

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
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 № 1 КПІ ім. Ігоря Сікорського

Виконала: студентка - IV курсу, групи ОТ - 01

_____ Горохова Анастасія Іванівна _____
(підпис)

Керівник _____ к.т.н., доцент Білоус І.Ю.

Консультант:

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

Нормоконтроль _____ к.т.н., доцент, Володимир ВІНОГРАДОВ-С _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент _____ к.т.н., доц, доц. кафедри ІЕЕ Олена БОРИЧЕНКО _____
(вчена ступінь та звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Київ – 2024 року

**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

Гороховій Анастасії Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку № 1 КПІ ім. Ігоря Сікорського

керівник проєкту _____ к.т.н., доцент Білоус І.Ю.,
(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 -5934 м²
Споживання енергоресурсів за 2019-2021 роки, опис об'єкту, креслення
першого поверху будівлі, схеми електропостачання та ІТП, технічний паспорт

4. Зміст пояснювальної записки:

а) основна частина:

- теплотехнічна: загальна характеристика огорожувальних конструкцій, висновки з обстеження, розрахунок тепловтрат та теплонадходжень, утеплення стін, заміна вікон, утеплення даху, утеплення підлоги, встановлення вентиляційної системи

- електротехнічна: : аналіз споживання електроенергії, розподіл та характеристика груп споживачів електроенергії, повірочний розрахунок

електричних навантажень, заміна ламп розжарювання, встановлення датчиків руху, встановлення ФЕС.

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 освітлення, 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 проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	<i>Третьякова Л.Д., професор</i>		
Нормоконтроль	<i>Виноградов-С В.О., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	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)

Анастасія ГОРОХОВА

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проекту

_____ (підпис)

Інна БІЛОУС

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

на тему: *Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку №1
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

Київ – 2024 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту Підвищення рівня енергетичної ефективності гуртожитку №1 НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» складається з 5 розділів, пояснювальна записка містить 89 сторінок основного тексту. Основний текст дипломної роботи містить 38 рисунків, 32 таблиць та 18 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 енергії

Ключові слова: енергозбереження, теплоізоляційних, оболонка будівлі, економія, заходи, тепла енергія, електрична енергія, водопостачання, аудит, енергоспоживання.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project “Increasing the level of energy efficiency of the dormitory №1 of NTUU ‘KPI’ consists of 5 chapters, the explanatory note contains 89 pages of the main text. The main text of the thesis contains 38 figures, 30 tables and 18 sources in the list of references.

The purpose of the thesis 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, building envelope, savings, measures, thermal energy, electric energy, water supply, audit, energy consumption.

					OT 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

ЗМІСТ

Вступ.....	11
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	12
1.1 Характеристика досліджуваної будівлі.....	12
1.2 Кліматичні данні.....	13
1.3 Опис енергоносіїв.....	13
1.4 Загальний аналіз фактичного споживання енергії на об'єкті.....	15
2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Обстеження огорожувальних конструкцій.....	24
2.1.1 Зовнішні стіни.....	25
2.1.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції та двері.....	26
2.1.3 Дах та підлога.....	27
2.2 Розрахунок питомого енергоспоживання за допомогою програмного продукту «E-Audit».....	29
2.3 Пропоновані заходи з підвищення енергоефективності.....	41
2.3.1 Утеплення стін.....	41
2.3.2 Утеплення даху.....	43
2.3.3. Заміна вікон.....	45
2.3.4. Утеплення підлоги.....	47
2.3.5. Заміна системи вентиляції.....	48
2.3.6. Впровадження системи енергомоніторингу та диспетчеризації.....	49
2.4 Результати та ефективність впровадження заходів з енергозбереження.....	51
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	57
3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта.....	58
3.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта.....	59
3.3.Проведення дослідження з основних сегментів споживачів електроенергії.....	60
3.4 Перевірочний розрахунок електричних навантажень об'єкту.....	61

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

3.5	Заходи з енергозбереження та енергоефективності.....	66
3.5.1.	Заміна світильників.....	66
3.5.2	Встановлення датчиків присутності.....	68
3.5.3	Встановлення фотовольтаїчної системи (ФЕС).....	70
4	ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ.....	72
4.1	Служба енергоменеджмента в КПП.....	72
4.2	Структура служби енергоменеджменту КПП.....	73
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	76
5.1	Загальна характеристика.....	76
5.2	Перелік робіт та склад бригади.....	77
5.3	Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників. Визначення шкідливих та небезпечних чинників.....	78
5.4	Визначення фактичного значення небезпечних та шкідливих чинників.....	80
5.5	Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці.....	81
5.6	Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	82
5.7	Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів.....	83
5.8	Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації системи освітлення.....	85
	Висновки до розділу.....	87
	Висновки.....	88
	Список використаної літератури.....	89

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

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 теплопункт;
КЗ – коротке замикання;
ЛР – лампи розжарювання;
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;
СЕНМ – система енергетичного менеджменту;
ТМ – Масляний трансформатор.
ТП – трансформаторна підстанція;
ФЕС – Фотоелектрична (фотовольтаїчна) станція.
ХВП – холодне водопостачання;

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Q – теплота;
 K – коефіцієнт теплопередачі;
 α – коефіцієнт тепловіддачі;
 n_o – тривалість опалювального періоду;
 $t_{вн}$ – внутрішня температура;
 $t_{p.o}$ – розрахункова температура на опалення;
 $t_{ср.o}$ – середня температура за опалювальний період;

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

R – опір теплопередачі;
 δ – товщина;
 λ – коефіцієнт теплопровідності.

ІНДЕКСИ

v – внутрішня;;
ном – номінальна;
 $вн$ – внутрішній;
 $з.ст$ – зовнішня стіна.
 $кз$ – коротке замикання
 $ок$ -окупності

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.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Вступ

Україна стикається зі значними викликами у сфері енергетики. Сучасні умови вимагають постійної уваги до питань енергозбереження та створення екологічно чистого середовища. Це особливо актуально для університетських гуртожитків, де проживають студенти.

Метою дипломного проекту було проведення енергетичного аудиту у гуртожитку №1 НТУУ КПІ, який мав на меті підвищення рівня енергоефективності будівлі та розробку комплексу енергозберігаючих заходів, спрямованих на покращення теплоізоляційних властивостей споруди та інженерних систем.

В процесі аналізу та дослідження була створена математична модель у програмному продукті E-Audit, що відповідає національним стандартам у сфері енергоефективності будівель. Оцінюючи стан огорожувальних конструкцій гуртожитку, було визначено ряд заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика досліджуваної будівлі

В рамках дипломного проекту проводиться енергетичний аудит будівлі, яка є житловою та розташована за адресою: місто Київ, вулиця академіка Янгеля, 5 (рис 1.1)



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд об'єкту

Ця будівля, гуртожиток коридорного типу, була зведена у 1927 році. Вона має п'ять поверхів, скатний дах, вкритий руберойдом, а також горищне перекриття та підвальне приміщення. На кожному поверсі розташовані житлові кімнати та санвузли, що забезпечують необхідні умови для мешканців. У підвалі знаходяться душові кімнати, що використовуються жителями гуртожитку. Світлопрозорі конструкції будівлі включають вікна та склоблоки, що забезпечують природне освітлення. Загальна кількість житлових кімнат становить 172, і гуртожиток розрахований на проживання 500 осіб, що свідчить про його значну місткість.

					ОТ 01 03 03 ПЗ					
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Загальні відомості про об'єкт дослідження					
<i>Розроб.</i>	Горохова А.І.							<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Білоус І. Ю.									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>	Виноградов-С. В. О.									
<i>Затвер.</i>					НН ІАТЕ, ОТ-01					

1.2 Кліматичні данні

Кліматичні данні для данної забудови візьмем для міста Київ який характеризується помірно континентальним кліматом з м'якими зимами та теплими літами. Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель», об'єкт розташований у I кліматичній зоні. Для розрахунків використовувалися дані для м. Київ згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.[1, 6]

Кліматичні дані наведені в таблицях

Таблиця 1.1 Загальні кліматичні дані

Середня річна температура, °С	8
Розрахункова температура, °С	-22
Тривалість опалювального періоду	179
Середня за опалювальний період, °С	-0,1

1.3 Опис енергоносіїв

Система теплопостачання є однотрубною, з залежною схемою підключення до теплових мереж. Облік теплової енергії здійснюється за допомогою теплового лічильника СВТУ-10М, за показами якого проводяться розрахунки та оплата за спожиті енергоносії.

Внутрішня система опалення будівлі є однотрубною з постійним гідравлічним режимом. В якості нагрівальних елементів використовуються чавунні радіатори, загальна потужність яких становить 344 кВт. На рисунку 1.2 показано ці радіатори, загальна кількість яких становить 210 штук.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			



Рисунок 1.2 – Опалювальний прилад об'єкту – радіатор.

Середня температура теплоносія на подачі становить 90 °С, а на звороті - 70 °С.

Електропостачання гуртожитку, здійснюється від трансформаторної підстанції ТП-5167, яка знаходиться поза територією гуртожитку. Живлення будівлі здійснюється від двох трансформаторів типу ТМ-630/10/0,4. До будівлі електроенергія подається через два кабелі АВВГ (4·150), прокладені у землі, довжиною 150 метрів.

Централізоване водопостачання житлової будівлі забезпечує воду для санітарно-гігієнічних та технічних потреб. Вентиляція приміщень гуртожитку здійснюється природним шляхом через вентиляційні отвори, що забезпечує необхідний рівень повітрообміну.

Гуртожиток використовує кілька видів енергоносіїв: електричну енергію, теплову енергію та воду. Розрахунки за спожиті енергоресурси проводяться за показами встановлених вузлів обліку теплової енергії, електроенергії та води. Основними споживачами електроенергії в будівлі є освітлення приміщень та місць загального користування, а також різноманітне офісне та побутове обладнання.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Цей детальний опис систем теплопостачання, електропостачання, водопостачання та вентиляції гуртожитку надає чітке уявлення про енергетичну інфраструктуру будівлі та допомагає визначити шляхи підвищення її енергоефективності.

1.4 Загальний аналіз фактичного споживання енергії на об'єкті

В таблиці 1.2 та на рис.1.3 наведені дані споживання теплової енергії протягом 3-х років.

Таблиця 1.2. Споживання теплової енергії протягом 2019-2021 рр.

№	Місяць	2019		2020		2021	
		Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	Грн
1	Січень	135,15	205 633,81	102,27	135156,90	104,23	152939,28
2	Лютий	133,31	214 952,58	123,64	147459,78	122,28	197659,13
3	Березень	118,07	190370,18	109,13	117840,36	105,41	170393,84
4	Квітень	72,82	117378,27	58,20	65981,57	67,96	109853,15
5	Травень	25,56	41191,88	16,80	24862,08	15,14	24480,03
6	Червень	6,23	10036,90	4,3	5843,60	2,26	3653,25
7	Липень	17,54	28268,65	7,47	10130,99	8,60	13895,30
8	Серпень	15,25	24576,53	6,98	9470,24	6,56	10596,05
9	Вересень	18,17	29285,56	6,73	9133,76	12,72	20561,68
10	Жовтень	35,57	57323,76	12,27	16644,84	34,79	56243,94
11	Листопад	84,84	136730,84	81,97	111171,50	82,79	167662,99
12	Грудень	136,18	168993,54	104,60	141873,01	86,53	106352,75
Σ	Всього	798,69	1224742,50	634,36	795568,63	649,27	1034291,40

ОТ 01 03 03 ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис

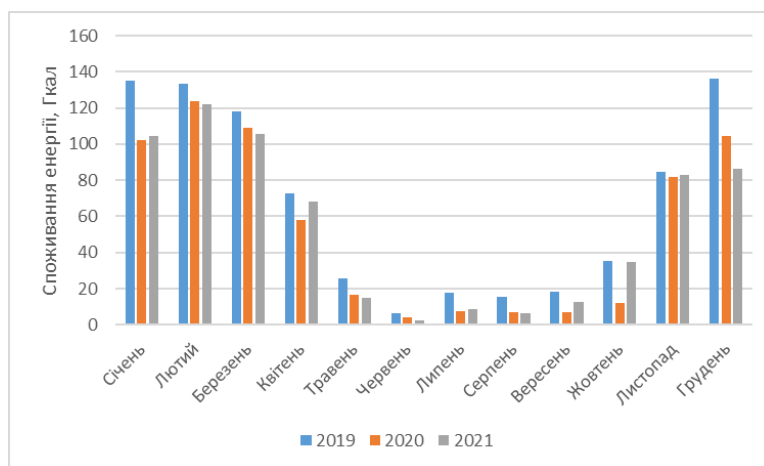


Рисунок. 1.3 – Споживання теплової енергії протягом 2019-2021 рр.

На основі гістограми можна помітити, що протягом 2019 року об'єкт споживав більше теплової енергії порівняно з наступними роками. Це зумовлено початком пандемії, яка спричинила зменшення часу використання будівлі у наступні роки. Зниження споживання теплової енергії після 2019 року свідчить про меншу інтенсивність експлуатації приміщень. У неопалювальний період споживання теплової енергії пов'язане з потребою в підігріві води для гарячого водопостачання (ГВП), що є постійною вимогою для забезпечення комфортних умов проживання мешканців навіть за відсутності опалення. Це підкреслює важливість ефективного управління енергоспоживанням як у опалювальний, так і в неопалювальний періоди. У таблиці 1.3 та на рис.1.4 наведені дані споживання будівлею електричної енергії.

Таблиця 1.3 Споживання електричної енергії об'єктом протягом 3-х років.

	2019		2020		2021	
	кВт год	Грн	кВт год	Грн	кВт год	Грн
Січень	29 520,00	26 568,00	28 819,00	25 937,10	16 503,00	28 242,00
Лютий	30 420,00	27 378,00	24 256,00	21 830,40	17 997,00	30 760,00
Березень	25 680,00	23 112,00	22 276,00	20 048,40	13 828,00	23 781,00
Квітень	25 260,00	22 734,00	18 196,00	16 376,40	16 357,00	28 085,00
Травень	21 000,00	18 900,00	14 649,00	13 184,10	15 970,00	27 588,00

ОТ 01 03 03 ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	

Продовження таблиці 1.3

Червень	22 260,00	20 034,00	13 360,50	12 024,45	11 781,00	20 506,00
Липень	16 620,00	14 958,00	12 112,00	10 900,80	11 476,00	20 043,00
Серпень	15 599,00	14 039,10	9 825,00	8 842,50	11 566,00	20 282,00
Вересень	21 068,00	18 961,20	10 321,00	9 288,90	18 186,00	31 695,00
Жовтень	27 575,00	24 817,50	12 998,00	9 748,50	25 585,00	44 240,00
Листопад	27 135,00	24 421,50	15 231,00	14 570,38	22 752,00	39 288,00
Грудень	27 548,00	24 793,20	16 960,00	16 167,61	21 129,00	36 644,00
Сумарно	289 685,00	260 717,00	199 004,00	178 919,50	203 130,00	351 154,00

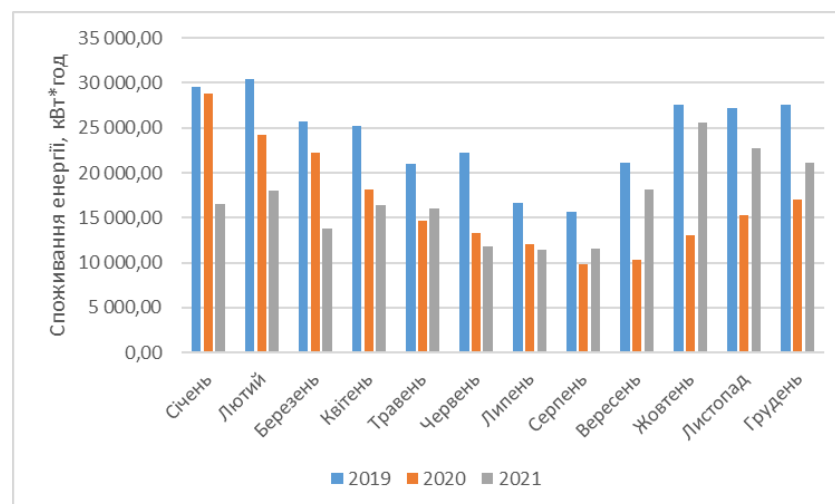


Рисунок 1.4 –Споживання електричної енергії протягом 2019-2021 рр.

