідно проведення інструктажів по користуванню приладів, необхідних для робіт.
- Шум при виконанні робіт кутовою шліф. машиною. Робітники мають використовувати протишумові беруші.
- Перед проведенням монтажних робіт необхідно відключити систему опалення та злити всю воду, щоб уникнути можливості опіків під час проведення робіт.
- Суворо дотримуватися правил безпечної експлуатації електроустановок.
- Забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту та використовувати їх належним чином.

Перед початком роботи варто підготувати робочий одяг, налаштувати робоче місце, перевірити справність робочого інструмента та переконатись в безпеці подальших дій.

Всіх вище перерахованих дій буде достатньо, щоб забезпечити працівникам комфортні та безпечні умови праці.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	89
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Виконуючи дипломний проект, було проведено енергетичний аудит гуртожитку №21 НТУУ КПІ в м. Києві. Завданням було підвищення рівня енергоефективності будівлі та впровадження комплексу енергозберігаючих заходів для покращення теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі та підвищення ефективності інженерних систем.

Під час енергетичного огляду гуртожитку була зібрана необхідна інформація. На основі отриманих даних було проаналізовано поточний стан будівлі та її інженерних систем, а також ефективність використання теплової та електричної енергії на об'єкті. Проведений теплотехнічний розрахунок виявив, що стан огорожувальних конструкцій потребує поліпшення. Виявлено, що найбільші втрати теплоти відбуваються через зовнішні стіни.

На основі аналізу отриманих даних було створено модель у програмному продукті E-Audit, розробленому згідно з ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Оцінивши стан огорожувальних конструкцій будівлі, були запропоновані наступні заходи з підвищення енергоефективності:

- Утеплення зовнішніх стін;
- Часткова заміна світлопрозорих конструкцій;
- Утеплення даху;
- Балансування системи опалення.
- Для зменшення споживання електричної енергії були запропоновані такі заходи:
- Встановлення датчиків руху.

Результатом детального аналізу досліджуваного об'єкту є розроблені заходи, спрямовані на зниження нераціонального використання енергії. Запропоновані заходи дозволяють підвищити клас енергоефективності будівлі з «G» до «D», що, хоча і не відповідає мінімальним вимогам щодо класу

					ОТ 01.08.08 ПЗ	90
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоефективності будівель, все ж сприяє значному зменшенню енергоспоживання та економії енергоресурсів, що, у свою чергу, дозволяє заощаджувати фінанси.

					ОТ 01.08.08 ПЗ	91
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