З наведеної гістограми видно, що у 2019 році споживання електроенергії було найбільшим, і це пояснюється тими ж чинниками, що і підвищене споживання теплової енергії. Зокрема, інтенсивніше використання будівлі до початку пандемії сприяло збільшенню витрат електроенергії.

Влітку спостерігається зменшення споживання електроенергії, що пов'язане з частковою відсутністю студентів, які проживають у гуртожитку. Це свідчить про сезонні коливання у використанні ресурсів, зумовлені зміною кількості мешканців протягом року. Таке сезонне зниження навантаження на енергетичну інфраструктуру відображає потребу в адаптивному підході до

управління енергоспоживанням, враховуючи періоди меншої зайнятості будівлі.

У таблиці 1.4 на рис 1.5 наведені дані споживання ГВП будівлею.

Таблиця 1.4. Споживання ГВП об'єктом протягом 2019-2021 років.

	2019		2020		2021	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	1110	20 299,68	948,00	19 737,36	360,00	8 330,85
Лютий	1 016,00	19 146,46	989,00	21 020,60	216,00	5 482,08
Березень	1 325,00	26 998,20	1 356,00	31 177,15	259,00	6 573,42
Квітень	1 155,00	23 534,28	611,00	14 048,11	383,00	9 720,54
Травень	1 326,00	27 018,58	472,00	10 852,22	319,00	8 096,22
Червень	557,00	11 349,43	267,00	6 299,81	322,00	8 172,36
Липень	627,00	12 775,75	311,00	6 989,57	255,00	6 471,90
Серпень	538,00	10 962,29	200,00	4 598,40	154,00	3 908,52
Вересень	782,0	15 934,03	147,00	3 379,82	538,00	13 654,44
Жовтень	1 131,00	23 045,26	252,00	5 793,98	728,00	18 476,64
Листопад	1 492,00	30 400,99	422,00	9 702,62	1 012,00	25 684,56
Грудень	1 155,00	23 773,60	422,00	9 702,62	638,00	16 192,44
Сумарно	12214	245239	6397	143302	5184	130764

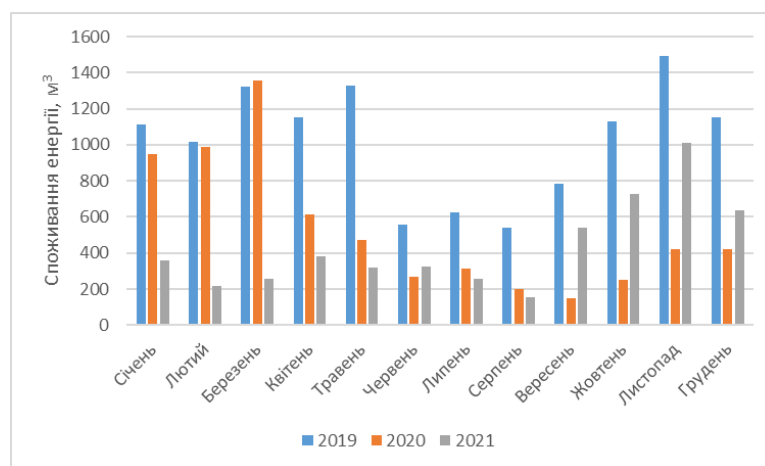


Рисунок. 1.5 – Споживання на потреби ГВП протягом 2019-2021 рр.

Гаряче водоспоживання в гуртожитку залежить від потреб студентів, які там проживають. Вода зазвичай використовується для миття посуду та прийняття душу.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

У літній період споживання гарячої води зазвичай зменшується, оскільки у студентів тривають літні канікули, і більшість з них залишає гуртожиток. Протягом навчального року споживання води значно збільшується через повернення студентів та їх постійне проживання в гуртожитку. Це підкреслює сезонні коливання у споживанні ресурсів, які необхідно враховувати для ефективного управління енергетичними та водними ресурсами будівлі.

За 3 роки середнє споживання ресурсів становить: теплової енергії – 694,106 Гкал, електроенергії – 279944,6 кВт·год, ГВП – 7931,6 м³

Розглянемо наочно діаграми витрат коштів на енергоносії 2019-2021 років, на рисунках 1.6.-1.8

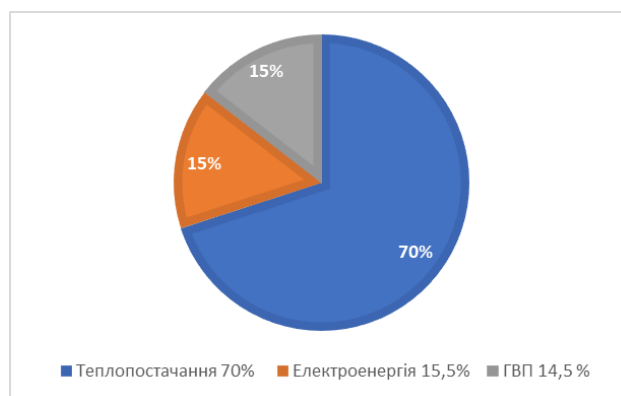


Рисунок 1.6 – Витрати на енергоносії в грошових одиницях за 2019 рік



Рисунок 1.7 – Витрати на енергоносії в грошових одиницях за 2020 рік

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			



Рисунок 1.8 – Витрати на енергоносії в грошових одиницях за 2021 рік

Для аналізу енергоспоживання будівлі були взяті дані за 2019-2021 роки, тому що в даний період можна було спостерігати більш менш стабільне використання будівлі. Оскільки в 2022 році почалось повномасштабне вторгнення. Дані не є показовими адже будівля не працювала певний період, а енергопостачання було понижене або тимчасово відключалось.

Висновки до розділу

Споживання теплової енергії у 2019 році було найвищим, що пов'язано з більш інтенсивним використанням будівлі до пандемії. Після 2019 року спостерігалось зменшення споживання тепла, електроенергії та гарячої води, що може бути зумовлено зниженням використання приміщень та від'їздом студентів під час канікул. Природна вентиляція забезпечує необхідний рівень повітрообміну, але може бути недостатньо ефективною для сучасних стандартів енергоефективності. Споживання гарячої води показало сезонні коливання, пов'язані з наявністю студентів у будівлі. Загальна енергоефективність будівлі є незадовільною, і для її покращення рекомендовано оновити енергетичну інфраструктуру, зокрема, модернізувати системи опалення та водопостачання, впровадити заходи з теплоізоляції та покращити управління споживанням енергії та води.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обстеження огорожувальних конструкцій

Було проведено обстеження огорожувальних конструкцій, загальні дані які в подальшому ми будемо використовувати для створення математичної моделі в програмному продукті «E-Audit», [17] наведені в таблиці 2.1. Загальна площа об'єкта становить 5934 м², при цьому його об'єм дорівнює 24793 м³. Опалювальна площа об'єкта складає 3835,9 м², а об'єм опалюваних приміщень — 19582 м³.

Поверхи будівлі зведені з цегляної кладки, причому до третього поверху товщина зовнішніх стін становить 56 см, а на четвертому і п'ятому поверхах — 43 см. Внутрішні перегородки виконані з цегли та гіпсу, а перекриття є залізобетонними. Це забезпечує достатню міцність та теплоізоляційні властивості конструкцій, що впливає на загальну енергоефективність будівлі.

Данні були отриманні з офіційної документації об'єкта

Таблиця 2.1 Технічні характеристики огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Матеріал	Опір теплопередачі, м ² К/Вт		Коефіцієнт теплопередачі Вт/м ² К	Загальна площа, м ²
		Факт	Норма		
Зовнішня стіна	Кладка із силікатної цегли, $\delta = 0,53$ м. Штукатурка	1,18	4	0,92	3507,06
	Кладка із силікатної цегли, $\delta = 0,46$ м. Штукатурка	0,95		1,05	

					ОТ 01 03 03 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Горохова А.І.				Теплотехнічна частина	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Білоус І. Ю.							
Реценз.						НН ІАТЕ, ОТ-01		
Н. Контр.	Виноградов-С. В. О.							
Затвер.								

Продовження таблиці 2.1

Дах (горищне перекриття)	з/б плита, $\delta = 0,6$ м Штукатурка	0,5	6	2	1979,8
Підлога	Залізобетон, $\delta = 0,53$ м Цементно-піщаний розчин, $\delta = 0,05$ м	4,15	5	0,24	1979,8
Вікно	Дерев'яне	0,4	0,9	2,5	654,58
	Пластикове	0,66		1,51	
Двері	Металеві	0,36	0,75	2,7	15,75

Із даної таблиці можна сказати, що опори теплопередачі не відповідають мінімальним вимогам згідно ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель [6]

Таблиця 2.2. Орієнтація огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Пн	Сх	Пд	Зх
Зовнішня стіна	542,58	1201,02	539,16	1224,52
*Вікно	249,06	43,2	40,72	285,6
Двері	3,15	6,3	3,15	3,15
Дах (суміщене покриття)	1979,8			
Підлога до ґрунту	1979,8			

2.1.1 Зовнішні стіни

В ході роботи було проведено обстеження зовнішніх стін. Видимих пошкоджень під час обстеження не виявлено. На деяких фасадах були проведені косметичні роботи. Стан огорожувальної конструкції – частково незадовільний. Піріг огорожувальної конструкції складається з силікатної

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

цегли та штукатурки. Хоча цей матеріал широко використовується завдяки своїй міцності та довговічності, він не забезпечує достатнього рівня теплоізоляції.

На рисунку 2.1 приведено приклад задання зовнішніх стін в «E-Audit».

Редагування конструкції

Назва: Стіна 1 тип 0.53 Тип конструкції: Стіна

Призначення: Матеріали конструкційні Тип: Кладка цегляна з повнот Матеріал: Силікатної на цементно-піщаному розчині(густиною $\rho_0=1\text{т}$)

λ , Вт/м·К: 0,87 Змінити λ , Вт/м·К: 0,55 Товщина, мм: 560 R, м²К/Вт: 1,018

Призначення: Матеріали конструкційні Тип: Розчини будівельні Матеріал: Розчин вапняно-піщаний (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.81$)

λ , Вт/м·К: 0,81 Змінити λ , Вт/м·К: Товщина, мм: 10 R, м²К/Вт: 0,012

Додати шар

Коефіцієнт теплопередачі конструкції: 0,842 Опір теплопередачі конструкції: 1,188

Рисунок 2.1 – Налаштування теплозахисних властивостей огорожень будівлі

На фасадах, що знаходяться в задній частині, не було проведено косметичного ремонту.



Рисунок.2.2 – Зовнішній вигляд задньої частини будівлі

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Опір теплопередачі, $\frac{m^2 \cdot K}{Bm}$, для зовнішньої стіни знайдемо за формулою:

$$R_{з.с.1} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.1)$$

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

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі,

δ_i – товщина шару,

λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару.

$$R_{з.см} = 1.09 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}.$$

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

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

Таким чином:

$$U_{з.см} = \frac{1}{1.09} = 0,92 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}.$$

Результати розрахунку було занесено в табл. 2.1. Опори та Коефіцієнти теплопередачі для інших огорожувальних конструкцій рахуються аналогічно, а результати розрахунків заносяться в табл. 2.1

Проблема низького опору теплопередачі зумовлює втрати тепла через стіни, особливо в зимовий період, що суттєво впливає на загальні енергетичні витрати будівлі. В таких умовах системи опалення працюють з підвищеним навантаженням, щоб підтримувати комфортну температуру всередині приміщень.

2.1.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції та двері

Будівля має два типи вікон: з дерев'яною рамою та металопластикові, та два типи дверей: дерев'яні та металеві. Дерев'яні вікна мають суттєві пошкодження та пошкодження герметичності, що в свою чергу призводить до утворення точки роси та значних втрат теплоти через інфільтрацію.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Порушення герметичності вікон також створює зони дискомфорту та може спричиняти перепади температури, що ускладнює утримання оптимальних умов для проживання. Термін експлуатації даних вікон давно сплив та конструкція потребує термінової заміни. Пластикові вікна мають задовільний стан, проте їх термічний опір не відповідає мінімальним вимогам.

Загальний стан всіх світлопрозорих конструкцій є частково незадовільним та вимагає термінової заміни. Вікна у будівлі не відповідають нормам енергоефективності. Це призводить до значних втрат тепла через вікна, що збільшує витрати на опалення та порушує комфорт у приміщеннях для проживання мешканців. Також у будівлі присутні склоблоки рис 2.3, які, хоч і дозволяють проникнення природного світла, мають недостатню теплоізоляцію.



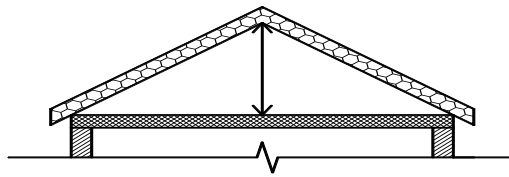
Рисунок 2.3 – Світлопрозора конструкція – склоблок

Заміна цих склоблоків на сучасні пластикові вікна може значно підвищити рівень енергоефективності будівлі, зменшити втрати тепла та створити комфортні умови для мешканців.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

2.1.3 Дах та підлога

Покрівля будівлі має похилу конструкцію, яка покриває всю будівлю. Дах виконаний з багатопустотних залізобетонних плит, утеплених шаром керамзиту. Поверх утеплювача укладається цементно-піщана стяжка, а зверху укладають шари руберойду і бітуму. Листи металочерепиці монтуються на дерев'яні лаги. Зображення двоскатного даху показано на відповідному малюнку.



Підлога в будівлі – опалюваний підвал, висотою 2 метри. Підлога в підвалі вкрита паркетною дошкою. Відповідне зображення підлоги та її покриття показано на рисунку 2.4

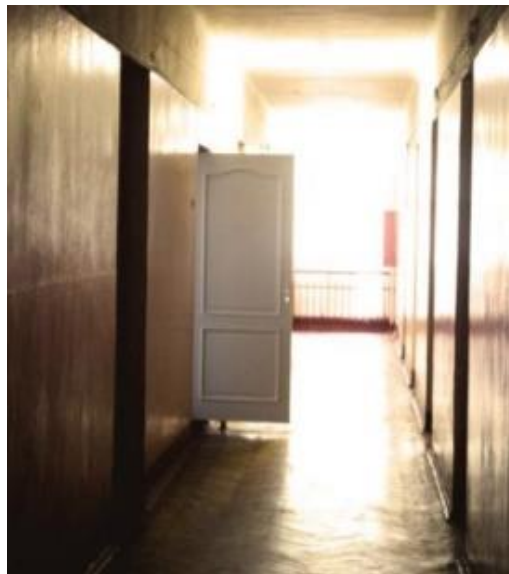


Рисунок 2.4 - Вигляд будівлі зсередини будівлі

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

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

Використовуючи програмне забезпечення «E-Audit», було проведено розрахунок питомого енергоспоживання будівлі. Для цього попередньо вводились в програму всі необхідні дані, такі як: розміри будівлі, характеристика внутрішньої та зовнішньої температури, кількість людей, що перебувають у будівлі, а також наявне обладнання. Окрім цього, буде враховано інші важливі параметри, такі як тип будівельних матеріалів, рівень теплоізоляції, розташування вікон та дверей, а також особливості використання приміщень.

На рисунках 2.5-2.6 продемонстровано приклад того, як вводились дані.

Фасад # 1 - зх S=246.70, S стін=188.29, S вікон=55.26, S дверей=3.15
Стіна 1 тип 0.53

Орієнтація	Тип стіни	Кут затінення	Висота	Ширина
зх	Стіна 1 тип 0.53(U=0.841)	10	10	24.67

Некондиціонований об.

Теплопровідні включення

Конструкція	Елемент	Завіси	Засклений балкон/ лоджія/Гамбур	H	W	Q	S	U
вікно пласт	Вікно	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>	1.7	1.5	18	45.90	1.65
вікно пласт	Вікно	Постійна завіса відсутня	<input checked="" type="checkbox"/>	2.1	1.3	1	2.73	1.66
вікно пласт	Вікно	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>	1.7	1.3	3	6.63	1.67
двері	Двері	Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>	2.1	1.5	1	3.15	2.80


 Редагувати

Рисунок 2.5 – Приклад задання фасаду будівлі

					OT 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Проект Підвищення рівня енергоефективності гуртожитку №1

Загальні дані (внесення та редагування)

Загальна площа 5934.00	Загальний об'єм 25395.00	Опалювальна площа 5934.00	Опалювальний об'єм 25395.00
Поверхи 5	Кількість входів 2	Кількість Дітей 0	Кількість Дорослих 500
Рік 1927	Формат виведення року YYYY, Проект, реконструкція		

Фактичний опалювальний період

Рік періоду 2022	Початок 17.10	Кінець 11.04
---------------------	------------------	-----------------

Період невикористання

[+Додати період невикористання](#)
Державні свята враховуються, як період невикористання

	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	

Рисунок 2.6 – Приклад задання загальних даних до розрахунку

Розрахунок здійснювався з урахуванням того, що ця будівля є житловою та розташована в центрі міста, тобто в закритому просторі. Електропостачання здійснюється від загальної мережі.

Додатково необхідно занести дані про систему опалення та ГВП.

Це включає такі параметри, як тип джерела, ефективність джерела, тепловий режим приміщення, і специфічні тепловтрати через зовнішні огороження. Всі ці дані необхідні для точного розрахунку енергоефективності будівлі.

Система опалення

% опалювальної площі 100	Тип джерела Централізоване	Ефективність джерела, % 86
Енергоосії/послуга Централізоване теплопостачання	Джерело теплозабезпечення Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110° С без зр	
Тепловий режим приміщення Постійний тепловий режим	Ефективність нагрівальних поверхонь Вільнообітчні нагрівальні поверхні (радіатори)	
Регулювання температури приміщення За усередненої (характерної) температури повітря приміщень будівлі	Температурний напір (за температури повітря 20 °С) 30 К (наприклад, 55/45)	
Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни	Впливовий фактор звичайна стіна	
Тип системи Однотрубна (постійний гідравлічний режим)	Впливовий фактор Система налагоджена. Наявна ручна балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках).	

Рисунок 2.7 – Параметри системи опалення гуртожитку

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Ці параметри допомагають оцінити ефективність системи опалення і виявити можливості для підвищення її енергоефективності.

Занесенні дані для системи ГВП на рис 2.8

Розрахункові витрати води для будівлі

Будівля житлова
Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки

Нормативна питома річна енергопотреба ГВП, кВт·год/м²
20

Ручний ввід питомої річної енергопотреби ГВП, кВт·год/м²

Система гарячого водопостачання #1

% енергопотреби ГВП: 100

Тип джерела: Централізоване

Ефективність джерела, %: 95

Енергоносій/послуга: Централізоване тепlopостачання

Джерело тепlopозабезпечення: Централізоване тепlopостачання до 2008

Тип системи ГВП: Зі статично збалансованими циркуляційними стояками

Потужність насоса, кВт: p

Рисунок 2.8 – Параметри системи ГВП

У будівлі відсутня система кондиціонування, а вентиляція здійснюється природним шляхом. Проте ми все одно вводимо дані для врахування охолодження.

Система кондиціонування

% опалювальної площі: 100

Тип холодильної машини: Компресорна холодильна машини

Ефективність машини, %: 225

Площа: 240

Електрогенератор:

Клас системи управління/регулювання: В

Система охолодження: Пряме випаровування

Тип вентиляторів системи охолодження: Кондиціонери повітря приміщення: блоки систе


 Редагувати

Рисунок 2.9 – Параметри системи охолодження

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 2.3 – Розрахункові значення сумарних теплопередач

Місяць року	Параметри	
	Теплопередача трансмісією QH,tr, кВт·год'	Теплопередача вентиляцією QH,ve, кВт·год
Січень	164 450,08	72 121,43
Лютий	143 041,48	66 452,82
Березень	126 849,74	57 353,77
Квітень	25 543,12	11 078,15
Травень	-	-
Червень	-	-
Липень	-	-
Серпень	-	-
Вересень	-	-
Жовтень	40 565,94	17 968,61
Листопад	117 541,65	54 606,36
Грудень	150 336,43	67 920,06
Всього за рік	768 328,45	347 501,20

В результаті розрахунків, що показані в таблиця 2.4–2.5, було одержано питому енергопотребу та питоме енергоспоживання будівлі.

Таблиця 2.4 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)	165,12	

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Продовження таблиці 2.4

Питоме енергоспоживання (кВт·год/м ²)	240	85
Питоме споживання первинної енергії (кВт·год/м ²)	372,23	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	73,54	

Таблиця 2.5 Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік	
	Визначений за результатами сертифікації	
	(тис. кВт год	(кВт год/м ²)
Види енергоспоживання за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі		
Енергоспоживання при опаленні	1426,36	240,37
Енергоспоживання при охолодженні	-	0
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	143,67	24,21
Енергоспоживання при вентиляції	-	0
Обсяг енергоспоживання при освітленні	67,1	11,31
Усього	1637,13	275,89

На рисунках 2.11-2.19 наведені інші таблиці, розраховані програмою

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Місяць року	$\theta_{с},$ °С	Кількість днів	Тривалість роботи системи опалення, год	Тривалість скидання, год	Q_{tr} без скидання, кВт-год	Q_{tr} зі скиданням, кВт-год	$Q_{tr},$ кВт-год
1	-4.7	31	696.0	48.0	155055.41	9394.67	164450.08
2	-3.6	28	672.0	-	143041.48	0	143041.48
3	1.0	31	720.0	24.0	123386.27	3463.47	126849.74
4	9.0	11	240.0	24.0	23811.38	1731.74	25543.12
5	-	-	-	-	0	0	0
6	-	-	-	-	0	0	0
7	-	-	-	-	0	0	0
8	-	-	-	-	0	0	0
9	-	-	-	-	0	0	0
10	8.1	16	360.0	24.0	38639.38	1926.56	40565.94
11	1.9	30	720.0	-	117541.65	0	117541.65
12	-2.5	31	720.0	24.0	146115.32	4221.11	150336.43
Усього					747590.9	20737.55	768328.45

Рисунок 2.11 – Сумарної теплопередачі трансмісією для опалення

Місяць року	$\theta_{с},$ °С	Кількість днів	Тривалість роботи системи, год	Тривалість скидання, год	Q_{tr} без скидання, кВт-год	Q_{tr} зі скиданням, кВт-год	$Q_{tr},$ кВт-год
1	-4.7	31	-	744	0	206817.44	206817.44
2	-3.6	28	-	672	0	180109.58	180109.58
3	1.0	31	-	744	0	168418.11	168418.11
4	9.0	30	-	720	0	110829.98	110829.98
5	15.2	31	-	744	0	72756.62	72756.62
6	18.3	30	-	720	0	50199.46	50199.46
7	19.8	31	-	744	0	41767.69	41767.69
8	19.0	31	-	744	0	47157.07	47157.07
9	13.9	30	-	720	0	78884.87	78884.87
10	8.1	31	-	744	0	120587.37	120587.37
11	1.9	30	-	720	0	157117.8	157117.8
12	-2.5	31	-	744	0	191996.64	191996.64
Усього					0	1426642.63	1426642.63

Рисунок 2.12 – Розрахунок сумарної теплопередачі трансмісією для охолодження

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Місяць року	$\theta_c, ^\circ\text{C}$	Кількість днів	$Q_{\text{інфільтрації}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{\text{природної}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{\text{механічної}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q, \text{кВт}\cdot\text{год}$
1	-4.7	31	1527.97	70593.45	0	72121.43
2	-3.6	28	1329.06	65123.77	0	66452.82
3	1.0	31	1178.61	56175.16	0	57353.77
4	9.0	11	237.33	10840.82	0	11078.15
5	-	-	0	0	0	0
6	-	-	0	0	0	0
7	-	-	0	0	0	0
8	-	-	0	0	0	0
9	-	-	0	0	0	0
10	8.1	16	376.91	17591.7	0	17968.61
11	1.9	30	1092.13	53514.23	0	54606.36
12	-2.5	31	1396.84	66523.22	0	67920.06
Усього			7138.85	340362.35	0	347501.2

Рисунок 2.13 – Сумарна теплопередача вентиляцією для опалення

Місяць року	$\theta_c, ^\circ\text{C}$	Кількість днів	$Q_{\text{інфільтрації}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{\text{продійної}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q_{\text{механічної}}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$Q, \text{кВт}\cdot\text{год}$
1	-4.7	31	1914.14	87741.66	0	89655.8
2	-3.6	28	1666.95	81680.66	0	83347.61
3	1.0	31	1558.75	73914.69	0	75473.43
4	9.0	30	1025.75	48586.59	0	49612.34
5	15.2	31	673.38	30866.77	0	31540.15
6	18.3	30	464.61	21248.01	0	21712.62
7	19.8	31	386.57	18941.87	0	19328.44
8	19.0	31	436.45	20696.11	0	21132.56
9	13.9	30	730.1	35774.71	0	36504.8
10	8.1	31	1116.06	52922.92	0	54038.98
11	1.9	30	1454.16	71253.76	0	72707.92
12	-2.5	31	1776.97	84262.74	0	86039.71
Усього			13203.88	627890.48	0	641094.36

Рисунок 2.14 – Розрахунок сумарної теплопередачі вентиляцією для охолодження

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Місяць року	Кількість днів	$\Phi_{\text{Засклені елементи, Вт}}$	$\Phi_{\text{Стіни, Вт}}$	$\Phi_{\text{Дах, Вт}}$	$\Phi_{\text{sol, Вт}}$	$Q_{\text{sol, кВт-год}}$
1	31	5973.01	-573.42	0	5399.59	4017.29
2	28	10024.21	1502.56	0	11526.77	7745.99
3	31	15662.44	4221.97	0	19884.41	14794.0
4	30	19350.99	5768.91	0	25119.9	18086.33
5	31	25829.75	8755.15	0	34584.9	25731.16
6	30	27421.12	9484.09	0	36905.21	26571.75
7	31	26874.8	9214.51	0	36089.31	26850.45
8	31	23239.66	7551.32	0	30790.98	22908.49
9	30	17760.84	5118.39	0	22879.23	16473.05
10	31	10165.15	1542.82	0	11707.97	8710.73
11	30	4734.01	-1258.72	0	3475.29	2502.21
12	31	4051.71	-1613.61	0	2438.1	1813.95
Усього	365	191087.7	49713.96	0	240801.66	176205.39

Рисунок 2.15 – Розрахунок елементів сонячних надходжень до огорожувальних конструкцій

Місяць року	$Q_{\text{людей, кВт-год}}$	$Q_{\text{освітлення, кВт-год}}$	$Q_{\text{обладнання, кВт-год}}$	$Q_{\text{утилізовані від ГВП, кВт-год}}$	$Q_{\text{int, кВт-год}}$
1	4956.08	5506.75	5506.75	0	15969.58
2	4785.18	5316.86	5316.86	0	15418.91
3	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
4	4956.08	5506.75	5506.75	0	15969.58
5	4956.08	5506.75	5506.75	0	15969.58
6	4785.18	5316.86	5316.86	0	15418.91
7	5297.88	5886.53	5886.53	0	17070.93
8	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
9	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
10	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
11	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
12	5126.98	5696.64	5696.64	0	16520.26
Усього	60498.32	67220.35	67220.35	0	194939.02

Рисунок 2.16 – Розрахунок внутрішніх теплонадходжень до будівлі

					ОТ 01 03 03 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Місяць року	$Q_{H,ht}$, кВт·год	$Q_{H,gn}$, кВт·год	γ_H	$\Pi_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, кВт·год
1	236571.51	19986.88	0.08	1.0	216622.85
2	209494.31	23164.89	0.11	1.0	186413.7
3	184203.52	31314.26	0.17	0.99	153201.02
4	36621.27	12487.17	0.34	0.95	24707.71
5	0	0	0	1	0
6	0	0	0	1	0
7	0	0	0	1	0
8	0	0	0	1	0
9	0	0	0	1	0
10	58534.55	13022.44	0.22	0.98	45750.66
11	172148.01	19022.47	0.11	1.0	153194.66
12	218256.48	18334.2	0.08	1.0	199956.85
Усього					979847.45

Рисунок 2.17 – Розрахунок на потреби опалення будівлі

Місяць року	$Q_{C,ht}$, кВт·год	$Q_{C,gn}$, кВт·год	γ_C	$\Pi_{C,gn}$	f_C	$Q_{C,nd}$, кВт·год
1	296473.24	19986.88	0.07	0.07	0	0
2	263457.19	23164.89	0.09	0.09	0	0
3	243891.54	31314.26	0.13	0.13	0	0
4	160442.32	34055.91	0.21	0.21	0	0
5	104296.77	41700.74	0.4	0.37	0	0
6	71912.08	41990.66	0.58	0.51	0	0
7	61096.13	43921.38	0.72	0.59	0	0
8	68289.63	39428.74	0.58	0.5	0	0
9	115389.67	32993.3	0.29	0.28	0	0
10	174626.34	25230.99	0.14	0.14	0	0
11	229825.71	19022.47	0.08	0.08	0	0
12	278036.36	18334.2	0.07	0.07	0	0
Усього						0

Рисунок 2.18 – Розрахунок енергопотребити для охолодження будівлі

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Місяць року	$Q_{H,em,Is}$, кВт·год	$Q_{H,em,in}$, кВт·год	$Q_{H,dis,Is, nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,gen,Is}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год	$W_{dis, aux}$, кВт·год
1	54567.3	271190.14	0	44147.23	315337.38	0
2	46957.61	233371.31	0	37990.68	271361.99	0
3	38591.34	191792.36	0	31222.01	223014.37	0
4	6223.87	30931.58	0	5035.37	35966.95	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	11524.59	57275.25	0	9323.88	66599.13	0
11	38589.73	191784.39	0	31220.71	223005.1	0
12	50369.13	250325.99	0	40750.74	291076.73	0
Усього	246823.57	1226671.02	0	199690.63	1426361.65	0

Рисунок 2.19 – Розрахунок енергоспоживання опалення



Рисунок. 2.20 – Діаграма річного енергоспоживання існуючої будівлі

Клас енергетичної ефективності зображено на рис.2.21 .

Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
A	<div style="text-align: center;"> G 2021 </div>
B	
C	
D	
E	
F	
G	
	кВт х год/м ²
	<42
	<68
	≤85
	≤102
	≤114
	≤127
	>127
	240

Рисунок 2.21 – Клас енергетичної ефективності будівлі

На зображенні представлена шкала класів енергоефективності будівель відповідно до їх питомого енергоспоживання, виміряного в кВт·год/м² на рік. Згідно з цими даними, будівля отримала клас енергоефективності «G» зі значенням питомого енергоспоживання 240 кВт·год/м², що значно перевищує допустиму межу для класу «G».

Аналіз фактичного стану будівлі виявив, що внутрішня температура становить 17 градусів Цельсія, а кратність повітрообміну – 0,3. Це вказує на необхідність покращення умов внутрішнього середовища. Для підвищення температури до оптимального рівня рекомендується вдосконалити систему опалення, можливо, встановити додаткові обігрівачі або провести утеплення будівлі.

Щодо повітрообміну, необхідно переглянути систему вентиляції, збільшити її продуктивність або додати додаткові вентиляційні установки. Це дозволить покращити якість повітря в приміщеннях, що позитивно вплине на здоров'я та комфорт мешканців або працівників.

Для досягнення вищого класу енергоефективності необхідно вжити кілька заходів, спрямованих на зменшення питомого енергоспоживання будівлі

2.3 Пропоновані заходи з підвищення енергоефективності

2.3.1 Утеплення стін

З метою підвищення енергоефективності будівлі рекомендується утеплити зовнішні стіни. Система теплоізоляції повинна:

- забезпечити достатню теплостійкість огорожувальних конструкцій і необхідну паропроникність використовуваних шарів.

- відповідати вимогам щодо міцності та деформацій.

- дотримання вимог пожежної та екологічної безпеки.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Анкерування теплоізоляції повинно виконуватися відповідно до вимог виробника. При утепленні фасаду слід також передбачити утеплення зовнішніх укосів усіх отворів у загороджувальних конструкціях, таких як вікна та двері.

Для утеплення стін ми обираємо наступні матеріали з відповідними характеристиками:

$\delta_{\text{мін.вати}}$ - товщина плит з мінеральної вати, $\delta_{\text{мін.вати}}=0,2$ м;

$\lambda_{\text{мін.вати}}$ - теплопровідність плит з мінеральної вати, $\lambda_{\text{мін.вати}}=0,047$ Вт/(м·К);[10]

Вартість реалізації цього заходу включає ціну утеплювача, яка становить 2700 грн/м², оплату праці працівників, а також вартість додаткових матеріалів.

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

$$K_{\text{з.ст.}} = A \cdot Ц, \quad (2.5)$$

$$K_{\text{з.ст.}} = 3507,06 \cdot 4800 = 16834000 \text{грн}$$

де A – площа зовнішніх стін, яка буде утеплюватись,

$Ц$ – ціна утеплювача разом, що враховує вартість робіт монтажу .

Економія впровадження була розрахована програмою: $E_{\text{з.ст.}} = 290\,771$ кВт·год/рік.

Грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{з.ст.}} = E_{\text{з.ст.}} \cdot T, \quad (2.6)$$

$$\Delta E = 290771,2 \cdot 1,4 = 407079,68 \text{грн}$$

де, E – економія від впровадження заходу,

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

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{з.ст.}}}{\Delta E_{\text{з.ст.}}}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{16834000}{407079,68} = 41,3 \text{роки}$$

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

Всі розрахунки занесені до табл. 2.6. Для інших заходів будемо розраховувати аналогічно та результати занесемо до таблиць 2.7-2.13 відповідно



Таблиця 2.6 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін	16834000	290771,2	407079,68	41,3

Нам необхідно утеплювати стіни з низьким опором теплопередачі, навіть якщо термін окупності становить 41,3 років, з кількох причин. По-перше, утеплені стіни підвищують комфорт проживання, забезпечуючи стабільну внутрішню температуру. По-друге, вони знижують споживання енергії для опалення, що зменшує витрати на енергоносії та сприяє екологічній відповідальності, знижуючи викиди парникових газів. Крім того,

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

утеплення захищає будівлю від впливу вологи та температурних перепадів, що продовжує термін її служби та зменшує витрати на ремонт.. Також утеплення зменшує ризик утворення конденсату та цвілі всередині приміщень, що сприяє здоровішому внутрішньому середовищу. Нарешті, зниження залежності від зовнішніх постачальників енергії може бути стратегічною перевагою. Термін окупності може бути великим через високу вартість матеріалів та робіт порівняно з незначною економією на енергії в поточних умовах, та низькими тарифами , але довгострокові переваги все одно виправдовують ці інвестиції.

2.3.2 Утеплення даху

Наразі дах не має теплоізоляції. Пропонується утеплити покрівлю шаром теплоізоляційного матеріалу, що зменшить теплопередачу. Для цього необхідно забезпечити належну гідроізоляцію, яка запобігатиме проникненню води в теплоізоляційний шар і будівельні конструкції. Правильно виконана гідроізоляція гарантує, що теплоізоляційний матеріал залишатиметься сухим і ефективним, а конструктивні елементи будівлі не зазнаватимуть впливу вологи, що може призвести до їх руйнування. Це також допоможе запобігти утворенню цвілі та грибка, забезпечуючи здоровий мікроклімат у приміщенні.

Для утеплення даху ми обираємо матеріали з наступними характеристиками: $\delta_{\text{мін.ват.}}$ - товщина плит з мінеральної вати для горищного покриття, $\delta_{\text{мін.ват.}}=0,27$ м;

$\lambda_{\text{мін.ват.}}$ - теплопровідність плит з мінеральної вати,

$\lambda_{\text{мін.ват.}}=0,047$ Вт/(м·К);

$$K_{\text{дах}} = A \cdot C, \quad (2.8)$$

де, A – площа даху, що утеплюється,

C – ціна утеплювача разом, що враховує вартість робіт монтажу .

$$K_{\text{дах}} = 1979 \cdot 6000 = 11874000 \text{грн.}$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

$$E_{\text{оax}} = 461253,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рiк}.$$

Вiдповiдно, грошова економiя вiд заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{оax}} = E_e \cdot T, \quad (2.9)$$

де, E – економiя вiд впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергiю;

$$\Delta E_{\text{оax}} = 464253,2 \cdot 1,4 = 645754,5 \text{ грн}.$$

Термiн окупностi заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{з.ст.}}}{\Delta E_{\text{з.ст.}}}, \quad (2.10)$$

де, K – вартiсть впровадження заходу,

ΔE - грошова економiя вiд заходу.

$$T_{\text{ок}} = \frac{11874000}{645754,5} = 18,4 \text{ роки}.$$

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Пiдпис			

Таблиця 2.7 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт*год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Влаштування теплогідроізоляції покриття	11874000	461253,2	645754,5	18,4

До загальної вартості входять витрати на утеплювач, які становлять 6310 грн/м², а також вартість монтажних робіт. Ці витрати охоплюють основні матеріали та послуги, необхідні для реалізації проекту.

2.3.3. Заміна вікон

Існуючі конструкції мають низький рівень енергоефективності, тому планується їх замінити на нові. Запропоновано встановити нові віконні та дверні конструкції, які будуть обладнані подвійними склопакетами, енергоефективним напленням та заповненням аргоном.. Використання сучасних матеріалів і технологій дозволить знизити енергоспоживання та витрати на опалення, що сприятиме більш раціональному використанню ресурсів і збереженню довкілля..

Вартість впровадження становитиме:

$$K_e = A \cdot Ц, \quad (2.11)$$

де, A – площа вікон, що замінюється,

$Ц$ – ціна вікна за площу разом із монтажем.

$$K_e = 654,58 \cdot 7000 = 4582500 \text{ грн}.$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E_e = 73\,864,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_e = E_e \cdot T, \quad (2.12)$$

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

де, E – економія від впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергію;

$$\Delta E_e = 73864,3 \cdot 1,4 = 103410 \text{ грн.}$$

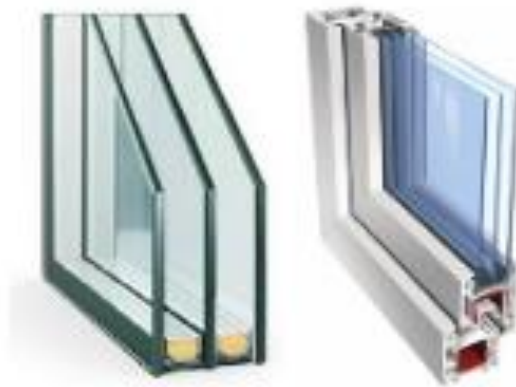
Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{ок} = \frac{K_e}{\Delta E_e}, \quad (2.13)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

$$T_{ок} = \frac{4582500}{103410} = 44,3.$$



Таблиця 2.8 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт*год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Заміна/ремонт блоків віконних, блоків балконних дверей, вхідних дверей та скління балконів	4582500	73864,3	103410	44,3

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Вартість впровадження включає демонтаж старих вікон та монтаж нових,. Крім того, до загальної вартості входить вартість світлопрозорої конструкції, яка складає 8300 грн. Ці витрати охоплюють усі необхідні роботи та матеріали .

2.3.4. Утеплення підлоги

У будівлі наявна нетеплоізолювана підлога. Рекомендовано провести утеплення підлоги мінераловатними плитами.

$\delta_{\text{мін.ват.}}$ - товщина плит з мінеральної вати для перекриття над неопалювальним підвалом, $\delta_{\text{мін.ват.}}=0,05$ м;

$\lambda_{\text{мін.ват.}}$ - теплопровідність плит з мінеральної вати, $\lambda_{\text{мін.ват.}}=0,047$ Вт/(м·К);

Вартість впровадження становитиме:

$$K_{\text{підвал}} = A \cdot Ц, \quad (2.14)$$

де, A – площа підлоги, що утеплюється,

$Ц$ – ціна утеплення за площу.

$$K_{\text{підл}} = 1979 \cdot 1000 = 2000000 \text{грн} .$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E = 18858,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{підвал}} = E_{\text{підвал}} \cdot T, \quad (2.15)$$

де, E – економія від впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергію;

$$\Delta E_{\text{підл}} = 18858,9 \cdot 1,4 = 26402,5 \text{грн} .$$

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

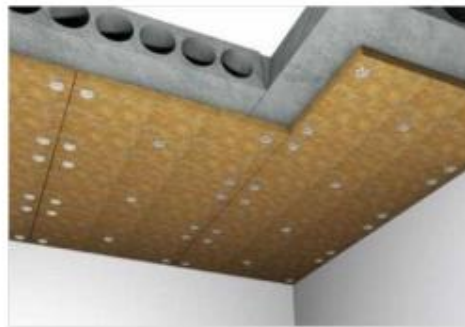
$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{підв}}}{\Delta E_{\text{підв}}}, \quad (2.16)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

$$T_{ок} = \frac{2000000}{26402,5} = 75,8 \text{ роки} .$$



Таблиця 2.9 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Влаштування теплоізоляції перекриття над неопалювальним підвалом і над проїздами будинку та влаштування теплоізоляції підлоги на ґрунті	2000000	18858,9	26402,5	75,8

2.3.5. Заміна системи вентиляції

Для забезпечення необхідного рівня вентиляції в будівлі пропонується встановити сучасну систему вентиляції, оснащену блоками утилізації тепла. Рекомендується використовувати установки утилізації тепла з сезонним коефіцієнтом корисної дії (ККД) не нижче 70%. Для цього пропонується Припливно-витяжна моноблочна установка продуктивність 3000-4000 м3/год з нагрівачем та охолоджувачем (Компресорно-конденсаторний блок) з антивібраційними опорами.

Вартість впровадження була розрахована в таблиці 2.10:

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 2.10. Розрахунок капіталовкладень для встановлення системи вентиляції

	Ціна за одиницю, грн	Сума матеріалів, грн	Монтаж за одиницю, грн	Сума монтажу, грн
Ціна установок	21 806 56,275	65 419 68,825	1270	3810
Ціна шумоглушників	250	1500	80	480
Ціна анемостатів	16	2261,64	24	3384
Ціна дросель-клапан	34	4794	14	197
Повітропроводи та додаткові матеріали 30% від суми обладнання		1965157,34		2894
Загалом		8515681,805		12542
Вартість системи вентиляції		8 528 223 грн.		

Вартість впровадження системи вентиляції становить 8528223 грн. Ця сума включає витрати на обладнання для вентиляції, монтажні роботи, додаткові матеріали, проектні та інженерні послуги, а також транспортні витрати.

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E = 132234,7 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{вент}} = E_{\text{вент}} \cdot T, \quad (2.17)$$

де, E – економія від впровадження заходу,

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

T – тариф на теплову енергію;

$$\Delta E_{\text{відл}} = 132235 \cdot 1,4 = 185128 \text{ грн / рік.}$$

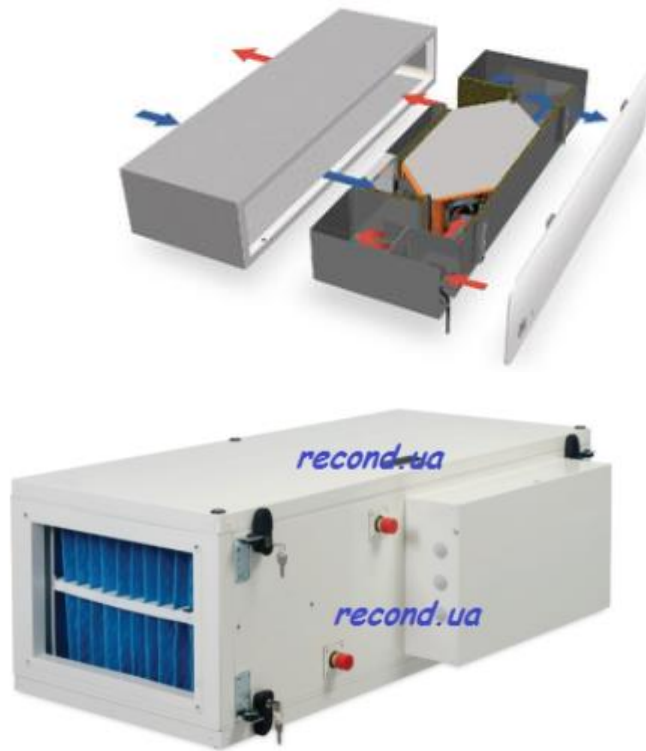
Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{відв}}}{\Delta E_{\text{відв}}}, \quad (2.18)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

$$T_{\text{ок}} = \frac{8528223}{18512,86} = 46.$$



Таблиця 2.11 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Модернізація системи вентиляції	8528223	132234,7	185128	46

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

2.3.6. Впровадження системи енергомоніторингу та диспетчеризації

Пропонується організувати систему зчитування даних з наступного обладнання: лічильник тепла для системи опалення, лічильник тепла для гарячого водопостачання (ГВП), лічильники електроенергії та лічильники холодної води. Додатково, рекомендується впровадити моніторинг параметрів мікроклімату, зокрема, відслідковувати внутрішні температури в типових приміщеннях, рівень вологості в цих приміщеннях, концентрацію CO₂, а також зовнішню температуру.

Це дозволить контролювати споживання енергії та води. Моніторинг мікроклімату сприятиме покращенню якості повітря а також дозволить своєчасно виявляти та реагувати на будь-які зміни в умовах середовища.

Таблиця 2.12 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Впровадження системи енергомоніторингу та диспетчеризації	385200	11475,9	16066	24

Варто зазначити що високий термін окупності обумовлений низьким тарифом на теплову енергію ,що робить данні заходи економічно недоцільними. Проте ,данні заходи необхідні для дотримання мінімальних вимог щодо питомого енергоспоживання будівлі

2.4 Результати та ефективність впровадження заходів з енергозбереження

Після впровадження комплексу заходів з енергозбереження, таких як утеплення стін, заміна вікон та дверей на енергоефективні моделі, модернізація системи опалення та вентиляції, ми досягли нових значень

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій. Ці нові значення значно ближчі до сучасних нормативних вимог та стандартів енергоефективності. Завдяки цьому вдалося суттєво зменшити теплові втрати через зовнішні стіни, покрівлю, підлогу та вікна, що позитивно вплинуло на загальну енергетичну ефективність будівлі. Окрім зменшення енергоспоживання, це дозволило покращити мікроклімат в приміщеннях, знизити витрати на опалення та кондиціонування, Таким чином, впроваджені заходи стали вагомим кроком на шляху до досягнення високих стандартів енергоефективності та сталого розвитку.

Опір теплопередачі модернізованої зовнішньої стіни визначимо за наступною формулою:

$$R_{\text{мод.ст.}} = R_{\text{з.ст.}} + \frac{\delta_{\text{мін.ват.}}}{\lambda_{\text{мін.ват.}}}, \quad (2.19)$$

$\delta_{\text{мін.ват.}}$ - товщина плит з мінеральної вати,

$\lambda_{\text{мін.ват.}}$ - теплопровідність плит з мінеральної вати

Підставимо необхідні значення у формулу (2.12):

$$R_{\text{мод.гор.}} = 1,9 + \frac{0,2}{0,047} = 6,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Для інших огорожувальних конструкцій термічний опір розраховується за таким ж принципом.

Після підвищення рівня енергоефективності будівлі відповідно до вимог ДСТУ 9191, необхідно врахувати в запропонованому варіанті конструкцій теплопровідні включення. Це дозволить досягти більш точних розрахунків та підвищити загальну ефективність теплоізоляційних заходів. Розрахунок теплопровідних включень виконується наступним чином:

$$R_{\Sigma \text{пр},k} = \frac{\sum_i A_{ik} + \sum_i A_{isi,k}}{\sum_i (A_{ik} / R_{\Sigma i}) + \sum_m (I_{m,k} \cdot \psi_m) + \sum_j (N_{j,k} \cdot \chi_j)} \quad (2.20)$$

Де A_{ik} - площа термічно однорідної k-ої частини огорожувальної конструкції без урахування прорізів, м²

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

$A_{isi,k}$ - площа укосів прорізів на k -ій ділянці зовнішнього огородження, що присутня на k -ій частині огорожувальної конструкції, m^2

$R_{\Sigma j}$ - кількість j -их теплопровідних включень, що розташовані на площі.

A_{ik} шт

$l_{m,k}$ - лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, що розташований на k -ій частині огорожувальної конструкції, m

ψ_m - лінійний коефіцієнт теплопередачі m -го лінійного теплопровідного включення $Вт/(м \cdot К)$;

$N_{j,k}$ - загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

X_j - точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, $Вт/К$, розраховують за тривимірним температурним полем або приймають згідно з ДСТУ 9191:2022 [10]. Після врахування теплопровідних включень «містків холоду», теплове споживання зовнішніх стін збільшилось на 56%. Однак, завдяки цьому ми отримали значення, яке більш точно відповідає реальним умовам експлуатації будівлі. Це дозволяє нам краще оцінити фактичну енергоефективність огорожувальних конструкцій та забезпечити більш точні розрахунки для подальшої оптимізації енергоспоживання.

Врахування теплопровідних містків безпосередньо впливає на зміну значення опору теплопередачі стін,. Ці зміни будуть детально проаналізовані та враховані в процесі проведення енергоаудиту. Отримані дані та результати розрахунків будуть занесені до таблиці (2.14), що дозволить мати повну та точну картину теплових характеристик огорожувальних конструкцій

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 2.13 Заходи з енергозбереження

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Утеплення стін	16834000	290771,2	407079,68	41,3
Утеплення даху	11874000	461253,2	645754,5	18,4
Заміна вікон	4582500	73864,3	103410	44,3
Утеплення підлоги	3265500	18858,9	26402,5	123
Модернізація системи вентиляції	8528223	132234	185128	46
Енергомоніторинг	385200	11475,9	16066	24

Таблиця 2.14 Термічні опори огорожувальних конструкцій після заходів

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м ² ·К/Вт)	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності
Зовнішні стіни	3,89	4
Горищні перекриття неопалюваних горищ	6,24	6
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	5,45	5
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	1	0,9
Зовнішні двері	0,75	0,7

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

За умови дотримання вимог, дозволяється використовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки зі зниженим опором теплопередачі: до 75 % від мінімального опору для непрозорих частин зовнішніх стін і до 80 % від мінімального опору для інших огорожувальних конструкцій. [6] Показники енергоефективності після впровадження заходів табл. 2.15-2.16, і на рис 2.22.

Таблиця 2.15 Питома енергопотреба будівлі після впровадження пропонованих заходів

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт·год/м ²)	70,13	
Питоме енергоспоживання (кВт·год/м ²)	57	85
Питоме споживання первинної енергії (кВт·год/м ²)	277,68	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	47,66	

Таблиця 2.16 Показники енергетичної ефективності будівлі після впровадження заходів

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік	
	Визначений за результатами сертифікації	
	(тис. кВт·год)	(кВт·год/м ²)
Види енергоспоживання за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі		
Енергоспоживання при опаленні	312,26	52,62
Енергоспоживання при охолодженні	-26	4,38

Енергоспоживання при постачанні гарячої води	143,67	24,21
Енергоспоживання при вентиляції	201,07	33,88
Обсяг енергоспоживання при освітленні	45,5	7,59
Усього	728,05	122,69



Рисунок. 2.22 – Питомого енергоспоживання будівлі після впровадження заходів

Як результат впровадження цих заходів, нам вдалося досягти класу енергетичної ефективності «В» - зниження Питомого енергоспоживання з 240 до 57 кВт·год/м² – в 4,2 рази, що є значним поліпшенням у порівнянні з початковими показниками. Це свідчить про ефективність впроваджених заходів та їх позитивний вплив на енергетичну ефективність будівлі .
Результати на рис.2.23

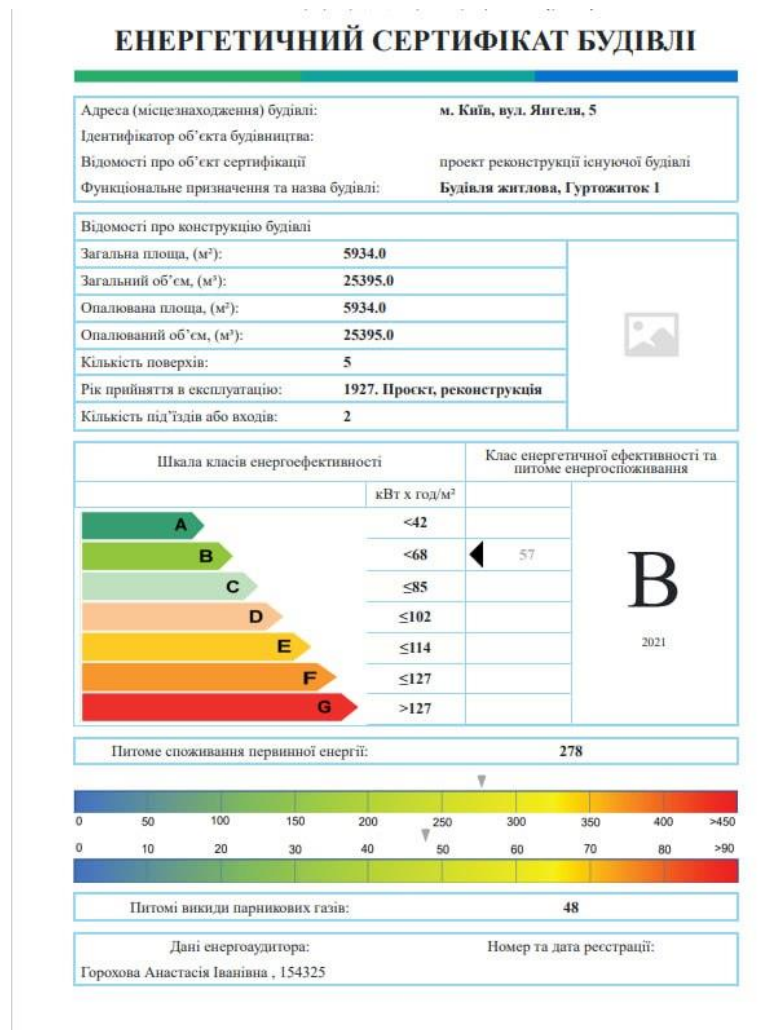


Рисунок 2.23 – Енергетичний сертифікат будівлі

Висновки до розділу

Було проведено обстеження огорожувальних конструкцій для створення математичної моделі в програмному продукті «E-Audit». Стан огорожувальних конструкцій частково незадовільний.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Використання програмного забезпечення «E-Audit» дозволило провести розрахунок питомого енергоспоживання будівлі, враховуючи всі необхідні параметри. Показники теплопередачі через стіни не відповідають мінімальним вимогам. Втрата тепла через поганий стан вікон та відсутність теплоізоляції стін впливає на енергоефективність будівлі.

Загальна рекомендація для підвищення енергоефективності включає утеплення зовнішніх стін, поліпшення вентиляції та вдосконалення системи опалення для підтримки комфортної температури.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта

Трансформаторна підстанція 5167, яка забезпечує електропостачання гуртожитку, знаходиться на балансі НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Живлення гуртожитку здійснюється від двох трансформаторів типу ТМ-630/10/0,4. Кожен трансформатор має номінальну потужність 630 кВА, номінальну напругу на високій стороні 10 кВ і на низькій стороні 0,4 кВ. Ці трансформатори ефективно знижують напругу з 10 кВ до 0,4 кВ, забезпечуючи безпечну і стабільну подачу електроенергії для внутрішніх мереж будівлі.

Від трансформаторної підстанції до будівлі гуртожитку електроенергія передається двома кабелями типу АВВГ (4·150), кожен з яких має чотири жили з перерізом 150 мм². Кабелі прокладені у землі і мають довжину 150 метрів, що забезпечує надійне та ефективне передавання електроенергії з мінімальними втратами. Завдяки такій схемі забезпечується стабільне електропостачання гуртожитку, що відповідає всім вимогам щодо надійності та безпеки.

Таким чином, схема зовнішнього електропостачання будівлі гуртожитку складається з двох трансформаторів ТМ-630/10/0,4, розташованих у трансформаторній підстанції 5167, та двох кабелів АВВГ (4·150), прокладених у землі на довжину 150 метрів, які з'єднують трансформаторну підстанцію з будівлею.

					ОТ 01 03 03 ПЗ		
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Горохова А.І.			Електротехнічна частина		
<i>Перевір.</i>		Білоус І. Ю.					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		Виноградов-С. В. О.					
<i>Затвер.</i>							
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					НН ІАТЕ, ОТ-01		

Таблиця 3.1 Паспортні дані ТМ 630-10/0,4

Потужність	$S_{\text{НОМ}} = 630 \text{ кВА}$
Напруга на високій стороні	$U_{\text{НОМ}}^{\text{ВН}} = 10 \text{ кВ}$
Напруга на низькій стороні	$U_{\text{НОМ}}^{\text{НН}} = 0,4 \text{ кВ}$
Втрати холостого ходу	$\Delta P_{\text{ХХ}} = 1,05 \text{ кВт}$
Втрати короткого замикання	$\Delta P_{\text{КЗ}} = 4,5 \text{ кВт}$
Струм холостого ходу	$I_{\text{ХХ}} = 1,8\%$
Напруга короткого замикання	$U_{\text{КЗ}} = 5,5\%$

3.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта

Електрична проводка у будівлі знаходиться в незадовільному стані, оскільки термін її експлуатації перевищує 25 років. Це вимагає негайного оновлення для забезпечення безпеки та ефективності електропостачання. Головний розподільний щит (ГРЩ) виконує функцію прийому і розподілу електроенергії в трифазних силових мережах з номінальною напругою 380 В змінного струму частотою 50 Гц. В ГРЩ встановлені лічильники для точного вимірювання та обліку споживаної електроенергії, що є важливим елементом для контролю витрат електроенергії та оптимізації споживання.

ГРЩ забезпечує розподіл електроенергії на дві секції: секція 1 і секція 2. Від секції 1 живляться освітлення першого, другого, третього, четвертого та п'ятого поверхів, а також розетки і резервні лінії. Від секції 2 живляться тепловий пункт, освітлення підвалу, освітлення першого, другого, третього, четвертого та п'ятого поверхів, а також резервні лінії.

Освітлення та розетки для всіх поверхів будівлі живляться від секції 1, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження та надійність роботи системи освітлення. Живлення теплового пункту відбувається через секцію 2, що

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

дозволяє забезпечити стабільну роботу системи опалення будівлі, особливо важливою в холодні періоди року. Наявність резервних ліній в обох секціях гарантує безперебійність електропостачання навіть у разі виходу з ладу однієї з ліній або обладнання. Загалом, схема внутрішнього електропостачання будівлі передбачає поділ навантаження на дві секції, кожна з яких відповідає за живлення певних груп споживачів. Це дозволяє оптимізувати розподіл електроенергії та підвищити надійність системи. Враховуючи незадовільний стан існуючої електропроводки, рекомендовано провести її модернізацію для забезпечення відповідності сучасним стандартам безпеки та ефективності.

3.3.Проведення дослідження з основних сегментів споживачів електроенергії

Проведемо аналіз груп споживачів електроенергії з метою подальшого розрахунку загальної потреби в електроенергії для об'єкта. Аналіз даних про споживання електроенергії різними групами пристроїв дозволить визначити можливості для впровадження енергоефективних технологій і зменшення енергетичних витрат. Таким чином, цей аналіз є необхідним для ефективного управління енергоспоживанням, зниження витрат та підвищення загальної енергоефективності об'єкта.

Розглянемо встановлену потужність та сумарну потужність для кожної групи пристроїв що наведені в табл. 3.2 та на рисунку 3.1.

Таблиця 3.2 Характеристики енергоспоживання різних груп на об'єкті

Найменування споживача електричної енергії	Кількість одиниць обладнання n, шт.	Встановлена потужність P_n кВт	Сумарна потужність P_{Σ} , кВт
Освітлення			
Лампи розжарювання	271	0,06	16,26

Продовження таблиці 3.2

Люмінесцентні лампи	247	0,01	2,47
Побутові прилади			
Електрочайник	160	1,1	176
Мікрохвильовка	52	0,02	62,4
Холодильник	161	0,2	32,2
Праска	152	1	152
Пилосос	7	0,7	4,9
Ноутбук	447	0,3	134,1
Стаціонарний комп'ютер	23	0,7	16,1
Фен	57	0,1	57
Пральна машина	4	2,2	8,8
Роутер Wi-Fi	149	0,01	1,49
Силове обладнання			
Насос ГВП. ХВП	2	0,5	1
Насос на опалення	1	2	2
Всього			

Загальне електроспоживання одним електричним приладом в кВт·год/рік знаходимо за формулою:

$$W_{\Sigma} = N \cdot P_{\text{одн.}} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (3.1)$$

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

$P_{\text{одн.}}$ – встановлена потужність одиниці обладнання, Вт;

τ – тривалість роботи обладнання, год/рік.

Отримані результати занесемо до таблиці 3.3

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.3 – Розподіл сумарного споживання між основними групами споживачів електричної енергії

Назва	τ , год/рік	W_{Σ} , кВтгод/рік
Побутове обладнання	2569	239425,62
Силове обладнання	4524	3166,8
Освітлення	5110	41633,98
Сумарно		284226,4

Зображення розподілу сумарного споживання між основними групами у відсотковому значенні на рис 3.2

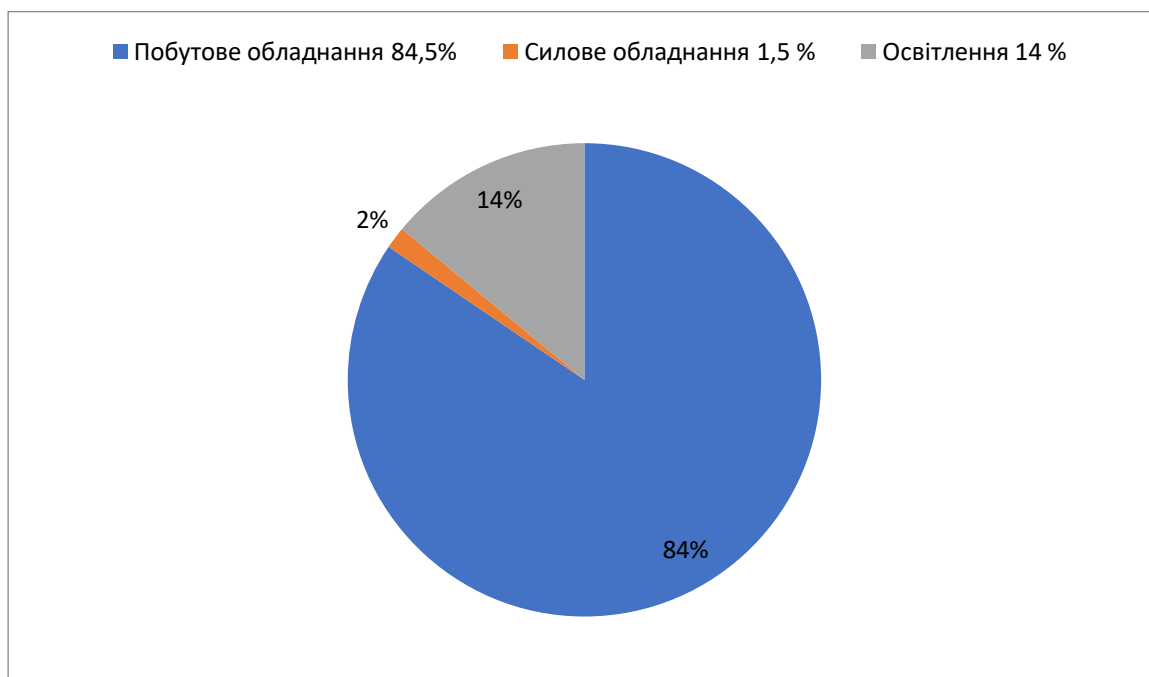


Рисунок 3.2 – Розподіл використання електроенергії групами споживачів

Згідно з дослідженнями, найбільш енергоємною групою споживачів енергії виявилась побутова техніка. Особливо суттєве споживання

електроенергії холодильниками, які, працюючи безперервно цілодобово, забирають значну кількість енергії. Крім того, значний внесок у загальний обсяг енергоспоживання робить система освітлення. З урахуванням високого рівня енергоспоживання цих пристроїв, ми рекомендуємо їх заміну більш енергоефективними аналогами. Таким чином, знизиться витрата електроенергії і сприятиме більш екологічному способу життя.

Порівняємо річне електроспоживання за 2019-2021 роки із розрахунковим, якщо середнє, за формулою:

$$\left| 1 - \frac{W_{\text{базовий}\Sigma}}{W_{\text{факт}\Sigma}} \right|, \quad (3.2)$$

де $W_{\text{факт}\Sigma} = 279944,6$ кВт·год/рік,

$W_{\text{базовий}\Sigma} = 284226,4$ кВт·год/рік.

$$\left| 1 - \frac{W_{\text{базовий}\Sigma}}{W_{\text{факт}\Sigma}} \right| = \left| 1 - \frac{284226,4}{279944,6} \right| = 1,5\% .$$

Отже, похибка вийшла 1,5%, тому розрахунок базового споживання електроенергії виконано вірно.

3.4 Повірочний розрахунок електричних навантажень об'єкту

Розрахунок електричних навантажень проведемо на прикладі ламп розжарювання. У гуртожитку є 271 лампа розжарювання з такими характеристиками:

- номінальна потужність $P_n = 0,06$ кВт;
- коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,87$;
- коефіцієнт реактивної потужності $\tan \varphi = 0,57$;
- коефіцієнт використання активної потужності $K_v = 0,87$.

Проміжна активна потужність, кВт, визначаємо за формулою:

$$P_{ni} = P_{n\Sigma} K_{ei}, \quad (3.3)$$

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

де $K_{\delta i}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності.

Підставимо відповідні значення у формулу (3.3)

$$P_{ni} = 16,26 \cdot 0,87 = 14,1 \text{ кВт},$$

Проміжна реактивна потужність, квар, визначається за формулою:

$$Q_{ni} = P_{ni} \cdot \text{tg} \varphi_i, \quad (3.4)$$

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

Підставимо відповідні значення у формулу (3.4)

$$Q_{ni} = 14,1 \cdot 0,57 = 8,017 \text{ квар}$$

Знайдемо ефективну кількість споживачів за формулою

$$n_{p.e} = \frac{2 \sum_{i=1}^6 P_{n \Sigma i}}{P_{n.max}}. \quad (3.5)$$

$$n_{p.e} = \frac{2 \cdot 18,73}{0,06} = 624,3 \cong 624$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження, кВт, за формулою:

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^5 P_{ni}. \quad (3.6)$$

Підставимо значення в формулу (3.6):

$$P_p = 0,87 \cdot 16,26 = 14,15 \text{ кВт}$$

Проведемо аналогічний розрахунок для інших видів обладнання за допомогою Excel. Результати будемо заносити до таблиці 3.4 Застосовуючи Excel, ми можемо автоматизувати обчислення, зменшити ймовірність помилок і значно прискорити процес збору даних.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиці 3.4 розрахунок електричних навантажень

Найменування споживача електричної енергії	K_B	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p кВт	Q_{ni} квар
	Освітлення				
Лампи розжарювання	0,87	0,87	0,57	14,15	8,017
Люмінесцентні лампи	0,87	0,95	0,33	2,15	0,1
	Побутові прилади				
Електрочайник	0,01	0,83	0,67	3,52	2,4
Мікрохвильовка	0,02	0,97	0,25	62,4	0,31
Холодильник	1	0,85	0,62	32,2	12,1
Праска	0,001	0,9	0,47	1,52	0,73
Пилосос	0,001	0,87	0,57	0,049	0,028
Ноутбук	0,2	0,8	0,75	26,82	20,15
Стационарний комп'ютер	0,2	0,8	0,75	3,22	3,62
Фен	0,01	0,87	0,57	0,57	0,67
Пральна машина	0,06	0,8	0,75	0,528	0,4
Роутер Wi-Fi	1	0,8	0,75	0,0149	1,1
	Силове обладнання				
Насос ГВП. ХВП	0,7	0,93	0,4	0,7	0,277
Насос на опалення	0,7	0,93	0,4	0,7	0,277
Всього				148,5	

Питоме навантаження для гуртожитків становить 0,2 кВт на одне місце.
При кількості місць у гуртожитку, що дорівнює 624, загальне навантаження

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

розраховується як 124,8 кВт. Однак, фактично розрахована активна потужність становить 148,5 кВт, що підтверджує правильність попередніх розрахунків та враховує додаткові фактори.

3.5 Заходи з енергозбереження та енергоефективності

Заходи з енергозбереження та енергоефективності електричних систем у гуртожитку є важливими з кількох причин. По-перше, це знижує витрати на електроенергію, що дозволяє спрямувати зекономлені кошти на покращення умов проживання та модернізацію інфраструктури. По-друге, скорочення споживання електроенергії зменшує негативний вплив на навколишнє середовище, знижуючи викиди парникових газів. Третім аспектом є підвищення надійності та стабільності електричних систем, що зменшує ризик аварій та перебоїв у постачанні електроенергії. Крім того, заходи з енергозбереження формують у мешканців свідоме ставлення до використання енергоресурсів. Таким чином, заходи з енергозбереження та енергоефективності електричних систем у гуртожитку мають численні переваги, що позитивно впливають на економічний, екологічний та соціальний аспекти життя.

3.5.1. Заміна світильників

Гуртожиток має два види світильників це лампи розжарювання – 271 шт. та люмінесцентні – 247. Лампи розжарювання споживають багато електроенергії, оскільки значна частина енергії перетворюється на тепло, а не на світло. Це робить їх менш енергоефективними порівняно з іншими типами ламп. Крім того, лампи розжарювання мають короткий термін служби, що призводить до частішої заміни і, відповідно, більшого утворення відходів. Пропонується модернізувати систему освітлення. Джерела світла повинні мати індекс світлової віддачі не нижче 80 лм/Вт і енергоспоживання не вище 20 Вт/м², враховуючи споживання енергії вимикачів та допоміжних систем керування освітленням. Було обрано LED-лампу E27 7 Вт 4000К на заміну лампі розжарювання

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			



LED-лампу E27 7 Вт 4000К

Розрахунок річної економії електроенергії, кВт·год,

$$\Delta W_p = (P_1 - P_2) \cdot N \cdot K_v \cdot \tau_p, \quad (3.9)$$

де: N – кількість світильників, од.;

P1 – потужність старих світильників, кВт;

P2 – потужність нових світильників, кВт;

Kv – коефіцієнт використання світильників;

τp – години роботи світильника в рік, год/рік.

Підставляємо відповідні дані для ламп розжарювання:

$$\Delta W_p = (0,06 - 0,007) \cdot 271 \cdot 0,87 \cdot 5110 = 63853,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Витрати на придбання нових ламп, грн, знайдемо за формулою:

$$B_{II} = N \cdot p, \quad (3.10)$$

p – ціна лампи грн;

Підставляємо відповідні дані формулу (3.10):

$$B_{II} = 271 \cdot 47,6 = 12900 \text{ грн}$$

Витрати на утилізацію старих ламп, грн, знайдемо за формулою:

$$B_v = N \cdot p_v, \quad (3.11)$$

де: p_v – ціна на утилізацію лампи.

Для лампи розжарювання ціна становить p_v = 1,5 грн/од.

Підставляємо відповідні дані формулу (3.11):

$$B_{\text{Розж}v} = 271 \cdot 1,5 = 406,5 \text{ грн}.$$

Демонтаж старої системи та монтаж нової 6000 грн

Розрахунок річної економії, грн/рік, проведемо за формулою:

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

$$E_p = (B_n + B_y) \cdot T_e, \quad (3.12)$$

де: T_e – тариф на електроенергію станом на червень 2024 року, $T_e = 4,3$ грн/кВт·год.

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.12):

$$E_p = (12900 + 406,5 + 6000) \cdot 4,3 = 83018 \text{ грн/рік}$$

Знайдемо термін окупності, роки, за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{B_y}{E_p} \quad (3.13)$$

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.13):

$$T_{ок.} = \frac{19306,5}{83018} = 0,23 \text{ роки.}$$

Для інших заходів терміни окупності розраховуємо аналогічно ,результати занесемо в табл. 3.5-3.7

Таблиця 3.5 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Модернізація системи освітлення	19307	63853,6	83018	0,23

3.5.2 Встановлення датчиків присутності

У гуртожитку нерозумно залишати світло постійно ввімкненим на сходових клітинах та в коридорах, оскільки це призводить до значних витрат електроенергії. Для підвищення енергоефективності та зменшення кількості годин використання освітлювальних систем пропонується встановити датчики руху. Ці датчики автоматично вмикатимуть освітлення лише тоді, коли в зоні їх дії знаходяться люди. Таким чином, можна суттєво скоротити споживання електроенергії, знизити витрати на оплату комунальних послуг та продовжити

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

термін служби ламп. Встановлення датчиків руху сприятиме раціональному використанню ресурсів.

Люди перебувають у зазначених місцях щонайбільше 1000 годин на рік.

За умови заміни лам на LED економія складе:

$$W_{\partial} = P_{\text{під.заг}} \cdot (\tau - \tau_{\text{рег.під}}) \cdot 0,85 \quad (3.14)$$

де $P_{\text{під.заг}}$ – загальна потужність LED ламп в під'їзді;

$\tau_{\text{рег.під}}$ – час роботи, год/рік, освітлення після встановлення датчиків в під'їзді;

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

$$W_{\partial} = 1,05 \cdot (5110 - 1000) \cdot 0,85 = 3668,175 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

Пропонується встановити датчиків руху євросвітло SW-02B BLACK 180°, IP44, ціна яких за [2] становить 289 грн/штука



Загальна сума впровадження даного заходу з урахуванням проведення монтажу та додаткових витрат $B_{\text{д}} = 70000$ грн

Розрахунок річної економії, грн/рік, проведемо за формулою:

$$E_p = B_{\partial} \cdot T_e \quad (3,15)$$

$$E_p = 70000 \cdot 4,3 = 301000 \text{ грн} / \text{рік}$$

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.6 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності, рік
Встановлення датчиків присутності	70000	3668,175	301000	0,23

3.5.3 Встановлення фотовольтаїчної системи (ФЕС)

Пропонується встановлення фотоелектричних сонячних систем (ФЕС) у гуртожитку, що є вигідним та екологічним рішенням для зменшення енергоспоживання та зниження витрат на електроенергію. Встановлення ФЕС на даху забезпечить ефективне використання доступного простору, дозволяючи виробляти чисту енергію без зайняття додаткової площі на землі.

Для визначення потужності фотоелектричної станції (ФЕС) на східній і західній орієнтаціях даху в Київській області потрібно врахувати площу, доступну для встановлення панелей

$$F^{zx}_g = b \cdot (2a_1 + a_2) \quad (3.16)$$

b - ширина однієї частини скатного даху, м

a_1 - довжина I-го та III-го сектору скатного даху, м

a_2 - довжина II-го сектору скатного даху, м

$$F^{zx}_g = 8,4 \cdot (2 \cdot 27,3 + 31,18) = 720,5 \text{ м}^2$$

Для східної сторони приймем $F^{zx}_g = F^{cx}_g$

F^{zx}_n – площа західної сторони скатного даху з урахуванням затінь,
 $F^{zx}_n = 700 \text{ м}^2$

F^{cx}_n – площа західної сторони скатного даху з урахуванням затінь,
 $F^{cx}_n = 700 \text{ м}^2$

Необхідна потужність ФЕС становить 220 кВт

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

3 1 кВт встановленої потужності ФЕС для скотного даху за статистичними даними для Київської області 6-8 м²

На 6-8 м² скотного даху за статистичними даними для Київської області становить 1 кВт встановленої потужності ФЕС.

$$P_{фес} = \frac{F_n}{8} \quad (3.17)$$

$$P_{фес} = \frac{1440}{8} = 180 \text{ кВт}$$

$$W_{фес} = P_{фес} \cdot k \cdot 365 \cdot 24 \quad (3.18)$$

Де k - середньо річна генерація електроенергії для Сх та Зх Орієнтації, k=1100 кВт год

$$W_{фес} = 180 \cdot 0,11 \cdot 365 \cdot 24 = 173448 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Вартість ФЕС становить:

$$K_{фес} = P_{фес} \cdot 600 \cdot 42 = 180 \cdot 600 \cdot 42 = 4536000 \text{ грн}$$

Економія становить :

$$E = W_{фес} \cdot T \quad (3.19)$$

$$E_{фес} = 173448 \cdot 4,3 = 745826,4 \text{ грн} / \text{рік}$$

Термін окупності становить :

$$T = \frac{K_{фес}}{E_{фес}}$$

$$T = \frac{4536000}{745826,4} = 6,08 \text{ рік}$$

Таблиця 3.7 Фінансовий розрахунок заходу

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності, рік
Встановлення ФЕС	4536000	173448	745826,4	6,08

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.8 Заходи з енергозбереження

Назва ЕЗ	Вартість впровадження, грн	Економія, кВт год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Модернізація системи освітлення	19307	63853,6	83018	0,23
Встановлення датчиків руху	70000	3668,175	301000	0,23
Встановлення ФЕС	4536000	173448	745826,4	6,08

Висновки до розділу

Внутрішня електропроводка в незадовільному стані та потребує оновлення. Головний розподільний щит (ГРЩ) розподіляє електроенергію на дві секції: 1 - освітлення та розетки всіх поверхів, 2 - тепловпункт та освітлення підвалу. Це забезпечує рівномірний розподіл навантаження та підвищує надійність системи.

Основні групи споживачів: освітлення, побутове та силове обладнання. Загальне споживання електроенергії становить 284226,4 кВт·год/рік, де побутове обладнання споживає 239425,62 кВт·год/рік, освітлення – 41633,98 кВт·год/рік, а силове обладнання – 3166,8 кВт·год/рік. Найбільше споживають холодильники та інша побутова техніка.

Розрахунок показав, що на 624 місця у гуртожитку загальне навантаження становить 124,8 кВт, з урахуванням активної потужності. Для визначення навантаження було використано дані про потужність освітлювального та побутового обладнання.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Служба енергоменеджмента в КПІ

У Київському політехнічному університеті функціонує служба енергоменеджменту, яка займається організацією взаємодії університету з питань тарифної політики, обліку спожитих енергоресурсів з «Київенерго», «Київводоканалом» та іншими енергопостачаючими організаціями. Основні завдання цієї служби включають визначення програм інвестування для зниження енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища, а також організацію робіт щодо створення автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів.[16]

Служба активно бере участь у формуванні та реалізації енергетичної політики університету, впроваджуючи економічно ефективні методи управління енергоспоживанням з урахуванням екологічних аспектів. Вона надає комісії з енергозбереження пропозиції щодо тактики та стратегії енергозбереження в університеті та підвищення ефективності управління енерговитратами в підрозділах.

Також служба займається аналізом, систематизацією та веденням бази даних про енергоспоживання і втрати у системах енергопостачання університету, упорядкуванням енергетичних балансів по всіх енергоносіях і воді, наданням відповідної звітної інформації керівництву університету. Важливою є організація взаємодії з господарчими службами університету щодо ефективного використання енергоресурсів та впровадження екологічно сприятливої політики закупівлі і використання енергоресурсів.

					ОТ 01 03 03 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горохова А.І.			Енергоменеджмент та моніторинг	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Білоус І. Ю.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Виноградов-С. В. О.						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-01		

Служба визначає економічно доцільні шляхи підвищення енергоефективності як для нових, так і для існуючих підрозділів та приміщень університету, а також контролює витрати коштів, що виділяються на забезпечення її діяльності.

4.2 Структура відділу енергоменджменту та екології КПІ

Далі детально розглянемо організаційну схему системи енергоменджменту в навчальному закладі, наведену на рисунку 4.1.

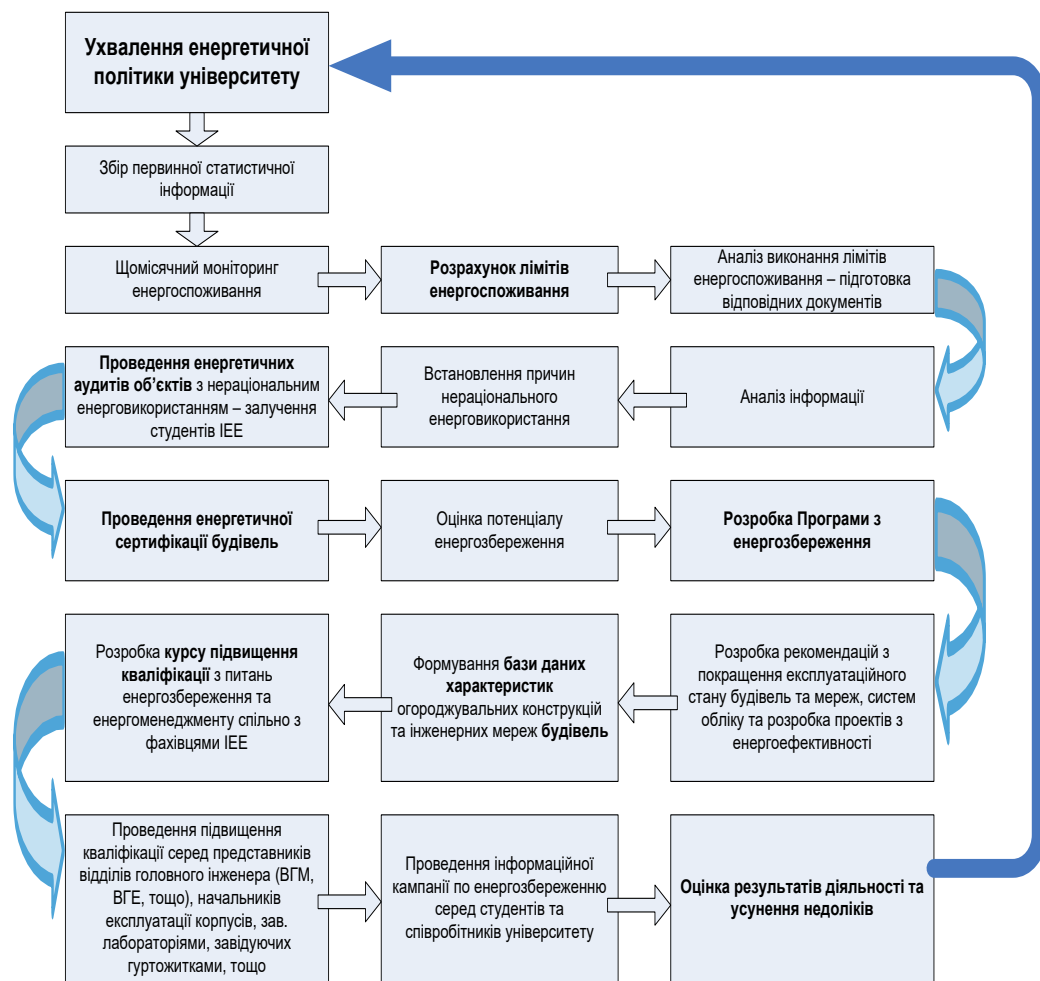


Рисунок 4.1 – Схема організації СЕНМ

Система енергоменджменту НТУУ «КПІ», створена у 2004 році, пройшла кілька етапів розвитку та вдосконалення. Вона повністю відповідає стратегічним документам державного рівня і є невід'ємною частиною

загальної структури управління університетом. Очевидною метою цієї системи є ефективне управління споживанням паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

В університеті впроваджена дворівнева система енергоменеджменту, яка складається з двох основних рівнів управління:

1. локальний рівень управління. На цьому рівні управління здійснюється Відділом енергоменеджменту та екології (СЕНМ), яка контролює енергоменеджмент в університеті. До складу СЕНМ входять головний енергоменеджер, інженер з теплоспоживання, інженер з електроспоживання, інженер з водоспоживання та адміністратор автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Цей відділ відповідає за координацію, моніторинг та оптимізацію споживання енергоресурсів в університеті.

2 Локальний рівень управління. На цьому рівні відповідальність за ефективне енергоспоживання покладається на спеціально призначених осіб у кожному корпусі. Їхнім завданням є управління системами споживання тепла, електроенергії та води конкретної будівлі. В університеті є 53 таких відповідальних особи, які контролюють енергоефективність на місцях і забезпечують раціональне використання ресурсів.

Така дворівнева система дозволяє НТУУ «КПІ» не лише відповідати державним стандартам, але й ефективно впроваджувати стратегію управління енергоефективністю, зменшуючи витрати на енергоносії та сприяючи сталому розвитку університету.

Основними завданнями відділу (СЕНМ) (рис. 4.2) є: моніторинг, аналіз та контроль енергоспоживання; швидке реагування на виявлені відхилення; проведення енергетичних обстежень; розробка пріоритетних інвестиційних заходів, як з швидкою віддачею, так і капіталомістких; координація та забезпечення взаємодії між підрозділами; організація інформаційно-просвітницьких кампаній; обмін досвідом та знаннями.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

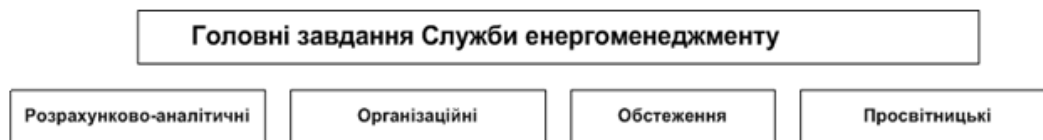


Рисунок 4.2 – Головні завдання відділу енергоменеджменту КПІ

Якщо ми введемо посаду відповідального за енергоменеджмент у першому гуртожитку, це значно підвищить ефективність енергоменеджменту та сприятиме значним економічним та екологічним вигодам. Відповідальна особа відповідатиме за моніторинг та аналіз енергоспоживання в гуртожитку, виявлення та усунення неефективного споживання енергії та впровадження заходів з підвищення енергоефективності.

Він забезпечуватиме тісну співпрацю з центральним відділом енергоменеджменту та екології університету, сприяючи ефективному впровадженню загально університетських енергетичних стратегій на рівні гуртожитку. Ця особа відповідатиме за своєчасне подання звітів про енергоспоживання, координацію з іншими підрозділами, що займаються питаннями енергозбереження, та участь в автоматизованій програмі енергомоніторингу та виставлення рахунків за спожиту енергію.

Введення посади відповідальної особи підвищить обізнаність мешканців гуртожитку про важливість енергозбереження, оскільки ця особа проводитиме інформаційні кампанії та освітні заходи з питань енергоефективності. Це сприятиме формуванню культури раціонального використання енергоресурсів серед студентів, які проживають у гуртожитку.

Таким чином, наявність особи, відповідальної за енергоменеджмент у першому гуртожитку, дозволить не лише зменшити витрати на енергоресурси, але й підвищити загальний рівень енергоефективності університету, зробивши значний внесок у захист довкілля

Висновки до розділу

У Київському політехнічному університеті функціонує служба енергоменеджменту, відповідає за облік і контроль енергоспоживання. Основні

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

завдання служби включають розробку інвестиційних програм для зниження енергоспоживання, моніторинг та аналіз витрат енергоресурсів, а також підвищення ефективності управління енерговитратами в університеті. Дворівнева система енергоменеджменту, яка складається з центрального відділу та місцевих відповідальних осіб у кожному корпусі, забезпечує ефективний контроль і раціональне використання енергоресурсів. Це сприяє зниженню витрат на енергію та впровадженню екологічно дружніх політик. Введення посади відповідального за енергоменеджмент у гуртожитку значно підвищить ефективність управління енергією, сприятиме економії ресурсів і формуванню культури енергозбереження серед студентів. Загалом, система енергоменеджменту КПІ успішно відповідає державним стандартам та сприяє сталому розвитку університету, забезпечуючи економічні та екологічні вигоди.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

5.1 Загальна характеристика

Будівля гуртожитку коридорного типу з п'ятьма поверхами має коридори і кімнати на кожному поверсі. Розташування світильників в такій будівлі має забезпечити достатнє освітлення для комфортного та безпечного пересування мешканців.

У довгих коридорах світильники розміщуються рівномірно по всій довжині коридору з інтервалом у 3 метри. На кожному перехресті коридорів встановлюються додаткові світильники для забезпечення достатнього освітлення в місцях переходу. Поблизу виходів на сходи встановлюються світильники для забезпечення освітлення на підходах до сходових кліток.

У коротких коридорах поблизу сходових кліток світильники встановлюються через кожні 2 метри для забезпечення достатнього освітлення в цих ділянках. Світильники розміщуються біля дверей кімнат для зручності мешканців.

У кожній житловій кімнаті встановлюється центральний стельовий світильник. Додаткові світильники можуть бути розміщені над робочими місцями та ліжками для забезпечення локального освітлення.

У санітарних кімнатах (туалетах та ванних) світильники встановлюються на стелі та, за необхідністю, над дзеркалами для забезпечення рівномірного освітлення. На основних сходах, на кожному поверсі і на кожному проміжку між поверхами встановлюються світильники для забезпечення освітлення сходів. Додаткові світильники розміщуються на початку і в кінці сходових маршів.

					ОТ 01 03 03 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горохова А. І.			Охорона праці та пожежна безпека під час модернізації системи електричного освітлення	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Третьякова Л.Д.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Виноградов-С. В.О.						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-01		

У загальних приміщеннях, таких як кухні, пральні та інші загальні приміщення, центральний стельовий світильник забезпечує основне освітлення. Додаткові світильники встановлюються над робочими поверхнями для покращення освітлення в місцях приготування їжі або виконання інших робіт.

Також встановлюються аварійні світильники в коридорах та сходових клітках для забезпечення безпеки у випадку відключення основного електроживлення. Використання світлодіодних ламп допомагає знизити енергоспоживання та підвищити ефективність освітлення. Для автоматизації встановлюються датчики руху у коридорах, що забезпечує економію електроенергії.

На території гуртожитку встановлено освітлення, яке здійснюється лампами розжарювання типу ЛР 60 (271 шт.), замінено на LED-лампу E27 7Вт 4000К. Технічні характеристики систем табл. 5.1

Таблиця 5.1 Технічні характеристики освітлювальних систем

Термін експлуатації	50000год
Напруга мережі	220 В1
Загальна потужність	16,26 Вт
Світловий потік	720 Лм
Коефіцієнт потужності (PFS)	0,9
Клас пожежонебезпечної зони	П-І П-ІІ
Клас електрозахисту	I
Джерело світла	LED-лампа

5.2 Перелік робіт та склад бригади

Для модернізації системи освітлення в гуртожитку будуть проведені наступні роботи в різних приміщеннях. У коридорах замінять існуючі лампи на світлодіодні, також замінять світильники на сходових маршах і встановлять датчики руху для автоматизації освітлення. У житлових кімнатах та санітарних приміщеннях також замінять лампи на більш енергоефективні, а в загальних

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

приміщеннях встановлять додаткові світильники над робочими поверхнями. На території гуртожитку також проведуть заміну ламп на світлодіодні для економії електроенергії.

Заміна світильників включає кілька етапів, кожен з яких має свої вимоги до охорони праці та пожежної безпеки. Роботи будуть проводитись влітку протягом 7 днів. Для виконання цих робіт необхідна бригада з 5 осіб. Роботи починаються з підготовчого етапу, який включає перевірку технічного стану об'єкта та ознайомлення з проектною документацією. Після цього проводиться інструктаж для всіх членів бригади з охорони праці та пожежної безпеки. Далі відбувається відключення електроживлення в зоні проведення робіт і встановлення попереджувальних знаків.

Наступним етапом є демонтаж старих світильників, який включає зняття їх з конструкцій, демонтаж кріплень та електричних з'єднань, а також упакування та переміщення демонтованих світильників до місця зберігання. Потім проводиться підготовка до монтажу нових світильників: перевірка комплектності та справності, підготовка кріпильних елементів та електричних з'єднань, а також випробування нових світильників перед монтажем.

Для монтажу та прокладання проводок потрібен працівник з кваліфікаційною групою не нижче IV. Монтаж нових світильників включає встановлення кріпильних елементів на конструкції, закріплення світильників і підключення електричних з'єднань. Після цього здійснюється перевірка працездатності та налаштування світильників.

Завершальні роботи включають очищення робочої зони від сміття, відновлення робочої зони до початкового стану та оформлення актів виконаних робіт. Для такої роботи потрібен працівник III кваліфікаційної групи.[7]

Бригада складається з

- керівника робіт,
- електромонтажників,
- техніка з охорони праці та пожежної безпеки
- підсобних робітників.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

5.3 Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників. Визначення шкідливих та небезпечних чинників

Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників включає оцінку потенційних шкідливих та небезпечних чинників. Основними небезпечними чинниками є електричний струм, який може спричинити ураження, пожежі або вибухи, а також висота роботи, що несе ризик падінь. До шкідливих чинників відносяться шум, вібрація, електромагнітне випромінювання, а також вплив шкідливих речовин, які можуть бути присутніми під час роботи з деякими електротехнічними матеріалами та обладнанням. Чинники умов праці та їх показники занесенні в табл.5.2

Таблиця 5.2. Чинники умов праці та їх показники

	Параметри мікроклімату		Важкість праці				Напруженість праці		
	Температура	Вологість	Переміщення вантажів	Робоче положення	Статистичні та динамічні навантаження	Категорія робіт	Тривалість зосередження	Тривалість активних дій	Змінність
Основні характеристики	Температура	Вологість	Переміщення вантажів	Робоче положення	Статистичні та динамічні навантаження	Категорія робіт	Тривалість зосередження	Тривалість активних дій	Змінність
Числове значення показника	20	50%	До 4 кг	«Стоячи»	55 Вт (250...300)(Вт год)	III категорія	60% робочого часу	70% робочого часу	1 зміна-5 годин
Визначення допустимості або шкідливості показників	Допустимі		Шкідливі				Допустимі		

5.4 Визначення фактичного значення небезпечних та шкідливих чинників

Визначення фактичного значення небезпечних та шкідливих чинників на робочих місцях електротехнічних працівників здійснюється шляхом вимірювань та оцінки параметрів таких чинників, як рівень електричного струму, шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання. Спеціалізовані прилади та методики дозволяють точно визначити концентрацію шкідливих речовин у повітрі та оцінити ризики для здоров'я і безпеки працівників. Перелік небезпек та ризиків професійних чинників занесенні в табл.5.3

Таблиця 5.3 - Перелік небезпек та ризиків професійних чинників

Категорія небезпеки	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
Фізичні	Робота назовні	Ймовірний	Значний	III
	Робота на висоті	Високо ймовірний	Катастрофічний	I
	Ураження струмом	Високо ймовірний	Катастрофічний	I
	Шум	ймовірний	Низький	III
	Нагріті поверхні	малоймовірний	Низький	III
Хімічні	відсутні			
Рідина	відсутні			
Біологічні	Опіки	ймовірний	Значний	III

Отже, умови праці шкідливі присутні різні категорії категорії. Але найвагоміші є ризики I категорії.

5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці є критичним для забезпечення безпечних умов роботи електротехнічних працівників. Технічні заходи включають впровадження сучасних засобів індивідуального захисту, таких як ізолюючі рукавички, захисні окуляри, каски та спеціальний одяг. Важливо також використовувати інструменти та обладнання, що відповідають стандартам безпеки, та регулярно проводити їх технічний огляд і обслуговування. Організаційні заходи передбачають проведення регулярних інструктажів з охорони праці та тренувань з безпечних методів виконання робіт. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпечної роботи з електрообладнанням та на висоті, а також з діями у разі аварійних ситуацій.

Згідно з [8], гранична маса вантажу при перенесенні вручну одним працівником рівною горизонтальною поверхнею на відстань не більше 25 м не повинна перевищувати: 30 кг для чоловіків і 10 кг для жінок. Це положення підкреслює важливість дотримання норм фізичного навантаження для запобігання травмам та перевтомі.

Крім того, варто застосовувати організаційні заходи, такі як ротація працівників на різних робочих місцях для зменшення монотонності та фізичного навантаження, а також забезпечення регулярних перерв для відпочинку. Таким чином, вибір та впровадження технічних та організаційних заходів з безпеки праці дозволяють ефективно знижувати ризики та забезпечувати здоров'я і безпеку працівників на робочих місцях.

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

Вибір засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) необхідний для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників з метою забезпечення безпеки та здоров'я працівників. ЗІЗ зменшують ризик отримання травм, захворювань і підвищують ефективність праці в умовах потенційно небезпечного середовища. Засоби індивідуального захисту занесенні в табл. 5.4.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Таблиця 5.4 Засоби індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування	Термін використання	Технічні характеристики
Захисний одяг (напівкомбінезон, куртка)	Захист від механічних ушкоджень, захист від згарищ	ArtMas PROCOTTON GREY 100% бавовни	2 роки використання	Куртка захищає від високих температур, іскор, лугів та кислот.
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	Talan Standart	5 місяців	Демісезонне взуття для виконання різних монтажних робіт
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавиці покриті латексом для загальних робіт	Одна робоча зміна	Під час виконання монтажних робіт
Захист рук	Захист від ураження струмом	Рукавиці діелектричні латексні	1 рік	Під час виконання монтажних робіт
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень	PACIFIC поліпропілен	2 роки	Температура експлуатації -40°C до +40°C..
Захист очей	Зниження рівня шуму на 10 дБА	MONOLUX, м'який ПВХ перфорований	1 рік	Засоби індивідуального захисту очей
Захист органів слуху	Зниження рівня шуму на 10 дБА	«ДіПО» Поліуретан	12 місяців	Під час робіт з високим рівнем шуму
Строп стрічка	Захист для роботи на висоті	АН201200С Строп з плетеного шнура	1 рік	Для роботи на висоті понад 1,3 м
Пояс лямковий	Захист для роботи на висоті	ІЛК2 широкий синтетичний стрічка	1 рік	М. Петлі мають страхувальні кільця, призначені для кріплення та підвісок для ніг.

ОТ 01 03 03 ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис

5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Заміна системи освітлення в гуртожитку є відповідальною та потенційно небезпечною операцією. Впровадження систематичних заходів запобігання та готовність до швидкої реакції у випадку виникнення надзвичайних ситуацій є критично важливими для забезпечення безпеки всіх учасників процесу. Тільки через комплексний підхід можна мінімізувати ризики та забезпечити безпечні умови для проведення робіт [18]. Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки табл.5.4.

Таблиця 5.4 Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Вогнегасники	ВВК-2, пересувний, тривалість дії - 25 с, довжина струменя - 5 м	В приміщенні, розміщено в коридорах через 70 м. І категорія, приміщення з нафтопродуктами
Димові датчики	Apollo 65, оптичний димовий датчик, живлення батарея 9 В, чутливість 0.5% дим/м	У коридорах, кімнатах, на сходових клітках, один датчик на кожні 50 м
Пожежні сигналізаційні системи	"Сигнал-20П", макс. кількість зон: 20, живлення 220 В, час роботи від акумулятора до 24 годин	Центральний блок на першому поверсі, сповіщувачі на кожні 50 м ²
Пожежні щити	ПЩ-1, лом, сокира, відро, багор, пісок, лопата	У коридорах на кожному поверсі, один щит на кожні 200 м
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, плани евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов	Відділ з охорони праці, органи державного пожежного нагляду
ЗІЗ		
Комбінезон вологозахисний	Комбінезон вологозахисний PORTWEST S452 Sealtex	Багаторазового використання, термін експлуатації 5 років
Протигаз	Протигаз АЗ ГП9 (ППМ88) з фільтром (маска панорамна ,фільтр)	Температура зберігання – від 30 С до 170 С. Термін зберігання – 15 років

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

5.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації системи освітлення

Проведем розрахунок вимикаючої здатності електричної освітлювальної мережі використавши формули 5.1 - 5.2

Освітлювальна мережа виконана кабелем АВВГ (5·25).

Активний опір захисного проводу розрахуємо за формулою

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (pl_i)}{S_i} \quad (5.1)$$

Де r - питомий опір алюмінію $r=0,0028$ (Ом мм²)/м

l_i - довжина кабельної лінії $l_i= 150$ м

S_i -площа перерізу кабельної лінії $S_i=25$ мм²

Підставляємо значення у формулу

$$r = \frac{28 \cdot 10^{-4} \cdot 150}{25} = 0,0168 \text{ Ом}$$

Струм КЗ:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{r_{\phi} + r + \frac{r_{TP}}{5}} \quad (5.2)$$

U_{ϕ} - фазна напруга $U_{\phi}=220$ В

r_{ϕ} - активний опір фазного проводу $r_{\phi}=1,28$ Ом

r - активний опір захисного проводу $r=0,0168$ Ом

r_{TP} - активний опір трансформатора $r_{TP}=0,07$ Ом

Підставимо значення у формулу (5,2)

$$I_{кз} = \frac{220}{1,28 + 0,0168 + \frac{0,07}{5}} = 0,17 \text{ кА}$$

Перевіримо значення автоматичного пристрою

$$I_{кз} \geq 1,25 I_{авт ном}; \quad (5,3)$$

Де $I_{авт ном}$ – номінальний струм автоматичного пристрою, відповідно 25 А;

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

0,17 ≥ 1,25 0,025.

Умова виконується.

Висновки до розділу

Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників
Проведений аналіз показав, що умови праці електротехнічних працівників можуть бути потенційно небезпечними через вплив різних факторів, таких як електричний струм, висота роботи, шум та інші. Для оцінки ризику та забезпечення безпеки працівників необхідні ретельні аналіз та впровадження відповідних заходів.

Проведений аналіз фактичних значень небезпечних та шкідливих чинників, таких як електричний струм, шум, вібрація та інші, дозволив зрозуміти рівень їх впливу на здоров'я працівників та визначити необхідність впровадження заходів з їх зменшення.

Оцінка ризику та визначення групи ризику дозволили зрозуміти ступінь небезпеки на робочих місцях та визначити пріоритетні напрямки для забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

В результаті цих досліджень отримано якісні та кількісні показники, які дозволяють обґрунтувати достовірність результатів та визначити необхідність впровадження певних заходів для забезпечення безпеки та здоров'я працівників у робочих умовах.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Висновки

Завданням дипломного проекту було підвищення рівня енергоефективності гуртожитку №1 НТУУ КПІ в м. Київ та впровадження комплексу енергозберігаючих заходів для покращення теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі й підвищення ефективності інженерних систем.

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

- Утеплення зовнішніх стін;
- Заміна світлопрозорих конструкцій;
- Утеплення даху;
- Утеплення підлоги;
- Встановлення нової системи вентиляції;
- Впровадження системи енергомоніторингу.

Для зменшення споживання електричної енергії були запропоновані такі заходи:

- Заміна ламп розжарювання та люмінесцентних світильників;
- Встановлення датчиків руху;
- Встановлення фотоелектричних систем (ФЕС).

Комплекс енергоефективних заходів дозволяє підвищити клас енергоефективності будівлі з «G» до «B», що відповідає мінімальним вимогам щодо класу енергоефективності будівель. Запропоновані заходи сприяють зменшенню енергоспоживання та економії енергоресурсів, що, в свою чергу, дозволяє економити фінанси.

Крім того, було проаналізовано систему енергетичного менеджменту та моніторингу в місті Чернігів, зокрема в гуртожитку. В результаті роботи були наведені рекомендації щодо створення служби енергетичного менеджменту (СЕНМ) у досліджуваному об'єкті.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Список використаної літератури:

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-НБ В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2010-12-16]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с. – (Національний стандарт України).
2. Датчик руху настінний Євросвітло SW-02B BLACK 180°. Євросвітло.: <https://evrosvet.com.ua/product/datchik-dvizheniya-nastennyu-evrosvet-sw-02-180-belyy/>
3. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. зі Зміною №64 від 15 лютого 2010 року. – [Чинний від 01.10.2010]. - К.: Міністерства регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 108 с.
4. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення, чинний від 01.03.2019, Вид. офіц. 2018.
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, чинний від 01.01.2014. Вид. офіц. 2013.
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель, чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. 2021.
7. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1999. 56 с. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 98 НТУУ.0017113.074 ПЗ
8. ДСН Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу /Міністерства охорони здоров'я України 8.04.2014 р. № 248
9. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання, чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. 2022.
10. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель, чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. 2022.

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			

11. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 2662985 ; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).

12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [Уведений вперше; чинний від 2015.01.01]. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.

13. ДСТУ Б В.2.6-75:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції металеві будівельні. Загальні технічні умови, чинний від 01.01.2010. Вид. офіц. 2008.

14. ДСТУ Б В.2.7-318:2016 Вата мінеральна. Технічні умови, чинний від 01.07.2017. Вид. офіц. 2016.

15. НАКАЗ 27.10.2020 № 260. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.

16. Офіційний сайт відділу енергоменеджменту та екології КПП https://kpi.ua/web_sem

17. Офіційний сайт платформи «E-Audit»: <https://e-audit.escoua.com/user/sign-in?next=/home/>

18. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317

					ОТ 01 03 03 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис			