

**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

« ____ » _____ 2023 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
на здобуття ступеня бакалавра**

за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

на тему: Підвищення енергетичної ефективності навчального корпусу №11
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Виконав: студент - IV курсу, групи ОТ-91

_____ Мудраков Олександр Вадимович _____

(підпис)

Керівник _____ к.т.н., старший викладач Шевченко О.М. _____

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доцент, Інна БІЛОУС _____

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

Нормоконтроль к.т.н., доцент, Віктор ШКЛЯР _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент _____ к.т.н., доцент Марина ШОВКАЛЮК _____
(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 – 2023 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 «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

_____ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

« ___ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Мудракову Олександрову Вадимовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема проєкту:** Підвищення енергетичної ефективності навчального корпусу №11 КПІ ім. Ігоря Сікорського

керівник проєкту к.т.н.старший викладач Шевченко О.М.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «29» травня 2023 р. №2039-с

2. Термін подання студентом проєкту « 16 » червня 2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Споживання ресурсів за 3 роки, опис об'єкту, договірні навантаження, схеми мереж тепло-, електро-, водопостачання об'єкту

4. Зміст пояснювальної записки:

а) основна частина:

- теплотехнічна Енергетичний аудит системи тепlopостачання навчального корпусу №11 КПІ ім. Ігоря Сікорського

- електротехнічна Енергетичний аудит системи електропостачання навчального корпусу №11 КПІ ім. Ігоря Сікорського

б) енергетичний менеджмент Комплекс організаційних заходів необхідний для впровадження заходів

в) охорона праці Охорона праці та пожежна безпека під час модернізації ІТП

5. Перелік графічного матеріалу: Принципова схема ІТП, термограми, розрахунок енергопотреби, Однолінійна схема ТП 1640, графік споживання по роках, поверховий план об'єкту діаграми по споживанню, Заходи з енергозбереження.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та по-сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електротехнічна частина	<i>Білоус І.Ю., доцент</i>		
Охорона праці	<i>Третьякова Л.Д., професор</i>		
Нормоконтроль	<i>Шкляр В.І., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 17 квітня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Загальна характеристика об'єкту	20.05 - 09.06 2023	
2.	Розрахунок теплотехнічної частини	20.05 - 09.06 2023	
3.	Розрахунок електротехнічної частини	20.05 - 09.06 2023	
4.	Енергетичний менеджмент	20.05 - 09.06 2023	
5.	Охорона праці	20.05 - 09.06 2023	
6.	Підготовка графічного матеріалу	20.05 - 09.06 2023	
7.	Нормоконтроль	12.06-14.06 2023	
8.	Перевірка на плагіат	12.06-14.06 2023	
9.	Попередній захист	15.06-16.06 2023	

Студент

(підпис)

Олександр МУДРАКОВ

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту

(підпис)

Олена ШЕВЧЕНКО

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

на тему: Підвищення енергетичної ефективності навчального корпусу №11
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ – 2023 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект включає п'ять розділів, а його пояснювальна записка складається з 88 сторінок основного тексту. У тексті роботи міститься 19 ілюстрацій, 35 таблиць і 27 посилань на джерела літератури.

Метою проекту було підвищення рівня енергоефективності навчального корпусу №11 КПІ ім. Ігоря Сікорського. Впровадження запропонованих заходів з енергозбереження сприятиме зменшенню споживання енергоресурсів. Враховуючи короткі терміни окупності, впровадження проектів матиме значний економічний ефект.

Ключові терміни, що використовуються в роботі: навантаження, потужність, енергозбереження, енергоспоживання, втрати, економія та енергетичний аудит.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The explanatory note of the diploma project consists of five sections, with the main text comprising 88 pages. The main text includes 19 illustrations, 35 tables, and 27 bibliographic references according to the reference list.

The objective of the project was to improve the energy efficiency level of the educational building No. 11 at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. The implementation of the proposed energy-saving measures will help reduce energy consumption. The economic impact of implementing the proposed projects is significant, as indicated by the short payback periods.

Keywords: load, power, energy saving, energy consumption, losses, savings, energy audit.

					HTУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів.....	8
ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Характеристика об'єкту дослідження.....	10
1.2 Аналіз фактичного енергоспоживання.....	15
2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	20
2.1 Система теплопостачання.....	20
2.2 Розрахунок потужності системи опалення.....	21
2.2.1 Розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції.....	21
2.2.1.1 Обстеження зовнішніх стін.....	24
2.2.1.2 Обстеження вікон.....	25
2.2.1.3 Обстеження даху.....	26
2.2.1.4 Обстеження дверей.....	28
2.2.1.5 Обстеження підлоги.....	28
2.2.2 Додаткові втрати теплоти.....	29
2.2.3 Додаткові теплові надходження.....	30
2.2.4 Розрахункова потужність системи опалення.....	32
2.3 Облік споживання теплової енергії.....	32
2.4 Тариф на спожиту теплову енергію.....	35
2.5 Аналіз споживання теплової енергії.....	35

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Система водопостачання.....	38
2.8 Облік водопостачання.....	39
2.9 Тариф на спожити холодну воду.....	39
2.10 Заходи з енергозбереження в системі тепlopостачання.....	40
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкту.....	49
3.2 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкту	51
3.3 Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкту	51
3.4 Розрахунок навантаження об'єкту.....	55
3.5 Графік добового споживання активної енергії.....	62
3.6 Облік споживання електричної енергії.....	63
3.7 Тариф на спожити електричну енергію.....	63
3.8 Заходи з енергозбереження в системі електропостачання.....	64
4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ.....	70
4.1 Характеристика діяльності служби енергоменеджменту.....	70
4.2 Результати діяльності служби енергоменеджменту.....	72
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ЗАМІНИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	75
5.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики	75
5.2 Визначення обсягів і послідовності робіт під час модернізації енергетичного об'єкту.....	76
5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях. Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків...	77
5.4 Вибір техніко-організаційних заходів з безпеки праці.....	80
5.5 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек.....	82
5.6 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж.....	84
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

СКОРОЧЕННЯ

ЗВО- заклад вищої освіти;
ІТП – індивідуальний тепловий пункт;
ГВП – гаряче водопостачання;
ОК – огорожувальні конструкції;
ЛБ – люмінесцентні лампи;
LED – світлодіодні лампи;
ТП – трансформаторна підстанція;
ГРЩ – головний розподільний щит;
НШВЧ – небезпечні та шкідливі виробничі чинники.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

B – витрата палива;
 Q – теплота;
 Q^P_H – нижча робоча теплота згорання палива;
 $t_{вн}$ – внутрішня температура;
 $t_{p.o}$ – розрахункова температура на опалення; δ – товщина шару огорожувальної конструкції;
 λ – коефіцієнт теплопровідності..

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Енергетичний аудит - це процес дослідження підприємства, організації або його частин з метою виявлення можливостей зекономити енергію шляхом впровадження ефективних методів використання енергоресурсів. Під час енергетичного аудиту аналізується споживання палива й енергії, і на основі його результатів надаються рекомендації щодо оптимального використання енергетичних ресурсів. Об'єктом енергетичного аудиту може бути підприємство, організація, енергетичне устаткування або будь-який пристрій, що виробляє, перетворює, передає або споживає енергію.

Головна мета енергетичного аудиту полягає в тому, щоб надати допомогу суб'єктам господарювання у визначенні напрямів ефективного використання енергії.

Метою виконання дипломної роботи є проведення енергоаудиту навчального корпусу №11 КПІ ім. Ігоря Сікорського, формування звіту з відповідними заходами та рекомендаціями щодо підвищення рівня енергоефективного даного об'єкту.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика об'єкту дослідження

Об'єктом енергетичного аудиту є навчальний корпус КПІ ім. Ігоря Сікорського №11 (рис. 1.1). Який знаходиться за адресою: м. Київ вул. академіка Янгеля 7-а. Навчальний корпус №11 було збудовано у 1963 році, він складається з 3 поверхів.

На рисунках 1.1 та 1.2 зображено зовнішній вид об'єкту.



Рисунок 1.1 – Зображення об'єкту. Вид зверху



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд будівлі станом на 2023 рік

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Загальні відомості про об'єкт дослідження	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Мудраков О.В.						
<i>Перевір.</i>		Шевченко О.М.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Шкляр В.І.						
<i>Затвер.</i>								
						ІЕЕ, ОТ-31		

1.2 Обстеження енергетичних систем об'єкта

Обстеження енергетичних систем об'єкта - це комплексний процес, спрямований на оцінку та аналіз енергоефективності та стану енергетичних систем об'єкта. Ця процедура включає в себе систематичний перегляд, дослідження та оцінку різних аспектів енергопостачання, енергозбереження та використання ресурсів, що впливають на функціонування об'єкта.

Під час обстеження здійснюються детальний аналіз енергетичних систем, включаючи системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, електропостачання, освітлення та інші системи, які використовують енергію. Вони оцінюють ефективність роботи систем, виявляють можливі проблеми, втрати енергії та ризики, пов'язані з енергетичними системами.

1.2.1. Система тепlopостачання

Система тепlopостачання будівлі централізована, з центральним якісним регулюванням за температурним графіком, в якому відсутнє регулювання температури в приміщеннях, опалювальні прилади встановлені біля зовнішніх стін.

Тип системи опалення відноситься до однотрубною (з постійним гідравлічним режимом). Під час енергетичного обстеження, встановлено що система не налагоджена на вітках системи балансувальна арматура вісутня. Опалювальні прилади системи опалення – чавунні радіатори.

Довжина трубопроводів розводки системи опалення будівлі складає – 168 м.

Довжина трубопроводів вертикальні стоків будівлі складає – 390 м.

Діаметр – 40 мм із товщиною ізоляції в 0,01м.

Існуючий тепловий пункт (рис.1.3) знаходиться у приміщенні 1-го поверху навчального корпусу №11.

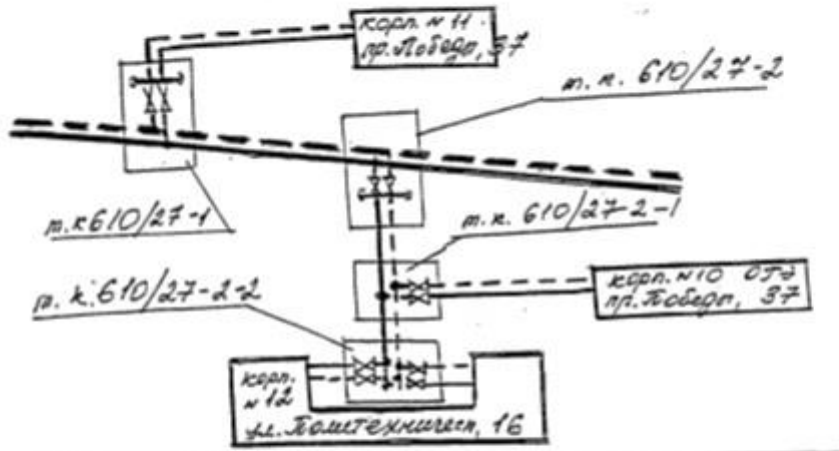
					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Основні характеристики та умови теплопостачання об'єкту

№ пп	Показник	Од. вимір.	Кількість
			Згідно договору №910610,
1	Теплове навантаження	ккал/год	320000
	В т.ч.		
	опалення	ккал/год	240000
	гаряче водопостачання (середнє)	ккал/год	80000
	гаряче водопостачання (максимальне)	ккал/год	80000
	вентиляція	ккал/год	-
2	Тиск в подавальному трубопроводі	Мпа	0,9
		Кгс/см ²	9,0
3	Тиск в зворотному трубопроводі	Мпа	0,38
		Кгс/см ²	3,8
4	Теплоносій		вода
5	Розрахункова температура прямої мережної води в зимовий період	°С	150
6	Фактична температура прямої мережної води в зимовий період	°С	115
7	Температура прямої мережної води в літній період	°С	70
8	Температура зворотної мережної води в зимовий період	°С	70
9	Температура зворотної мережної води в літній період	°С	30

Схема

абонентської теплотраси, що знаходиться на балансі «Абонента»
(Складається «Абонентом». В одній тепловій камері, на теплотрасі, на естакаді не повинно бути обладнання, яке обслуговується різними організаціями)



Технічна характеристика теплотраси:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Магістраль № 1 | Теплове джерело: Ок. Студентів |
| 2. Теплова камера (вузол приєднання) ... м. ст. ст. канал | |
| 3. Тип прокладки ... мікроканал | |
| 4. Діаметр трубопроводів ... 2 ф 159 х 4,5; 2 ф 108 х 4; 2 ф 76 х 3; 2 ф 57 х 3; 2 ф 42 х 3; 2 ф 27 х 3 | |
| 5. Довжина ділянок теплотраси ... 15,0; 20,0; 25,0; 120,0 | |
| 6. Вид ізоляції теплотраси ... мін. вата | |

Умовні позначення :

1. Теплотраса, що знаходиться на балансі «Абонента»
2. Теплотраса, що знаходиться на балансі «Енергопостачальної організації»



Рисунок 1.4 – Схема балансового розмежування теплових мереж

На рисунку 1.4 зображено схему балансового розмежування теплових мереж, та її технічні характеристики.

1.2.2. Система вентиляції

Система вентиляції будівлі являє собою систему з природним спонуканням (провітрювання, інфільтрація через нещільності в огорожувальних конструкціях).

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

1.2.3. Система гарячого водопостачання

Гаряче водопостачання у корпусі відсутнє.

1.2.4. Система електропостачання

Живлення навчального корпусу №11 електричною енергією здійснюється від ТП-1640 двома кабельними лініями (ААШв 0,38 – 4×50, довжиною 43 м; ААБ 0,38 – 4×70, довжиною 45 м) від двох трансформаторів ТМ-630/10/0,4.

Живлення трансформатора здійснюється від РП 46.І та РП 46.ІІ за допомогою двох кабельних ліній ААШв 0,4 – 3×120, довжиною 413 м та ААШв 0,4 – 3×150, довжиною 415 м відповідно.

Технічний облік електроенергії спожитої корпусом здійснюється двома лічильниками СА4У-И672М, які використовуються для вимірювання активної електричної енергії змінного струму в трифазних трьох-провідних ланцюгах змінного струму з включенням через трансформатори струму. Лічильники підключені до системи АСКОЕ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

На рис 1.5 Наведено генплан КПІ ім. Ігоря Сікорського з нанесенням ТП та РП, від яких здійснюється електропостачання об'єктів. В тому числі ТП 1640, від якого заживлено корпус №11.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 – Схема електропостачання об’єктів КПІ ім. Ігоря Сікорського

1.2.5. Система водопостачання

В будівлі влаштовано систему господарсько-протипожежного водопроводу. Основна мережа має діаметр 400 мм. Корпус № 11 отримує воду з міської магістралі через трубу діаметром 150 мм, яка прокладена по вулиці Політехнічна 14. Корпус № 11 забезпечується водою через відгалуження діаметром 100 мм. Лічильник води встановлено в холі корпусу. Система каналізації має три виводи з дворової каналізаційної мережі до районної мережі, діаметри яких становлять 200 мм, 150 мм і 250 мм.

На рисунку 1.6 наведено фрагмент генплану КПІ ім. Ігоря Сікорського з нанесенням мереж водопостачання та водовідведення.

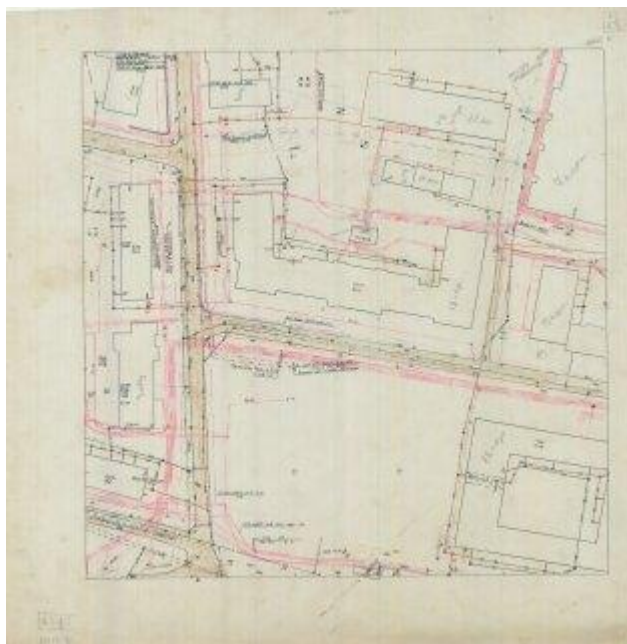


Рисунок 1.6 – Схема мереж водопостачання та водовідведення КПП ім. Ігоря Сікорського

1.3 Аналіз фактичного енергоспоживання

В навчальному корпусі використовуються різні енергоносії, зокрема електрична енергія, теплова енергія та холодна вода. Споживання цих енергоресурсів вимірюється і контролюється через прилади обліку електричної та теплової енергії, а також води.

Теплова енергія, яка постачається до корпусу, використовується виключно для опалення приміщень. На 1 поверсі будівлі обладнано тепловий пункт, що оснащений приладом обліку теплової енергії.

Електроенергія, що споживається в корпусі, використовується для освітлення навчальних приміщень, місць загального користування, для живлення електричних приладів та апаратури, забезпечення роботи Малуго спортивного ядра КПП ім. Ігоря Сікорського. Електроживлення корпусу забезпечується

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двома стояками: кабелем ААШВ (0,38–4х50) та кабелем ААБ (0,38–4х70). Холодна вода використовується для забезпечення роботи санвузлів та протипожежних стояків.

Узагальнюючи, в навчальному корпусі використовуються електрична енергія для освітлення та електричних приладів, тепла енергія для опалення та холодна вода для санвузлів та протипожежних систем. Занесемо у таблиці 1.4 - 1.7, данні по елетроспоживанню, теплоспоживанню та водоспоживанню відповідно, за 2019-2021 р.р. та дані по середній температурі за ці роки у таблицю 1.5. Згідно з даних.[1] та зобразимо графік споживання електричної енергії за 2017-2019 р.р

Таблиця 1.4 – Річне споживання електричної енергії за 2019-2021 р.р.

Електроенергія						
Місяць	2019		2020		2021	
	кВт*год	Грн	кВт*год	Грн	кВт*год	Грн
Січень	14074	33400,14	11836	27164,61	8301	1988,45
Лютий	14326	33998,18	12294	28215,76	11750	29129,85
Березень	10947	25979,20	9807	22507,89	9281	23008,79
Квітень	12391	29438,34	12 799,20	23375,07	15807	39189,57
Травень	9764	23197,15	9922	18120,78	11313	29095,63
Червень	10266	24389,80	7462	13627,75	8968	23064,58
Липень	7131	18832,00	5850	11641,83	7636	19638,85
Серпень	7227	18236,06	6550	13722,60	8214	21687,60
Вересень	8459	19359,30	7862	16470,81	8604	25306,39
Жовтень	11219	25790,01	7278	15546,99	12661	39676,28
Листопад	17224	39594,19	15005	33384,02	17166	53793,78
Грудень	12689	29169,22	11366	26277,01	14853	46545,44
Всього за рік	135717	321383,59	111481,2	250054,78	134554	352125,21

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

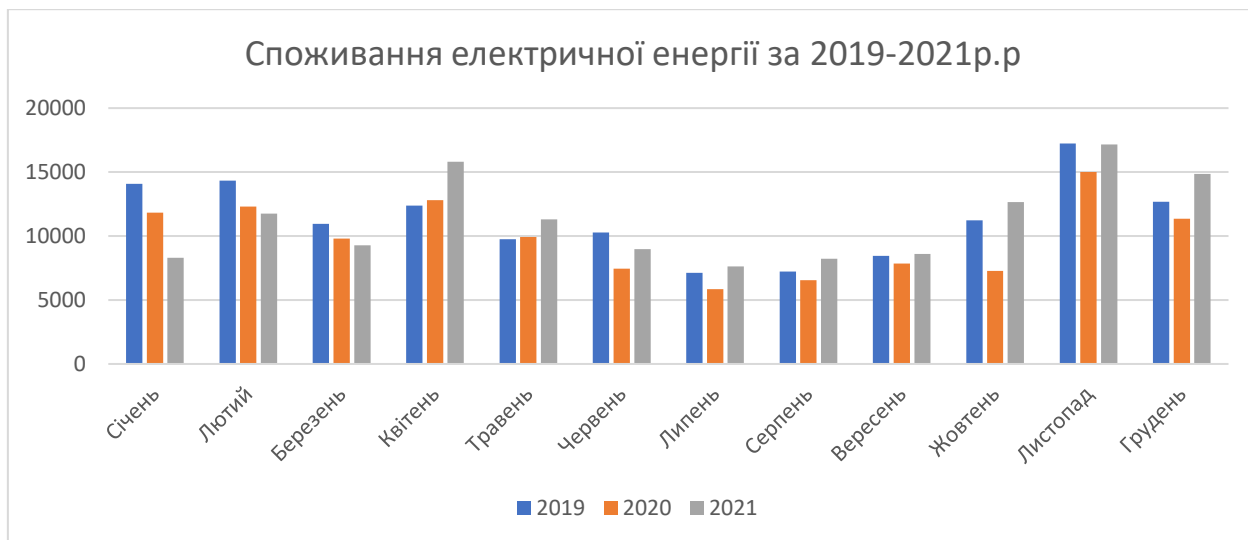


Рисунок 1.7 – Графік споживання електричної енергії за 2017-2019 р.р

Таблиця 1.5 – Середня температура навколишнього середовища за 2019-2021 р.р.

Місяць	Середня температура		
	2019	2020	2021
Січень	-4	-5,8	-5,2
Лютий	-1,2	1,9	-0,7
Березень	3,9	4,3	3,97
Квітень	10,2	11,2	8,3
Травень	15,3	14	16,3
Червень	19,1	19,6	20,1
Липень	21,2	21	21,4
Серпень	21,2	20,9	21,9
Вересень	15,8	15,6	16,8
Жовтень	6,9	6,1	7,9
Листопад	2,6	1,4	2,9
Грудень	-0,4	-2,2	-0,3

Графік середньої температури навколишнього середовища за 2019 - 2021 р.р. зображено на рисунку 1.8.

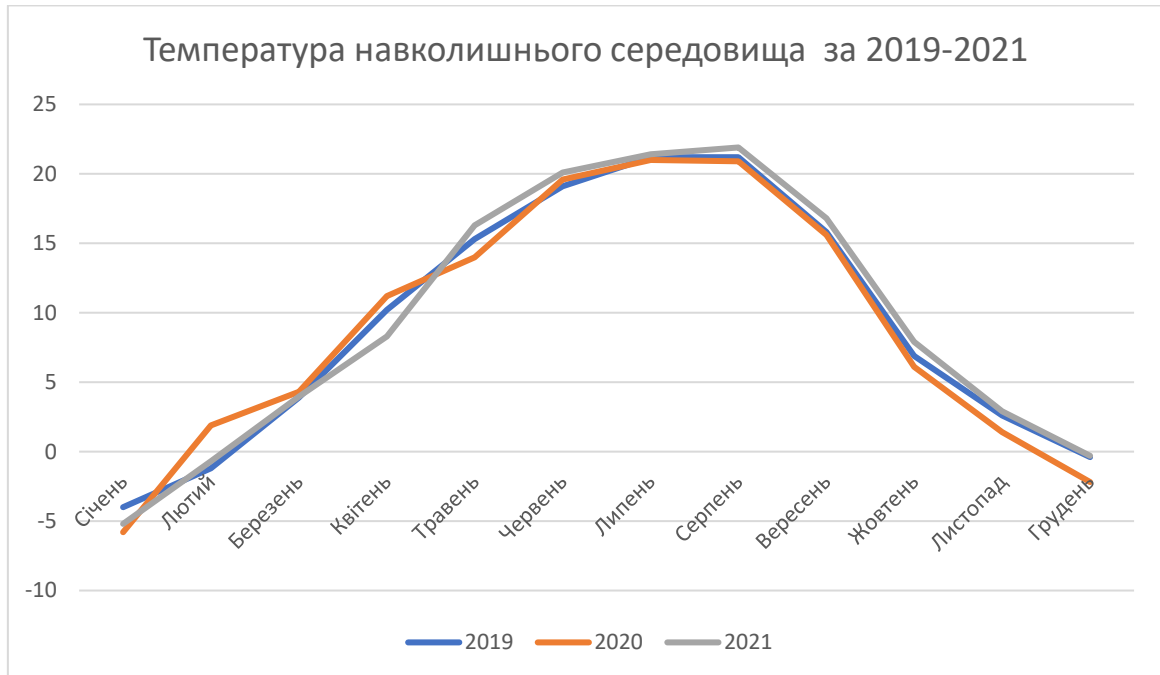


Рисунок 1.8 – Середня температура навколишнього середовища за 2019-2021 р.р.

Дані про споживання теплової енергії зведемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.6 – Споживання теплової енергії за період 2019-2021 р.р.

Теплова енергія						
Місяць	2019		2020		2021	
	Гкал	Грн	Гкал	Грн	Гкал	Грн
Січень	71,06	130008,19	50,46	77244,64	65,04	95242,41
Лютий	54,12	98627,86	63,38	88937,47	58,11	74596,48
Березень	36,17	65923,21	57,67	80917,94	37,32	69482,74
Квітень	9,65	17582,44	0	0	0	0

Продовження таблиці 1.6

Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	0	0	0	0	0	0
Листопад	32,74	59665,11	15,15	20559,13	17,28	24993,11
Грудень	55,08	80 304,80	55,69	75 578,46	57,03	81512,65
Всього за рік	258,82	452111,61	242,35	343237,64	234,78	345827,3 9

Споживання теплової енергії за місяцями зобразимо на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Графік споживання теплової енергії за 2019-2021р.р.

Вода використовується для технічних та санітарно-гігієнічних потреб. Зазвичай, у серпні споживання холодної води зменшується у зв'язку з відпускним періодом. Протягом навчальних семестрів споживання води значно зростає. Дані про споживання холодної води зведемо до таблиці 1.7.

Споживання води за місяцями зобразимо на рисунку 1.10.

Графіки та дані таблиць показують, що споживання енергії у навчальному корпусі відповідає режиму роботи. У зимовий період споживання теплової та електричної енергії зазвичай збільшується, що може бути пов'язано з опалювальним періодом та зменшенням тривалості світлового дня у холодну пору року. У літній період спостерігається значний спад споживання електроенергії, а також відсутність постачання теплової енергії, що може бути пояснено зменшенням активності та відсутністю необхідності в опаленні та електроенергії під час канікул та літнього відпочинку.

Таблиця 1.7 – Споживання холодної води за 2019-2021 р.р.

Холодна вода						
Місяць	2019		2020		2021	
	М ³	Грн	М ³	Грн	М ³	Грн
Січень	125	2547	109	2269,38	33	572,55
Лютий	91	1854,216	123	2560,86	62	1075,7
Березень	96	1956,096	115	2394,3	70	1214,5
Квітень	135	2750,76	97	2019,54	97	1682,95
Травень	156	3178,656	78	1623,96	95	1648,25
Червень	179	3647,304	100	2082	160	2776
Липень	174	3545,424	57	1186,74	168	2914,8
Серпень	185	3769,56	74	1540,68	174	3018,9
Вересень	191	3891,816	160	3331,2	179	3105,65
Жовтень	174	3545,424	99	2061,18	162	2810,7
Листопад	169,40	3451,6944	124	2581,68	163	2828,05
Грудень	95,6	1947,9456	132	2748,24	157	2723,95
Всього за рік	1771	36085,896	1268	26399,76	1520	26372

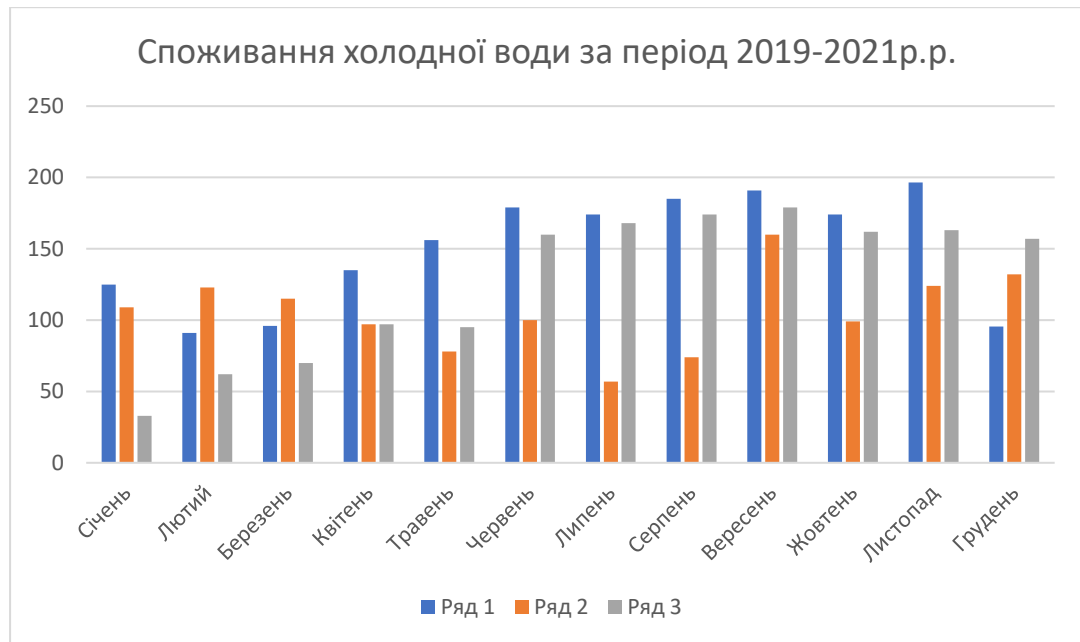


Рисунок 1.10 – Графік споживання води за 2019-2021 р.р.

Графічне споживання електроенергії, теплової енергії та води за 2019-2021 рр. корпусом №11 у грошових одиницях зображено на рисунках 1.11-1.13.

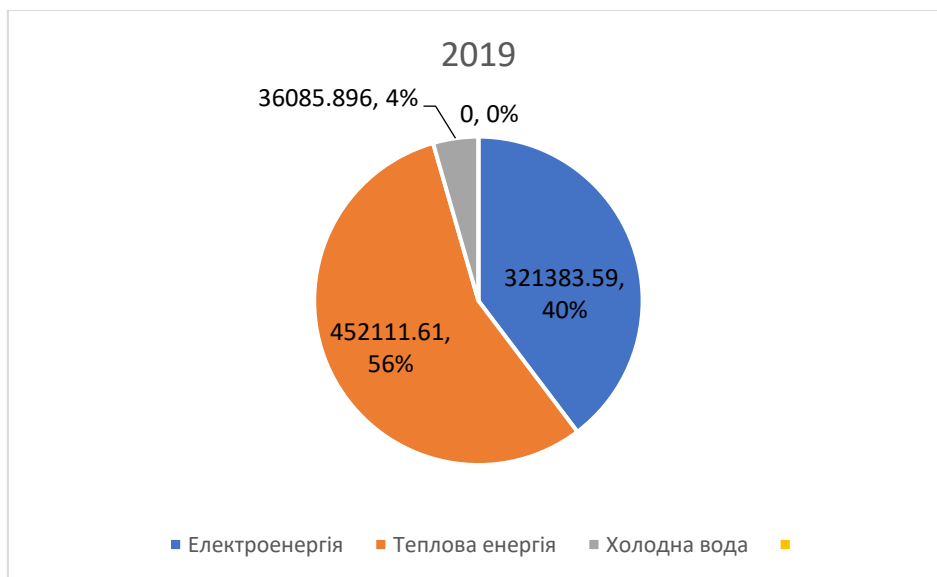


Рисунок 1.11 – Оплата за електроенергію, теплову енергію та воду за 2019р.

- 1.Електроенергія - 40%
- 2.Теплова енергія - 56%
- 3.Вода - 4%

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

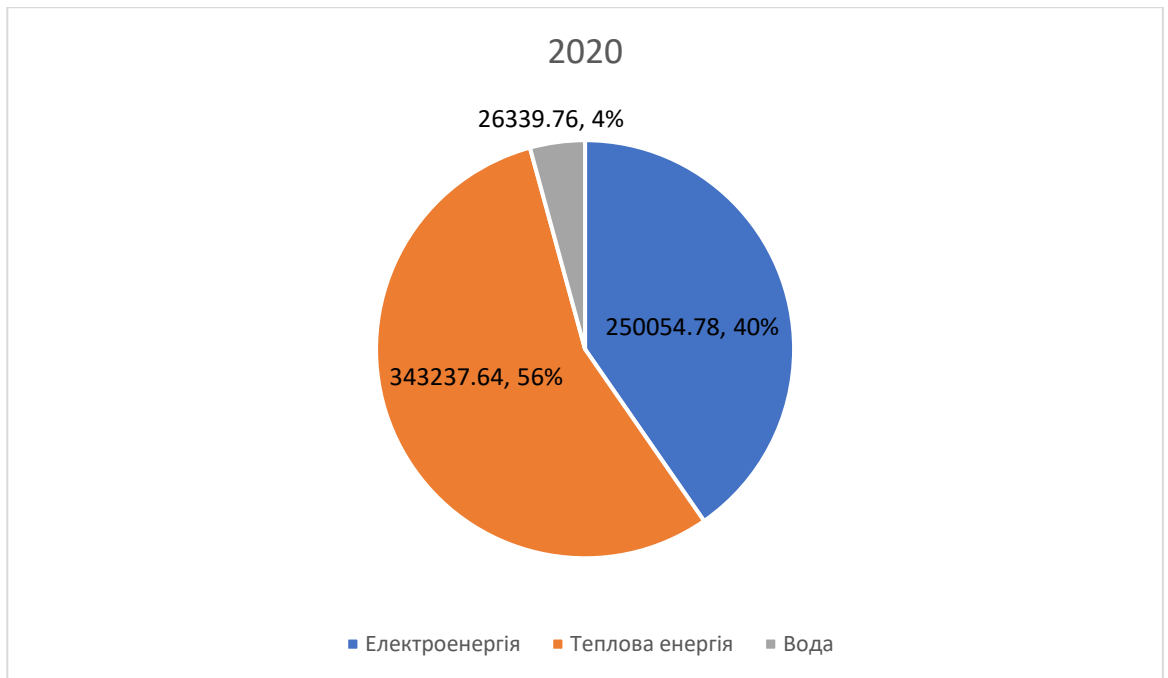


Рисунок 1.12 – Оплата електроенергії, теплової енергії та води у 2020р.

1. Електроенергія - 40%
2. Теплова енергія - 56%
3. Вода - 5%

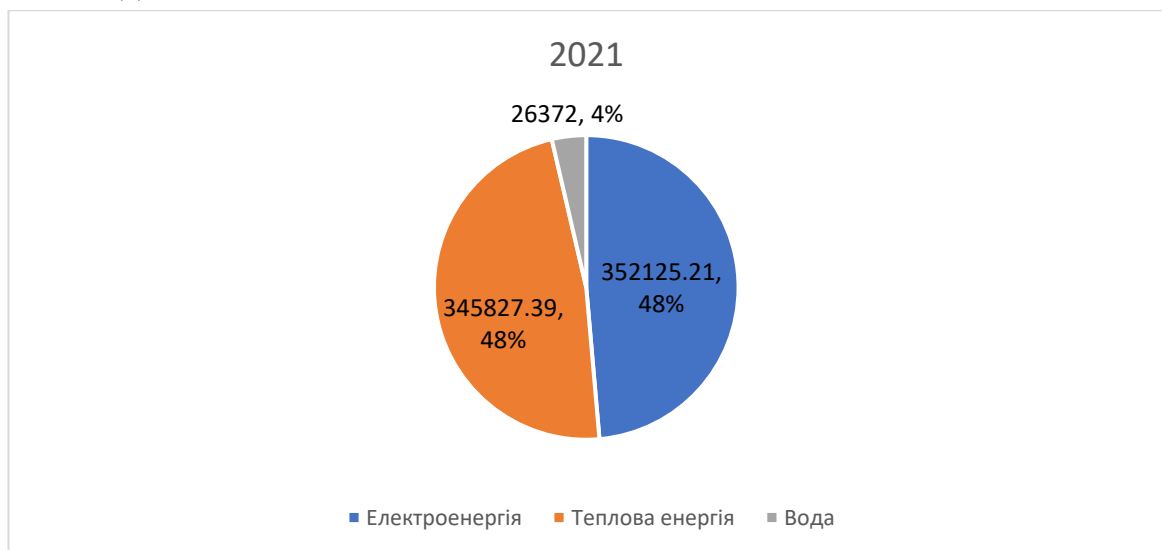


Рисунок 1.13 - Оплата за електроенергію, теплову енергію та воду у 2021р.

1. Електроенергія - 49%
2. Теплова енергія - 48%
3. Вода - 3%

Висновки до розділу

Після аналізу фактичного енергоспоживання, можемо зробити висновок, що найбільшу частку в балансі енергоспоживання займають витрати на теплову енергію. Тому, основні заходи з підвищення енергоефективності у роботі запропоновані саме для скорочення споживання теплової енергії. Розглянемо детальніше кожен з енергоносіїв та розробимо заходи з підвищення рівня енергоефективності.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Система теплопостачання

2.2 Розрахунок потужності системи теплопостачання

Аналіз теплотехнічного стану будівлі є необхідним для визначення фактичних параметрів систем опалення, вентиляції, кондиціонування та для виявлення можливостей збереження енергії. Цей аналіз включає оцінку втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції та потребу вентиляції. При проведенні теплотехнічних розрахунків також беруться до уваги додаткові джерела нагрівання, такі як сонячна радіація, теплове випромінювання від людей та побутових пристроїв. Важливо враховувати теплоізоляційні властивості будівельних матеріалів, з яких збудована будівля, а також орієнтацію огорожувальних конструкцій щодо сторін світу. Для проведення розрахунків потрібні точні геометричні розміри будівлі, які можна виміряти. Теплофізичні характеристики матеріалів приймаються згідно з відповідними довідниками та нормативними актами.

2.2.1 Розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції

Класично витрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{СТ}} = \sum K_{\text{СТ}} * F_{\text{СТ}} * (t_{\text{ВН}} - t_{\text{ЗОВН}}) * \left(1 + \sum \beta\right) * n_{\text{СТ}}, \quad (2.1)$$

де β – коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників:

Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях -5%.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ		
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мудраков О.В.			Теплотехнічна частина		
Перевір.		Шевченко О.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Шкляр В.І.					
Затвер.							
					Літ	Аркуш	Аркушів
					ННІАТЕ, ОТ-91		

На вітер – 5%, розміщення на північ, схід -10%, на захід-5%.

F – площа огородження;

k – коефіцієнт теплопередачі;

n - коефіцієнт додаткових витрат, не більше 10%.

Приймаємо, що для розрахунку температуру внутрішнього повітря $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$, температуру зовнішнього повітря $t_{н} = -22^{\circ}\text{C}$. $t_{в} - t_{н} = 42^{\circ}\text{C}$.

Швидкість повітря 4,3 м/с.

Площі стін мають значення:

Північно-західна стіна – $289,98\text{m}^2$;

Північно-східна стіна – $583,27\text{m}^2$;

Південно-західна стіна – $515,75\text{m}^2$;

Південно-східна стіна – $287,09\text{m}^2$.

Наразі в Україні для оцінки рівня енергетичної ефективності будівель встановлено відповідну методику, що викладена в ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Саме за цією методикою будуть здійснені подальші розрахунки тепловтрат, енергопотреби та енергоспоживання будівлі корпусу №11, а також виготовлено енергетичний сертифікат будівлі.

Визначимо теплозахисні характеристики огороджувальних конструкцій, а саме коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$K_{ок} = \frac{1}{R_{ок}} \quad (2.2)$$

де $R_{ок}$ - опір теплопередачі огороджувальної конструкції, $(\text{m}^2\text{K})/\text{Вт}$;

Опір теплопередачі $R_{ок}$ огороджувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_{ок} = \frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}}, \quad (2.3)$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару, $\text{Вт}/\text{м К}$;

δ – товщина відповідного шару, м; $\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі від ОК до внутрішнього середовища будівлі; α_3 – коефіцієнт тепловіддачі від ОК зовнішньому середовищу.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ				

2.1.1.1 Обстеження зовнішніх стін

Загальна площа зовнішніх стін складає $F_c = 1682,09 \text{ м}^2$.

Занесемо загальні данні, характеристик зовнішніх стін у таблицю 2.1. згідно технічного паспорту. Додаток 1

Таблиця 2.1 – Характеристики зовнішніх стін

№ з/п	Напрямок за сторонами світу	Кут нахилу...°	Матеріал, густина, кг/м ³ ; теплопровідність, Вт/(м К)	Товщина, м	Товщина оболонки	Площа і-го елементу оболонки
1	Стіна пн-сх	90	Силікатна на цементно піщаному розчині	0.37 ;0.015 ;0.02	0,405	583,274
2	Стіна пд-сх	90	Силікатна на цементно піщаному розчині	0.37 ;0.015 ;0.02	0,405	287,09
3	Стіна пд-зх	90	Силікатна на цементно піщаному розчині	0.37 ;0.015 ;0.02	0,405	515,75
4	Стіна пн-хз	90	Силікатна на цементно піщаному розчині	0.37 ;0.015 ;0.02	0,405	289,982

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням в I температурній зоні.

Відповідно до (2.3) формула визначення опору теплопередачі, для зовнішньої стіни матиме вигляд:

$$R_{CT} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}} + \frac{\delta_{пр}}{\lambda_{пр}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{фарб}}{\lambda_{фарб}}, \frac{m^2 K}{W}, \quad (2.4)$$

де $\alpha_в, \alpha_3$ – внутрішній та зовнішній коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої огорожувальної конструкції: $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$;

$\delta_{ц} = 0,37 \text{ м}$ – товщина силікатної цегли,

$\lambda_{ц} = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м К})$ – теплопровідність силікатної цегли;

$\delta_{пр} = 0,015 \text{ м}$ – товщина цементно-піщаного розчину,

$\lambda_{пр} = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м К})$ – теплопровідність розчину;

$\delta_{шт} = 0,02 \text{ м}$ – товщина штукатурки,

$\lambda_{шт} = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м К})$ – теплопровідність штукатурки;

$\delta_{фарб} = 0,0005 \text{ м}$ – товщина фарби,

$\lambda_{фарб} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м К})$ – теплопровідність фарби.

Підставимо відповідні числові значення у формулу (2.3):

$$R_{CT} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,37}{0,87} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,0005}{0,23} + \frac{1}{23} = 0,643 \frac{m^2 K}{W}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стін:

$$k_{CT} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{0,643} = 1,55 \frac{W}{m^2 K}.$$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін, складає:

$$R_{q \min} = 4 \frac{m^2 \cdot K}{W}; \quad R_{q \min} > R_{CT1}$$

Як ми помітили, мінімальний термічний опір не відповідає вимогам, тому доцільно рекомендувати утеплення стін.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

2.1.1.1 Обстеження вікон

Становленні металопластикові вікна з трьох камер (формула 4-16-4), та дерев'яні вікна з хвойних порід (формула 4-20-4)

Загальна площа вікон: $F_B = 731,18 \text{ м}^2$

Термічний опір металопластикових вікон з трьома камерами $R_{ВП} = 0,37 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Дерев'яні вікна мають термічний опір $R_{ВД} = 0,59 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

В корпусі також присутні маленькі вікна, що знаходяться над дверима в окремих $R_{ВМ} = 0,48 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Таблиця 2.2 – Загальні характеристики віконних конструкцій

№ з/п	Елементи оболонки будівлі (віконні блоки, балконні блоки)	Кількість, шт.	Розмір, м × м	А, площа і-го елемента оболонки будівлі, м2	АΣ, загальна площа елемента оболонки будівлі, м2	Матеріал рамочних елементів або непрозора частина дверних блоків
1	2	3	4	5	6	7
1	Вікно	34	2.9x1.9	5,51	187,34	Профіль ПВХ(3 камери)
2	Вікно	16	2.9x1.9	5,51	88,16	Деревина хвойних порід
3	Вікно	4	0.95x1.3	1,235	4,94	Профіль ПВХ(2 камери)
4	Вікно	5	2.9x1.9	5,51	27,55	Профіль ПВХ(3 камери)
5	Вікно	6	1.9x0.95	1,805	10,83	Профіль ПВХ(3 камери)
6	Вікно	3	2.9x1.9	5,51	16,53	Деревина хвойних порід
7	Вікно	35	2.9x1.9	5,51	192,85	Профіль ПВХ(3 камери)
8	Вікно	26	2.9x1.9	5,51	143,26	Деревина хвойних порід
9	Вікно	2	2.0x2.0	4	8	Профіль ПВХ(2 камери)
10	Вікно	7	2.9x1.9	5,51	38,57	Профіль ПВХ(3 камери)
11	Вікно	6	0.95x1.34	1,273	7,638	Профіль ПВХ(3 камери)
12	Вікно	1	2.9x1.9	5,51	5,51	Деревина хвойних порід

Для І зони, значення мінімального опору для вікон:

$$R_{qmin} = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{qmin} > R_B.$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ				

Значення термічного опору не відповідають нормативним. тому рекомендовано замінити вікна на енергозберігаючі з теплозахистом не нижчим нормативних вимог.

Згідно (2.2) знайдемо коефіцієнти теплопередачі, кожного типу світлопрозорих конструкцій:

$$k_{\text{ВП}} = \frac{1}{R_{\text{ВП}}} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}};$$

$$k_{\text{ВД}} = \frac{1}{R_{\text{ВД}}} = \frac{1}{0,59} = 1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}};$$

$$k_{\text{ВМ}} = \frac{1}{R_{\text{ВМ}}} = \frac{1}{0,48} = 2,08 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

2.1.1.3 Обстеження даху

Площа даху, навчального корпусу складає $F_{\text{даху}} = 1200,8 \text{ м}^2$.

Дах будівлі складається з наступних шарів:

- Залізобетонні плити $\lambda_{\text{б}} = 2.040 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, з товщиною $\delta = 0,22 \text{ м}$;
- Цементно-піщаний розчин $\lambda_{\text{р}} = 0,930 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, з товщиною $\delta = 0,05 \text{ м}$;
- Графій керамзитовий (утеплювач) $\lambda_{\text{у}} = 0.12 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, з товщиною $\delta = 0,15 \text{ м}$;
- Теплоізоляційна мінеральна вата $\lambda_{\text{вт}} = 0.049 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, з товщиною $\delta = 0,25 \text{ м}$.

Підставляємо значення термічного опору даху з нормативними значеннями в I температурній зоні, відповідно до формули (2.3) формула набуває вигляд:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\text{б}}}{\lambda_{\text{б}}} + \frac{\delta_{\text{р}}}{\lambda_{\text{р}}} + \frac{\delta_{\text{у}}}{\lambda_{\text{у}}} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{2.04} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,15}{0,12} + \frac{1}{8.7} = 1,57 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}},$$

Для зони I, Мінімальний термічний опір для даху:

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{qmin} = 5,35 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{qmin} > R_{дах}.$$

$$\text{Коефіцієнти теплопередачі даху: } k_b = \frac{1}{R_{дах}} = \frac{1}{1,57} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}},$$

Як можна помітити, значення термічного опору не відповідає тому значенню, що є мінімальним потрібним. Тому у майбутньому потрібно виконати утеплення даху.

2.1.1.4 Обстеження дверей

У корпусі в наявності декілька типів дверей, двері металопластикові (1 частина), Двері металопластикові (2 частини), Двері металопластикові(4 частини) та металеві двері.

Загальна площа дверей складає: $F_{дв} = 22.73 \text{ м}^2$.

Для металопластикових дверей (1 частина), ми маємо термічний опір:

$$R_{мп1} = 0,45 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для металопластикових дверей (2 частини), маємо термічний опір:

$$R_{мп2} = 0,408 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для металопластикових дверей (4 частини), термічний опір:

$$R_{мп4} = 0,414 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для металевих дверей, термічний опір буде складати:

$$R_{м} = 0,49 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для дверей:

$$R_{qmin} = 0,7 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{qmin} > R_{д}.$$

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення термічного опору не відповідають нормативним, тому є рекомендовано, замінити двері, на ті що будуть підходити нормам. З цих даних можна порахувати коефіцієнт теплопередачі кожного типу дверей.

$$k_M = \frac{1}{R_M} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}. \quad k_{\text{мп1}} = \frac{1}{R_{\text{мп1}}} = 2,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}. \quad k_{\text{мп2}} = \frac{1}{R_{\text{мп2}}} \\ = \frac{1}{0,408} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}. \quad k_{\text{мп4}} = \frac{1}{R_{\text{мп4}}} = \frac{1}{0,414} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

2.1.1.5 Обстеження підлоги

Розрахуємо загальні тепловтрати через підлогу та зобразимо на рисунку 2.1 схему підлоги по ґрунту.

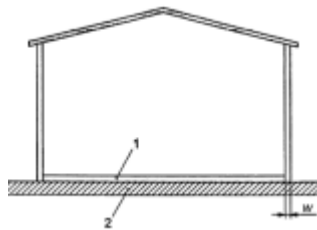


Рисунок – 2.1 Підлога по ґрунту

Порахуємо термічний опір підлоги за формулою:

$$R_f = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^k \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.5)$$

Вже маючи отриманий термічний опір, порахуємо інші данні та занесемо у таблицю 2.3.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Характеристики підлоги

№ з/п	Назва параметру	Значення
1	Елементи оболонки будівлі (підлога по ґрунту, опалюваний підвал, технічне підпілля, холодний підвал)	Технічне підпілля (неопалювальний підвал)
2	A, площа і-го елемента оболонки будівлі, м ²	1200
3	P, периметр і-го елемента оболонки будівлі, м	168
4	Матеріал	Плита по землі(Пісок для будівельних робіт)
5	Загальна товщина стін, м	450
6	Термічний опір включаючи усі шари, R_f м ² *К/Вт	1,28129
7	h, висота від відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м	0,5
8	U _w , коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м ² К)	0,780463
9	v, середня швидкість вітру, м/с	2,8
10	f _w , ступінь вітрозахисту	0,02

2.1.1.6 Загальні витрати теплоти

Визначимо загальні витрати теплоти за методикою ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015

Розрахуємо сумарну теплопередачу трансмісією, для кожного місяця окремо, за формулою:

$$Q_{tr} = H_{tr.adj}(\theta_{int.set.H} - \theta_e) * t, \quad (2.6)$$

де:

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\theta_{int.set.H}$ – внутрішня температура будівлі в опалювальний період, приймати за ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

$H_{tr.adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією, встановлений для різниці температур всередині і ззовні;

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, приймати за ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

t – тривалість місяцю, для якого проводиться розрахунок;

$$H_{tr,adj}H_D + H_G + H_u + H_A; \quad (2.7)$$

де

$H_u=0$ – узагальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціовані об'єми Вт/К;

$H_A=0$ – узагальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель Вт/К;

H_D – узагальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища Вт/К;

Отримані данні, заносимо у таблицю 2.4.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Сумарна теплопередача трансмісією (для опалення)

Місяць року	θ_e	Кількість днів	Тривалість роботи	Q_{tr}
1	-4,7	31	696	98706,44
2	-3,6	28	672	85183,77
3	1,0	31	720	75928,03
4	9,0	10	216	14180,11
5	-	-	-	0
6	-	-	-	0
7	-	-	-	0
8	-	-	-	0
9	-	-	-	0
10	8,1	16	360	24544,48
11	1,9	30	720	69998,17
12	-2,5	31	720	89914,77
Усього				458455,77

Тепер порахуємо сумарну теплопередачу з вентиляцією.

Сумарну теплопередачу вентиляцією рахуємо аналогічно до теплопередачі трансмісією, за формулою (2.6)

$$H_{tr.adj} = \rho_a * c_a \left(\sum (b_{ve,k} * q_{ve,k,mn}) \right), \quad (2.7)$$

де

$\rho_a * c_a$ – теплоємність повітря одиниці об'єму, за ДСТУ Б А.2.2-12:2015;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

$b_{ve,k}$ - температурний поправочний коефіцієнт для елемента повітряного потоку;

$q_{ve,k,mn}$ – витрата повітря за часом (усереднена).

Отримані дані занесемо у таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Сумарна теплопередача вентиляцією.

Но- мер мі- сяця	θ_e	Кіль- кість днів	$Q_{\text{інфільтрація}}$ кВт*год	$Q_{\text{природня}}$ кВт*год	Q_{ve} кВт*год
1	-4,7	31	10891,56	14639,2	25530,76
2	-3,6	28	9399,43	12868,27	22267,7
3	1,0	31	8378,12	11148,31	19526,44
4	9,0	10	1564,68	2021,04	3585,71
5	-	-	0	0	0
6	-	-	0	0	0
7	-	-	0	0	0
8	-	-	0	0	0
9	-	-	0	0	0
10	8,1	16	2708,31	3526,45	6234,76
11	1,9	30	7723,81	10727,51	18451,31
12	-2,5	31	9921,46	12668,54	22590,0
Усьог о			50587,37	67599,3	118186,67

2.2.3 Додаткові теплові надходження

Теплові надходження також надходять у корпус від електричного обладнання, людей, освітлення. Знайдемо за формулою величину теплових надходжень від електрообладнання.

$$Q_{\text{ел}} = N * P_{\text{одн}} * k_{\text{в}} * k_{\text{т}} \quad (2.8),$$

де N – кількість електричних приладів з однаковою потужністю;

$P_{\text{одн}}$ - встановлена потужність одного приладу, Вт;

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

$k_{\text{т}}$ - коефіцієнт переведення із електроенергії у теплоту.

Таблиця 2.6 –Додаткові теплові надходження

Місяць року	$Q_{\text{людей}}$, кВт*год	$Q_{\text{освітлення}}$, кВт*год	$Q_{\text{обладнання}}$, кВт*год	Q_{int} , кВт*год
1	4895,8	4895,8	4196,4	13988,0
2	4519,2	4519,2	3873,6	12912,0
3	4895,8	4895,8	4196,4	13988,0
4	4707,5	4707,5	4035,0	13450,0
5	4707,5	4707,5	4035,0	13450,0
6	4707,5	4707,5	4035,0	13450,0
7	4895,8	4895,8	4196,4	13988,0
8	4895,8	4895,8	4196,4	13988,0
9	4707,5	4707,5	4035,0	13450,0
10	5084,1	5084,1	4357,8	14526,0
11	4895,8	4895,8	4196,4	13988,0
12	4707,5	4707,5	4035,0	13450,0
Усього	57619,8	57619,8	49388,4	164628,0

2.3 Облік споживання теплоенергії

В ІТП (індивідуальному теплопункті) використовується двоканальний ультразвуковий теплोलічильник СВТУ–10М, конкретно варіант виконання №5, виробництва фірми "СЕМПАЛ" з міста Київ. Цей лічильник відповідає стандартам ДСТУ 3339 (клас точності 2,5), ТУ У 24579476.001–98 і комплекту конструкторської документації ШИМН.407251.002.

Теплोलічильник СВТУ–10 складається з наступних функціональних блоків:

1. Два витратомірні датчики (РУ 20/50) з ультразвуковими сенсорами: ШИМН.302426.001.
2. Термоперетворювачі опору (ТС): ШИМН.405212.001, $L_{тс}=71$, тип1.
3. Обчислювач СВТУ–10: ШИМН.408843.002.

Лічильник теплової енергії "СВТУ–10" використовується для вимірювання кількості теплової енергії, що переноситься через трубопроводи водяних теплових мереж. Зобразимо зовнішній вигляд лічильника на рисунку 2.2.

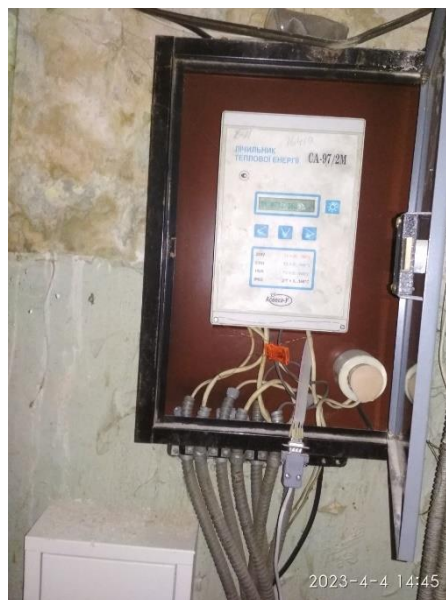


Рисунок – 2.2 Зовнішній вигляд теплोलічильника

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Аналіз споживання теплової енергії

Оплата спожита за тепловою енергією, здійснюється за реальними даними споживання.

На сьогоднішній день оплата Гкал становить 2450,016 грн/Гкал.

Усі данні за споживання теплової енергії у 11 корпусу занесемо в таблицю 2.8

Таблиця 2.8 – Річне споживання та плата за тепловою енергією за період 2019-2021 рр.

Рік	Річне споживання, Гкал.	Річні витрати, грн.
2019	258,82	452111,61
2020	242,35	343237,64
2021	234,78	345827,39

2.5 Тепловізійна зйомка

Під час обстеження тепловізійного обстеження, за результатами якого можна зазначити, що значна кількість тепलोвої енергії втрачається через огорожувальні конструкції, що лише підтверджує необхідність провести відповідні заходи з енергозбереження. Дані тепловізійної зйомки зображено на рисунку 2.3.

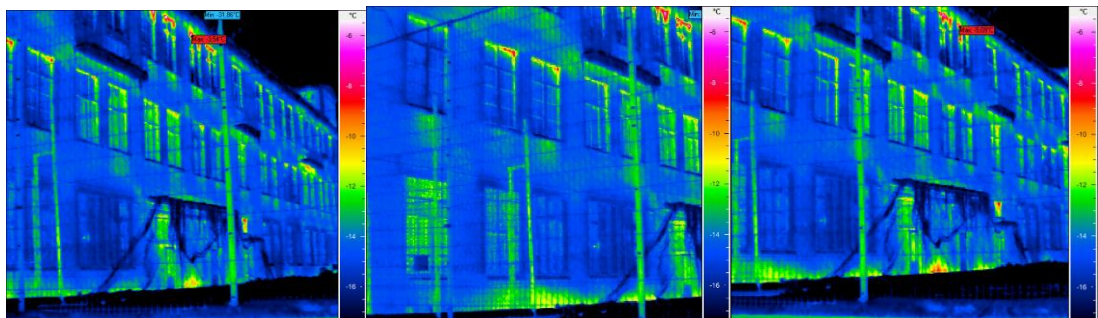


Рисунок 2.3 – Результати тепловізійної зйомки

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Система водопостачання

У будівлі навчального закладу є централізоване холодне водопостачання і побутова каналізація. Мережа внутрішньої каналізації складається з чавунних труб діаметром 100-50 мм, а також фасонних частин для їх з'єднання. Всі точки водозабору, такі як крани і унітази, знаходяться в робочому стані і не мають протікань.

2.7 Облік водоспоживання

У будівлі є система господарсько-протипожежного водопроводу. Основна мережа має діаметр 400 мм. Корпус № 11 отримує водопостачання з міської магістралі діаметром 150 мм, яка прокладена по вулиці Політехнічна 14. В корпусі № 11 встановлена відгалужена мережа діаметром 100 мм. Лічильник води розміщений у холі цього корпусу. Система каналізації має три виходи, які з'єднують дворову каналізаційну мережу з районною мережею діаметром 200 мм, 150 мм та 250 мм.

2.8 Тариф на спожиту воду

Оплата за холодну воду здійснюється за реально спожиті м³. Вартість холодної води за даними в період з 2019 року по 2021 рік збільшилась від 20,38 грн./м³. у 2019 році до 30,384 грн./м³. у 2023 році.

Річне споживання і витрати на спожиту воду приведені в таблиці 2.9.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Річне споживання і витрати на холодну воду в 2019 – 2021 р.р.

Рік	Річне споживання, м ³ .	Річні витрати, грн.
2019	1771	36085,9
2020	1268	26399,76
2021	1520	26372

2.9 Заходи з енергозбереження в системі тепlopостачання

ЗЕЗ № 1 Заміна віконних та дверних конструкцій

В даному корпусі є металопластикові та дерев'яні вікна, з коефіцієнтами теплопередачі:

$$k_{\text{ВП}} = \frac{1}{R_{\text{ВП}}} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}};$$

$$k_{\text{ВД}} = \frac{1}{R_{\text{ВД}}} = \frac{1}{0,59} = 1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}};$$

$$k_{\text{ВМ}} = \frac{1}{R_{\text{ВМ}}} = \frac{1}{0,48} = 2,08 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Приведений опір теплопередачі не відповідає вимогам ДБН В 2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель", отже заміна цих вікон допоможе зменшити теперішні втрати теплоти. Пропонується обрати вікна 4-8-4-8-4(Ксенон, к.емісії - 0.2) коефіцієнт теплопередачі яких становить $k_{\text{В}} = 0,95 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$, що задовольняє мінімальні нормативні вимоги. Вартість такого заходу становить за 1 м² вікна - 7000 грн, за рекомендаціями Фонду енергоефективності.

Розглянемо ситуацію із дверними конструкціями:

Коефіцієнти теплопередачі дверей наступні:

$$R_{\text{МП1}} = 0,45 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}};$$

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{мп2} = 0,408 \frac{м^2К}{Вт};$$

$$R_{мп4} = 0,414 \frac{м^2К}{Вт};$$

$$R_3 = 0,49 \frac{м^2К}{Вт}.$$

Отже наявні двері не задовольняють вимогам ДБН В 2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель".

Отже, заміна дверей, також необхідна, для зменшення витрат теплоти. Пропонується обрати двері, коефіцієнт теплопередачі яких, становитиме $\geq 0,7 \frac{м^2К}{Вт}$. Заміна дверей, становитиме 8000 грн за 1 м², за рекомендаціями Фонду енергоефективності.

Наявні конструкції мають низькі показники енергоефективності, тому пропонується замінити їх. Нові віконні та дверні конструкції пропонується встановити з подвійним склопакетом, енергоефективним напиленням та заповненням аргонном.

Розрахуємо усі показники, а саме економію енергії за рік, кВт*год/рік, річну економію у грошовому еквіваленті, грн/рік, інвестиції та період окупності, та отримані данні занесемо у таблицю 2.10

Таблиця 2.10 – Загальні дані, для заходу №1

Інвестиції	Річна економія енергії, кВт*год/рік	Річна економія у грошовому еквіваленті, грн/рік	Окупність
5300100	1305858,1	27480	19,3 роки

ЗЕЗ № 3 Влаштування теплогідроізоляції покриття

Запропоновано утеплити покрівлю, яка наразі не має достатнього теплоізоляційного шару. Це дозволить зменшити тепловтрати через покрівлю. Крім того, необхідно встановити ефективну гідроізоляцію, щоб запобігти протіканню води в теплоізоляційний шар та будівельні конструкції.

Розрахуємо усі показники, а саме економію енергії за рік, кВт*год/рік, річну економію у грошовому еквіваленті, грн/рік, інвестиції та період окупності, та отримані данні занесемо у таблицю 2.12

Таблиця 2.12 – Загальні дані, для заходу №3

Інвестиції	Річна економія енергії, кВт*год/рік	Річна економія у грошовому еквіваленті, грн/рік	Окупність
27661840	73240	153805	18 років

ЗЕЗ №4 Модернізація ІТП.

Відсутність автоматичного регулювання температури подачі тепла та неможливість контролювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи. Для поліпшення енергоефективності рекомендується встановити індивідуальний теплопункт з автоматичним регулюванням температури. Це дозволить адаптувати постачання тепла до потреб будівлі в залежності від фактичного споживання та зовнішніх температурних умов. Крім того, автоматичне управління ІТП повинно мати можливість програмування зниження температури під час вихідних або святкових днів або відповідно до робочого графіка за необхідності. Це сприятиме більш ефективному використанню енергії та енергозбереженню.

До складу індивідуального теплопункту повинні входити:

- циркуляційні насоси з частотно-керованими приводами;
- датчики температури в подавальному і зворотному трубопроводі;
- зовнішній датчик температури і контрольний пристрій (панель управління);

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контрольно-вимірювальні прилади ;
- клапани та прилади, необхідні для нормальної експлуатації (запірні клапани, зворотні клапани, манометри тощо);
- фільтри та сепаратор бруду.

Оцінна вартість модернізації ІТП визначена з рекомендацій компанії Данфос, згідно якої вартість модернізації 1Вт ІТП складає 1,406 грн.

Теплове навантаження будівлі складає 0,32 Гкал/год або 372,16 кВт.

Розрахуємо усі показники, а саме економію енергії за рік, кВт*год/рік, річну економію у грошовому еквіваленті, грн/рік, інвестиції та період окупності, та отримані данні занесемо у таблицю 2.13.

Таблиця 2.13 – Загальні дані, для заходу №4

Інвестиції	Річна економія енергії, кВт*год/рік	Річна економія у грошовому еквіваленті, грн/рік	Окупність
550000	116741	245156	2,2 роки

ЗЕЗ №5 Заміна внутрішньо-будинкової системи опалення.

Пропонується провести модернізацію внутрішньо будинкової системи опалення з заміною радіаторів, встановленням термостатичних клапанів та проведенням гідравлічного балансування системи опалення (установка балансувальних клапанів).

Розрахуємо усі показники, а саме економію енергії за рік, кВт*год/рік, річну економію у грошовому еквіваленті, грн/рік, інвестиції та період окупності, та отримані данні занесемо у таблицю 2.14

Таблиця 2.14– Загальні дані, для заходу №5

Інвестиції	Річна економія енергії, кВт*год/рік	Річна економія у грошовому еквіваленті, грн/рік	Окупність
6096940	199351	418637	14,6 років

Висновки до розділу

У таблиці 2.15 представлені результати техніко-економічних розрахунків, які були проведені для обґрунтування доцільності впровадження запропонованих заходів з підвищення ефективності використання теплової енергії. Варто відзначити, що тарифи на теплову енергію постійно зростають протягом тривалого періоду часу, що позитивно впливає на терміни окупності запропонованих енергозберігаючих заходів, оскільки існує зворотна залежність між цими показниками.

Таблиця 2.15 – Результати техніко-економічних розрахунків

№	Назва заходу	Річна економія енергії, кВт*год/рік	Річна економія у грошовому еквіваленті, грн/рік	Окупність
1	Заміна вікон і дверей	1305858,1	27480	19,3 роки
2	Утеплення стін	301805	633790	9,3 роки
3	Влаштування теплоізоляції покриття	73240	153805	18 років
4	Модернізація ІТП	116741	245156	2,2 роки
5	Заміна внутрішньобудинкової системи опалення	199351	418637	14,6 років

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

Метою цього розділу є вивчення поточного стану електропостачання корпусу №11 НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського та розробка конкретних технічних заходів для зниження споживання електричної енергії.

3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкту

Корпус живиться від ТП 1640, до якого також підключені такі корпуси як: Навчальні корпуси №10, №12, №13, №14, №15, №16. Гуртожитки НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського №6, №7, №9.

Для живлення навчального корпусу №11 НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського використовуються дві кабельні лінії (ААШв 0,38 – 4×50, довжиною 43 м і ААБ 0,38 – 4×70, довжиною 45 м), які підключені до двох трансформаторів ТМ-630/10/0,4. Технічні характеристики цих трансформаторів наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ТМ-630/10/0,4

Потужність, кВА	Схема з'єд- нання, ВН	U_n , кВ	$P_{кз}$, кВт	$P_{хх}$, кВт	U_k , %	$I_{хх}$, %
630	У	10	7,6	1,25	5,44	1,7

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ		
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мудраков О.В.			Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		ІЛОУС і.ю.					
Реценз.					Електротехнічна частина		
Н. Контр.		Шкляр В.І.			ННІАТЕ, ОТ-91		
Затвер.							

Живлення трансформатора здійснюється від РП 46.І та РП 46.ІІ за допомогою двох кабельних ліній ААШВ 10 – 3×150, довжиною 413 м. та ААБ 10 – 3×185, довжиною 415 м. відповідно.

Даний навчальний корпус, згідно з класифікацією, відноситься до електроприймачів II категорії щодо надійності електропостачання. З метою забезпечення надійності живлення, рекомендується забезпечувати ці електроприймачі електроенергією від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення. Це означає, що в разі порушення живлення з одного джерела, інше джерело забезпечує безперебійне живлення для корпусу №11.

Для електроприймачів II категорії, якщо сталося порушення електропостачання з одного джерела живлення, припустимі перерви в постачанні електроенергії на час, необхідний для переключення на резервне живлення. У разі наявності централізованого резерву трансформаторів та можливості заміни пошкодженого трансформатора протягом однієї доби, дозволяється живлення електроприймачів II категорії від одного трансформатора.

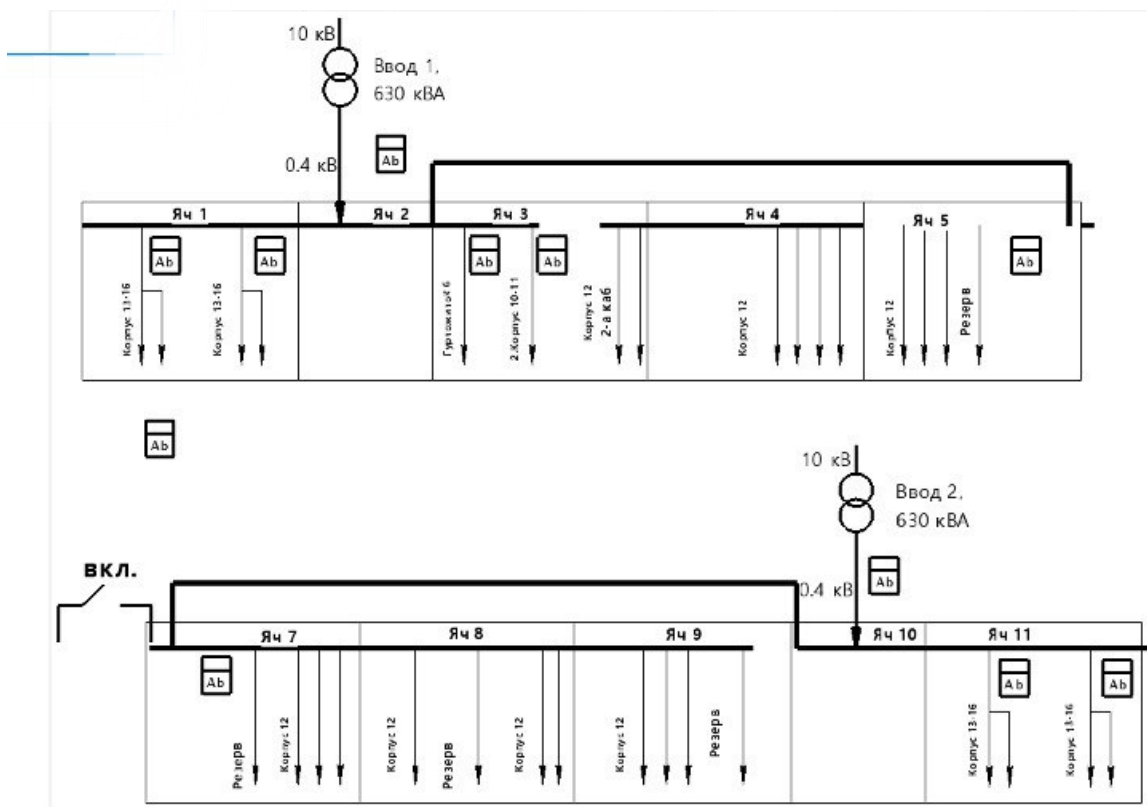


Рисунок 3.1 – Схема ТП 1640

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ				

У наведеній схемі електропостачання зображено дві секції, які відходять від головного розподільчого щита (ГРЩ) і живляться від трансформаторної підстанції ТП 1640. Головний розподільчий щит отримує електроенергію від ТП та розподіляє її до розподільчих шаф. Трансформаторна підстанція 1640, яка живить корпус, знаходиться на балансі КПП ім. І. Сікорського.

У разі перевантаження оператор головного розподільчого щита може відключити подачу електроенергії. Головний розподільчий щит обладнаний автоматичними вимикачами, які відповідають за відключення системи при аварії або перевантаженні. Перша секція, яка живиться від ТП, обслуговує освітлення перших чотирьох поверхів, розетки та резерв. Друга секція відповідає за освітлення підвалу, цокольного поверху та резерв. Розподіл електричної енергії по об'єкту здійснюється з головного розподільчого щита.

3.2 Аналіз системи внутрішнього електропостачання об'єкту

Розподільне електроустаткування в корпусі №11 знаходиться у робочому стані. На рис. 3.1 показано зовнішній вигляд розподільних щитів, які знаходяться в електрощитовій навчального корпусу.

Головний розподільний щит (ГРЩ) призначений для розподілу та прийому електроенергії у трифазних силових мережах з напругою 380 і 220 В змінного струму частотою 50 Гц. В ГРЩ встановлені лічильники, які використовуються для обліку споживаної електроенергії.

Технічний облік реалізовано лічильником індукційного типу, клас точності якого 2. Комерційний облік встановлено на ТП 1640 за даним лічильником здійснюється облік активної та реактивної потужності, грутожикти № 6, 7, 9 та корпуси № 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічний облік ведеться лише по активній потужності, на реактивну потужність облік не ведеться.

Покази технічного та комерційного обліку підключені до системи аское КПП ім. Ігоря Сікорського.

Після перевірки системи внутрішнього електропостачання корпусу №11 було виявлено, що елементи системи розподілу електроенергії не відповідають технічним нормам. Для забезпечення енергозбереження необхідно першочергово пристосувати відповідне обладнання до вимог чинних нормативно-технічних документів.



Рисунок 3.2 – Розподільчий щит навчального корпусу №11

Щитова проводка і електричні щити у корпусі №11 не були піддані капітальному ремонту, включаючи заміну проводки та модернізацію. Це призвело до їх незадовільного стану.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

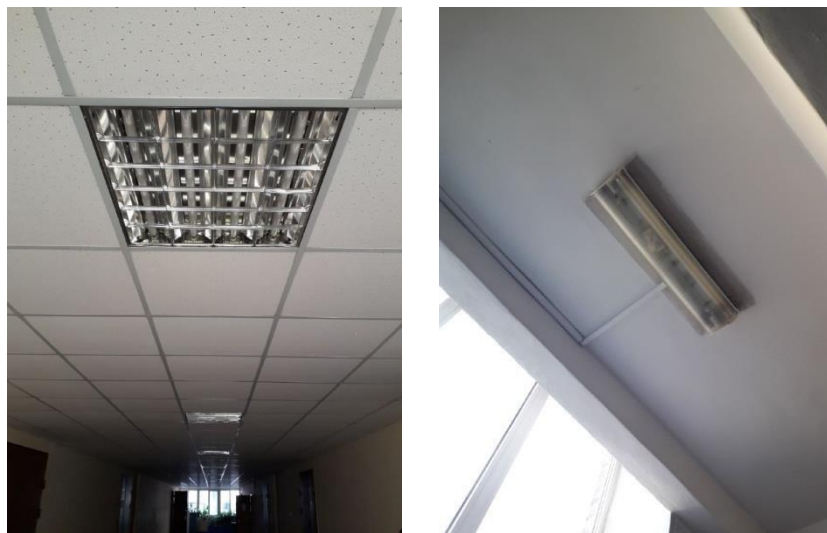


Рисунок 3.3 – Приклади освітлювального обладнання

3.3.2 Розеточна група споживачів електроенергії

Проведемо аналіз, енергоспоживання по розеточній групі споживачів, та отриманні данні занесемо у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Енергетичні характеристики розеточної групи.

Електричне обладнання	Кількість одиниць, шт	Встановлена потужність, Вт	Період роботи на тиж,день	Всього, кВт.
1	2	3	4	5
Комп'ютер	45	400	30	18
Проектор	18	200	7,5	3,6
Кондиціонер	9	1500	25	13,5
Бойлер для води	2	2000	40	4
Ноутбук	20	40	20	0,8
Принтер	5	100	5	0,5
Обігрівач	3	2000	15	6
Електрочайник	12	2000	2,5	24
Вентилятор	1	500	30	0,5
				$\Sigma = 75.9$

Зробивши аналіз споживачів енергії, можна помітити що основними енергоємним обладнанням є комп'ютери та електрочайники. Тому, для того

щоб зменшити енергоспоживання цими приладами, потрібно їх замінити на менш енергоємні. Переважна кількість енергоспоживачів на час літніх канікул відмикаються від мережі та не використовуються.



Рисунок 3.4 – Частка споживання електроенергії у 11 корпусі за даними по електрообладнанню

При отриманих даних по елекроспоживанню, можемо порівняти фактичне енергоспоживання. Занесемо у таблицю 3.4 усіх енергоспоживачів та їх споживання за місяць(на прикладі літнього місяця).

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Споживання усіма приладами у 11 корпус за місяць(на прикладі літнього місяця)

Електричне обладнання	Кількість одиниць, шт	Встановлена потужність, Вт	Період роботи на місяць, год	k_B	Всього, кВт*год
1	2	3	4	5	
Розеточна група					
Комп'ютер	45	400	150	0,5	1350
Проектор	18	200	37,5	0,4	54
Кондиціонер	9	1500	125	0,6	1012,5
Бойлер для води	2	2000	200	0,8	640
Ноутбук	20	40	150	0,5	60
Принтер	5	100	25	0,5	6,25
Обігрівач	3	2000	75	0,85	382,5
Електрочайник	12	2000	12,5	0,85	255
Вентилятор	1	500	160	0,85	68
Система освітлення					
Люменісцентні лампи 36 Вт	580	36	150	0,9	2818,8
Люменісцентні лампи 18 Вт	268	18	150	0,9	651,24
Енергозберігаючі	6	11	150	0,9	8,91

$$\sum W_{\text{розр}} = 7307,2 \text{ кВт} * \text{год};$$

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За даними лічильників, що знаходяться у корпусі, ми отримали, що місячне споживання електроенергії становить $W_{\text{факт}} = 7365$ кВт.

Розрахуємо відхилення розрахованих в енергобалансі значень від фактичних показів лічильник:

$$\Delta = \frac{7365 - 7307.2}{7365} * 100 = 0,7\%;$$

Отже, відхилення розрахункового електроспоживання від фактичного складає 0,7%, що знаходиться в межах допустимої похибки.

3.4 Розрахунок навантаження об'єкту

Для того щоб дати оцінку електричного навантаження корпусу, потрібно порівняти значення потужності розрахункової із фактичним. Для цього розглянемо нормальний режим роботи електропостачання об'єкту.

Розрахуємо навантаження одного типу приладів електроенергії. Для прикладу розрахуємо навантаження на систему комп'ютерами та зробимо аналогічний розрахунок для усіх інших енергоспоживачів. Результати занесемо у таблицю 3.4.

Сумарна потужність споживача електричної енергії знаходимо за формулою:

$$P_{\text{н.сум}} = P_{\text{н}} * n, \quad (3.1)$$

,де n – це кількість обладнання, шт.

$P_{\text{н}}$ - номінальна потужність обладнання, кВт

Тепер підставимо наші значення, по комп'ютерному обладнанню у формулу (3.1)

$$P_{\text{н.сум}} = 0,4 * 45 = 18 \text{ кВт},$$

Розрахункову активну потужність визначимо за формулою

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{н.сум}} * k_{\text{п}}, \quad (3.2)$$

,де, $k_{\text{п}}$ – розрахунковий коефіцієнт попиту, $k_{\text{п}} = 18$,

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер, підставивши у формулу (3.2) потрібні значення, ми отримаємо величину активної потужності.

$$P_{\text{пр}} = 18 * 0,3 = 5,4 \text{ кВт},$$

Розрахункову реактивну потужність, визначимо за формулою:

$$Q_{\text{пр}} = P_{\text{пр}} * tg\varphi, \quad (3.3)$$

,де $tg\varphi$ - довідкове значення коефіцієнта реактивної потужності.

Відповідно до технічного паспорту, ($\cos\varphi = 0,9$ відповідно $tg\varphi = 0,484$)

Підставивши у формулу (3.3) відповідні значення отримаємо величину реактивної потужності.

$$Q_{\text{пр}} = 5,4 * 0,484 = 2,61 \text{ квар.}$$

Розрахунок для усього іншого обладнання проводимо аналогічно та заносимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок навантажень

Вихідні дані						Проміжні потужності	
За умовою			Довідникові				
Найменування ЕП	n, од	Номінальна потужність, кВт	Кв	cos φ	tgφ	P _{пр} , кВт	Q _{пр} , квар
		P _{н.і}					
Щити освітлення							
Люмініс.лампи	580	0,036	0,4	0,92	0,43	8,352	3,59
Люмініс.лампи	268	0,018	0,4	0,92	0,43	1,928	0,829
Енергозберіг	6	0,011	0,4	0,92	0,43	0,0264	0,011
Щити розеточної групи							
Комп'ютер	45	0,4	0,3	0,9	0,484	5,4	2,61
Ноутбук	20	0,1	0,3	0,95	0,33	0,6	0,198
Принтер	5	0,1	0,2	0,95	0,33	0,1	0,033
Відеопроектор	20	0,2	0,3	0,95	0,33	1,2	0,39
Кондиціонер	9	1,5	0,8	0,9	0,484	10,8	5,23
Обігрівач	3	2	0,6	0,9	0,484	3,6	1,74
Електрочайник	12	2	0,3	0,9	0,484	7,2	3,48
Вентилятор	1	0,5	0,3	0,9	0,484	0,15	0,07
Бойлер для води	2	2	0,4	0,95	0,33	1,2	0,396
Разом						40,5	18,58

Порахуємо значення повної потужності об'єкта за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}; \quad (3.4)$$

Підставивши у формулу (3.4) відповідні числові значення, отримаємо:

$$S_p = \sqrt{40.5^2 + 18.52^2} = 44.55 \text{ кВА};$$

Як відомо, коефіцієнт реактивної потужності, $tg\varphi$, це співвідношення реактивної енергії до активної. Визначимо фактичне значення цього показника для навчального корпусу №11 за формулою:

$$tg_{\text{факт}}\varphi = \frac{Q_{\Sigma p}}{P_{\Sigma p}}. \quad (3.5)$$

Підставивши наші дані у формулу (3.6), ми отримаємо фактичне значення, коефіцієнту реактивної потужності.

$$tg_{\text{факт}}\varphi = \frac{18.52}{40.5} = 0.457.$$

Характеристики кабелю ААШв 0,38 4x50.

- допустимий струм кабелю $I_{\text{доп}} = 153 \text{ А};$
- активний опір жил кабелю $r_0 = 0.62 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}.$

Із даних що порахували, тепер визначаємо розрахунковий струм, що протікає у кабелі за формулою:

$$I_{\text{па.р}} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_{\text{н}}}. \quad (3.6)$$

Підставивши у формулу (3.6) відповідні значення, отримаємо

$$I_{\text{па.р}} = \frac{44,55}{\sqrt{3} * 0,38} = 67,8 \text{ А}.$$

Перевіримо за умовою:

$$\frac{I_{\text{п/а. р.}}}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3} < I_{\text{доп.}}$$

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_1 , K_2 та K_3 – коефіцієнти, що враховують умови прокладання, відстань між кабелями та тривалість перевантаження відповідно, приймаємо $K_1 = 1,0$, $K_2 = 0,9$ та $K_3 = 1,3$.

$$\frac{67,8}{1 * 0,9 * 1,3} = 57,9 < I_{\text{доп.}}$$

Умова виконується.

Визначимо допустимі витрати напруги лінії, при умові, що допустима величина в п/а режимі становить $\Delta U_{\text{доп.п/а}} = 10\%$, за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 r_0 R_p l}{U_H^2}, \quad (3.7)$$

,де l – це довжина кабелю, яка в нас дорівнює: $l = 150$ м;

$$\Delta U = \frac{10^5 * 0,62 * 40,5 * 150}{380^2} = 1,9 < 10\%.$$

Умова виконується.

Порівняємо отримані розрахункові значення із нормативними за формулою:

$$P_{\text{сум.корп}} = p * F, \quad (3.8),$$

де p - питома величина потужності на м^2 корисної площі, для навчальних закладів, без їдалень та кондеціонування повітря становить $p = 0,05$ кВт/ м^2 .

Підставивши у формулу (3.8) відповідні значення, отримаємо:

$$P_{\text{сум.корп}} = 0,05 * 3602,4 = 180,12 \text{ кВт.}$$

На основі проведеного перевірного аналізу було виявлено, що фактичне значення активної потужності менше на 20% порівняно з нормованим показником. При цьому встановлено, що потужність наявних трансформаторів відповідає їх фактичній потужності, що свідчить про те, що заміна не є необхідною.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Графік добового споживання активної енергії

Занесемо у таблицю 3.6, погодинне споживання електричної енергії у корпусі, за періоди канікул, карантину, робочий час та вихідних.

Таблиця 3.6 – Погодинне споживання електроенергії

Час	07.07.2020, вт, канікули	14.04.2020, вт, карантин	18.02.2020, вт, робочий	01.03.2020, нд, вихід- ний
0 - 0.30	2,4	2,5	3,2	3,0
0.30 - 1	2,4	2,4	3,3	3,2
1 - 1.30	2,5	2,5	3,3	3,0
1.30 - 2	2,5	2,4	3,1	3,1
2 - 2.30	2,5	2,4	3,1	3,1
2.30 - 3	2,4	2,5	3,1	3,0
3 - 3.30	2,4	2,4	3,1	3,1
3.30 - 4	2,4	3,2	2,6	3,0
4 - 4.30	2,4	3,3	2,3	3,1
4.30 - 5	2,4	3,5	2,4	3,2
5 - 5.30	2,6	3,7	2,4	3,0
5.30 - 6	2,9	3,3	2,4	3,0
6 - 6.30	4,7	3,9	3,2	3,4
6.30 - 7	4,6	3,5	3,7	3,1
7 - 7.30	6,2	3,9	4,7	3,2
7.30 - 8	7,7	4,7	6,2	3,0
8 - 8.30	8,4	5,5	8,0	3,2
8.30 - 9	9,3	8,4	9,7	3,1
9 - 9.30	9,7	9,7	10,3	4,7
9.30 - 10	11,0	10,7	11,0	4,7
10 - 10.30	12,7	15,1	13,3	4,5
10.30 - 11	13,4	20,6	15,1	4,2
11 - 11.30	13,8	21,9	16,8	4,1

Продовження таблиці 3.6

11.30 - 12	12,7	21,5	17,3	4,1
12 - 12.30	12,3	20,7	19,1	4,3
12.30 - 13	12,5	19,4	22,5	4,3
13 - 13.30	10,8	18,0	20,8	4,6
13.30 - 14	10,5	17,7	18,1	4,8
14 - 14.30	12,2	18,5	18,2	4,7
14.30 - 15	11,7	18,8	17,6	4,9
15 - 15.30	11,1	18,2	17,1	4,8
15.30 - 16	12,7	18,2	15,5	4,9
16 - 16.30	12,1	18,3	14,7	4,8
16.30 - 17	11,2	17,8	14,1	4,8
17 - 17.30	10,2	15,7	15,0	4,7
17.30 - 18	8,3	15,5	13,7	4,3
18 - 18.30	5,8	14,0	11,5	4,2
18.30 - 19	5,3	11,4	8,8	3,1
19 - 19.30	4,9	11,5	6,6	2,9
19.30 - 20	4,5	10,8	6,5	3,0
20 - 20.30	3,5	7,3	5,4	3,1
20.30 - 21	2,5	4,1	3,4	3,0
21 - 21.30	2,5	4,1	3,3	3,1
21.30 - 22	2,4	3,6	2,8	3,1
22 - 22.30	2,6	4,1	2,6	3,2
22.30 - 23	2,3	3,3	2,4	3,2
23 - 23.30	2,4	3,5	2,4	3,3
23.30 - 24	2,4	3,6	2,7	3,3
За добу	320,8	461,6	418,6	176,7

За отриманих даними, побудуємо графіки 3.5,3.6,3.7,3.8 добового споживання, у різні періоди часу.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

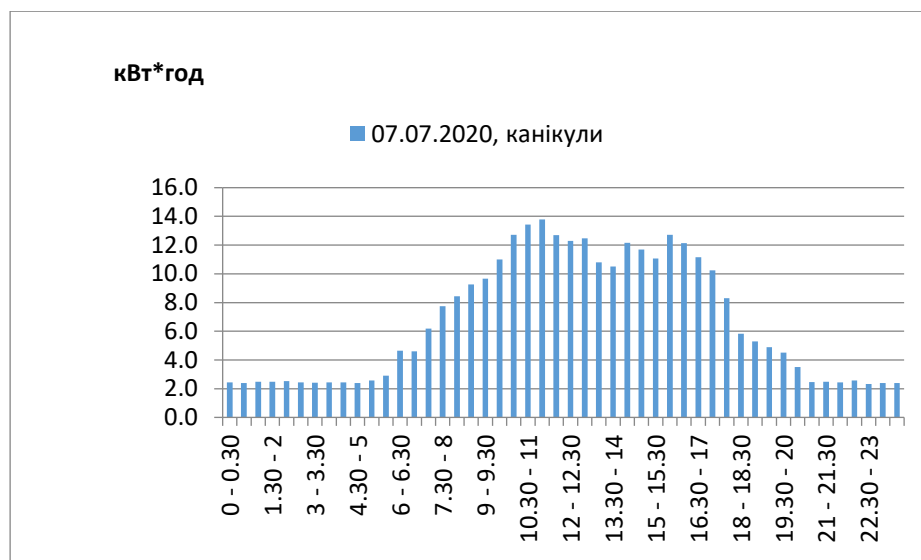


Рисунок 3.5 – Графік добового споживання електричної енергії 11 корпусом у не навчальний період (літні канікули)

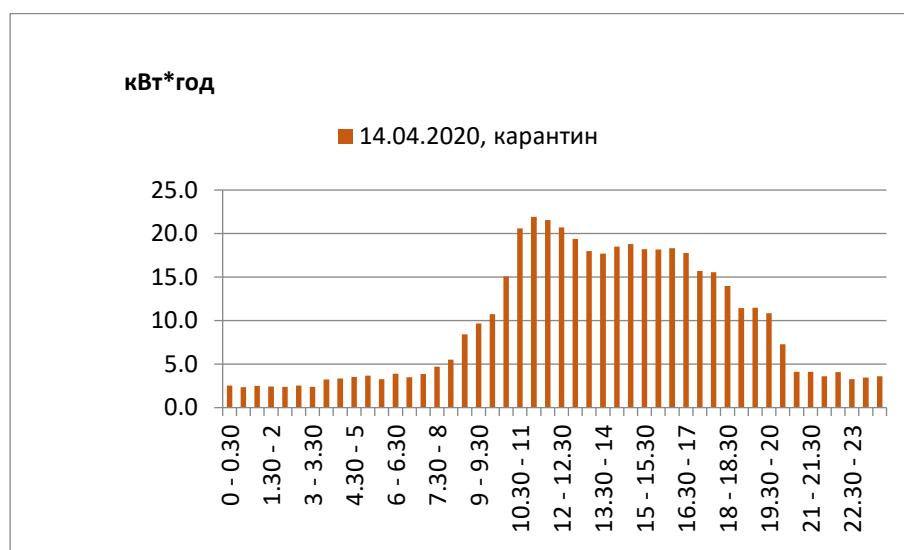


Рисунок 3.6 – Графік добового споживання електричної енергії 11 корпусом у період карантину

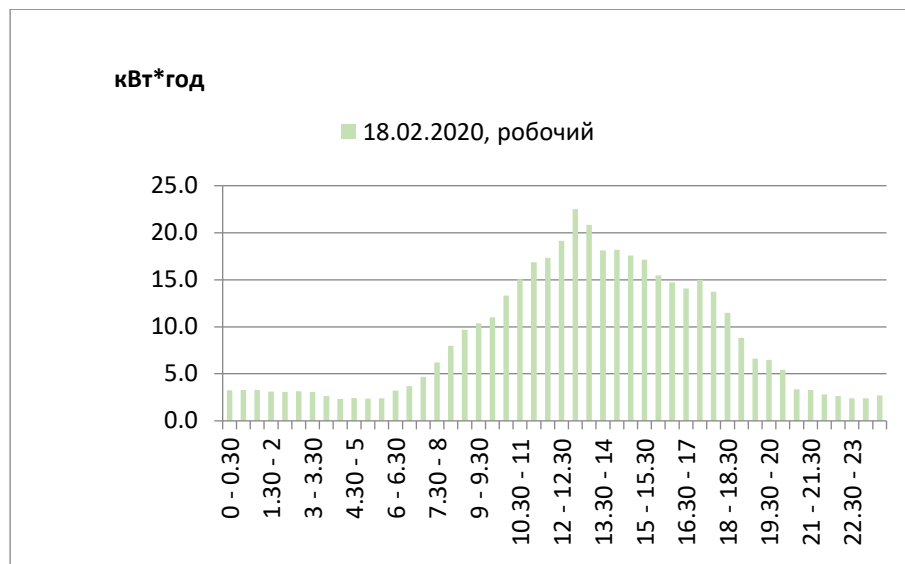


Рисунок 3.7 – Графік споживання електричної енергії 11 корпусу в робочий період.

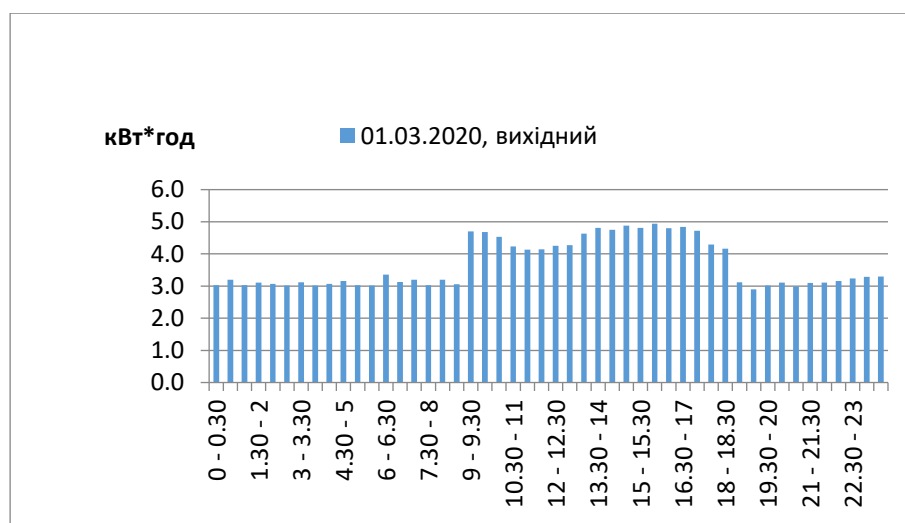


Рисунок 3.8 – Графік добового споживання електричної енергії 11 корпусом у вихідний день.

3.6 Облік споживання електроенергії

Місце комерційного обліку електроенергії розташоване у внутрішній кімнаті, яка закривається на ключ, і містить електрощитову у своєму корпусі.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лічильники СА4-5001 є приладами для вимірювання електроенергії на основі індукційної системи. Вони мають вимірювальний механізм, який складається з трьох обертальних елементів, рухомої системи з двома дисками, що закріплені на спільній осі, та лічильного механізму.

Аналіз наданих даних показує, що:

– комерційний облік реалізований із застосуванням застарілого лічильника з класом точності 2,0;

– лічильник комерційного обліку повірений, терміни повірки відповідають встановленому міжповірочному інтервалу;

- У корпусі розміщені кілька підрозділів(зокрема КБ штор ФТІ), однак окремий облік за цими підрозділами, відсутній.

– покази лічильника щомісяця фіксуються в журналі з обліку електричної енергії (ЕЕ) фахівцями і надаються у відділ управління освіти району;

3.7 Тарифи на спожити електроенергію

Оплата спожитої електричної енергії корпусом №11 здійснюється за одноставковим тарифом. Вартість електроенергії за даними організації в період з 2019 р. по 2021 р. поступово збільшувалась. У 2019 р. 2,37грн/(кВт/год) у січні до 3,1 грн/(кВт/год) у грудні 2021р.

Річне споживання електричної енергії та її вартість наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.7 – Річне споживання та вартість на електроенергію

Рік	Річне споживання, кВт. год	Вартість спожитої електричної енергії, грн. з ПДВ
2019	135717	321383,59
2020	111481,2	250054,78
2021	134554	352125,21

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

На підставі аналізу режиму роботи об'єкту дослідження та розподілу споживання електричної енергії за різними часовими зонами можна зробити висновок, що застосування будь-яких тарифних систем з диференційованими цінами на електроенергію є неефективним.

3.8 Заходи з енергозбереження в системі електропостачання

Проведено всебічний аналіз поточного стану системи електропостачання та споживання електроенергії. Об'єкт, який був досліджений, був побудований у 1963 році, і з того часу не проводилися жодні модернізації системи електроживлення та електрообладнання. Елементи системи розподілу енергії не відповідають сучасним технічним нормам. Більшість аудиторій у корпусі оснащені комп'ютерами та кондиціонерами, що є високоенергоємними пристроями.

ЗЕЗ №6 Заміна ламп

Запропоновано провести заміну люмінесцентних ламп (18 Вт та 36 Вт) та ламп розжарювання (60 Вт та 100 Вт) на світлодіодні лампи потужністю 10 Вт, які мають такі ж розмірні характеристики та світловий потік. Вибір виробника буде здійснено на основі проведеного ринкового дослідження, оберемо лампу Feron LB-701 A60, та зобразимо нову обрану лампу на рисунку 3.9.

Технічні характеристики нової лампи наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики лампи FeronLB-701 A60.

Параметр	Характеристика
Виробник світлодіодів	Feron
Тип цоколя	E27
Тип світлодіодів	A60
Напруга живлення, В	230
Світловий потік, лм	850 лм
Електрична потужність, Вт	10

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					



Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд нової лампи

Розрахуємо грошові витрати на електроенергію, спожиту люменісцентними лампами (18 та 36 Вт) та LED 11 Вт за один рік (тариф у 2021 р. на електроенергію у II кварталі складав 3,1 грн/кВт) та занесемо результати у таблиці 3.9 та 3.10.

$$E_{18\text{Вт}} = 1800 * 0,018 * 268 * 3,1 = 26917,92 \text{ грн};$$

$$E_{36\text{Вт}} = 1800 * 0,036 * 580 * 3,1 = 116510,4 \text{ грн};$$

$$E_{11\text{Вт}} = 1800 * 0,011 * 6 * 3,1 = 368,28 \text{ грн};$$

$$E_{10\text{Вт}} = 1800 * 0,1 * 854 * 3,1 = 476532 \text{ грн};$$

Таблиця 3.9 – Порівняння енергоспоживання різних типів ламп

Тип лампи	п, к-сть	τ, год/рік	Ціна, грн	кВт*год/рік	Грн/рік
Люменісцентні лампи 18 Вт	268	1800	94	8683,2	26917,92
Люменісцентні лампи 36 Вт	580	1800	96	37584	116510,4
LED 11 Вт	6	1800	74	118,8	368,28
			Усього	46386	143814,6

Встановлення датчиків руху дозволить автоматично вимикати освітлення у приміщенні, коли там немає людей. Для цього використовуються датчики присутності від фірми Velmax, які проявили себе надійними у використанні та енергоефективними.

Кількість спожитої електроенергії світильників із світлодіодними лампами у коридорах до встановлення датчиків руху складає:

$$W_1 = 0.01 * 1800 * 167 = 3006 \text{ кВт} * \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Кількість спожитої електроенергії світильників із світлодіодними лампами у коридорах після встановлення датчиків руху складає:

$$W_2 = 0,01 * 600 * 167 = 1002 \text{ кВт} * \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Річна економія за рік становить:

$$E = (3006 * 1002) * 3,1 = 6212,4 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Основні витрати будуть складатись із закупівлі датчиків руху та енергоспоживанням самого датчика.

Використаємо 40 датчиків руху VelmaxV-IMS-33. Вартість одного датчику складає 301 грн, а його потужність 12 Вт. Зовнішній вигляд датчику зображено на рисунку 3.10.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.10 – Датчик руху Velmax V-IMS-33.

Витрати на встановлення датчика руху, якщо витрати на монтаж, становлять 15% від вартості датчиків руху.

$$K=40*301*1,15= 13846 \text{ грн.}$$

Кількість спожитої енергії, спожитої датчиками руху становить:

$$W = 0,012 * 40 * 1800 = 864 \text{ кВт} * \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Враховуючи тариф, на електроенергію станом на грудень 2021р. який складає 3,1 грн/кВт*год, отримаємо річні витрати в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E_{\text{рік}} = 3,1 * 864 = 2678,4 \text{ грн.}$$

Порахуємо термін окупності:

$$T = \frac{13846}{6212} = 2,2 \text{ роки.}$$

За результатами економічного та енергетичного аналізу можемо зробити висновок, що встановлення датчиків руху у коридорах є доцільним.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу

У цьому розділі було проведено огляд поточного стану системи електропостачання навчального корпусу №11 НТУУ "Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського" і визначено споживачів електроенергії, які мають велику енергоємність. Відповідно до цього, були розроблені заходи з енергозбереження.

Отже витрати за електроенергію у 2021 році склали 352125,21грн.

Занесемо у таблицю 3.11 загальну інформацію по заміні ламп та встановленні датчиків руху.

Таблиця 3.11 – Загальна інформація по ЗЕЗ

№	Захід енергозбереження	Капітальні затрати, грн	Економія, грн/рік	Термін окупності, років
1	Заміна ламп	62000	91396	0,6
2	Встановлення датчиків руху	13826	6212,4	2,2

Також при постійному зростанні тарифів, такі заходи стануть більш актуальним, що позитивно відобразиться на терміні окупності.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ				

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Характеристика діяльності служби енергоменеджменту

Система енергетичного менеджменту є важливою складовою загального управління підприємством (або ЗВО – заклад вищої освіти) і спрямована на ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів. Вона включає комплекс організаційних заходів, що стосуються використання ресурсів, необхідних для формування, впровадження та досягнення цілей енергозбереження в ЗВО.

Впровадження системи енергоменеджменту в ЗВО засноване на виявленні потенціалу енергозбереження шляхом усунення факторів, які призводять до нерационального використання енергії, таких як втрати та необґрунтовані витрати. Це дозволяє оптимізувати споживання енергії та зменшити питомі витрати в технологічних процесах.

Першочерговими заходами по впровадженню систем енергоменеджменту, є низка організаційних дій що за доведеною міжнародною практикою дозволяють досягти економії енергії на рівні 5-15% від загального споживання

Міжнародним прийнятим стандартом, по впровадженню систем енергетичного енергоменеджменту є (ISO 50001) що встановлює вимоги до системи енергетичного менеджменту і надає ЗВО можливість розробити та впровадити енергетичну політику, встановити цілі та завдання, а також розробити плани з енергетичного менеджменту, враховуючи законодавчі вимоги.

Стандарт ISO 50001 базується на відомій методології циклу постійного поліпшення, відомій як "Плануй — Виконуй — Перевірйай — Дій" (PDCA). Він впроваджує енергетичний менеджмент у повсякденну практику підприємства або ЗВО.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мудраков О.В.</i>			Енергоменеджмент та моніторинг	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шевченко О.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>						
<i>Затвер.</i>								
						ННІАТЕ, ОТ-91		

Таким чином, СЕНМ на основі стандарту ISO 50001 допомагає ЗВО забезпечити систематичний підхід до енергетичного менеджменту, планування, виконання, перевірки та вдосконалення енергоефективності в повсякденній діяльності.

Заходи, спрямовані на впровадження системи енергоменеджменту в ЗВО, зазвичай є витратно-ефективними і швидко окупаються завдяки зменшенню витрат на енергоресурси. Строк окупності витрат на впровадження системи енергоменеджменту може коливатися від 3-х днів до декількох років, залежно від розміру навчального корпусу та його питомого енергоспоживання.

Імплементація системи енергоменеджменту забезпечує внутрішню ефективність використання енергоресурсів, що призводить до зниження витрат на енергію і, відповідно, до економії коштів. Ці заходи можуть включати у себе раціоналізацію енергосистем, впровадження енергоефективних технологій та устаткування, покращення ізольованості будівель та інші енергозберігаючі заходи. Заощадження на енергоресурсах може забезпечити швидку окупність витрат на впровадження системи енергоменеджменту.

Основною метою енергоменеджменту ЗВО є зменшення споживання енергетичних ресурсів та коштів на їх опалту шляхом впровадження заходу підвищення енергоефективності.

За результатами аналізу, функціонування служби енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського, можна зазначити що можна виділити групи завдань:

- Розрахункова аналітичне завдання;
- Організаційні завдання;
- Проведення енергообстежень;
- Просвітницька робота.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Результати діяльності служби енергоменеджменту

Протягом двох років після затвердження Програми з енергоефективності в НТУУ "КПІ" було успішно реалізовано широкий спектр заходів. Ці заходи охоплювали налагодження організаційної структури служби енергоменеджменту та підрозділів, співпрацю щодо енерговикористання, а також реалізацію значних проектів, таких як модернізація системи освітлення з використанням світлодіодних джерел світла.

На сьогоднішній день кожна будівля університету обладнана приладами обліку теплової енергії, електроенергії та води, а також має відповідальну особу, яка відповідає за ефективне використання енергії. Було проведено навчання цих осіб з основних напрямків роботи. Деякі корпуси обладнані стендами, на яких розміщена актуальна інформація щодо енерговикористання. Було встановлено системи автоматичного погодного регулювання витрат теплоносія та впроваджено щодакандний моніторинг теплових витрат. Здійснюється планова заміна вікон та дверей у будівлях університету, а також проводиться роз'яснювальна робота енергоефективного споживання серед університетської спільноти.

Програма енергоефективності також включає в себе подальші плани, які передбачають проведення термомодернізації будівель, продовження переоснащення систем освітлення та оновлення систем енергопостачання з використанням технологій, що базуються на поновлюваних джерелах енергії. До інших заходів, які плануються, входить створення системи автоматизованого збору показників приладів обліку теплової, електричної енергії та води, а також інші заходи, спрямовані на досягнення більш ефективного використання ресурсів.

В цілому, Програма енергоефективності передбачає широкий спектр заходів, які спрямовані на постійне поліпшення енергетичної ефективності університету та досягнення кращих результатів у галузі енергоспоживання.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКИ В ХОДІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІТП

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

Об'єктом дослідження є навчальний корпус №11 НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського. Будівля призначена для навчання та наукової діяльності. Корпус під'єднаний до ТП1640

У відповідності до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» приміщення теплових пунктів за вибухопожежною та пожежною небезпекою відносяться до категорії Г.

Згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» приміщення теплових пунктів не мають вибухо- та пожежонебезпечних зон.

Індивідуальний тепловий пункт, який є об'єктом цього проекту, не відноситься до потенційно небезпечних об'єктів згідно з "Методикою ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів", затвердженою Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (наказ №98 від 23 лютого 2006 року).

Згідно з "Переліком видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку", затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 28 серпня 2013 року №808, теплові пункти не є об'єктами, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ		
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Мудраков О.В.</i>			<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Третьякова Л.Д.</i>					
<i>Реценз.</i>					ННІАТЕ, ОТ-91		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>					
<i>Затвер.</i>							
					Охорона праці та пожежна безпека в ході модернізації ІТП		

При проектуванні були прийняті технічні рішення, які забезпечують виконання чинних нормативних документів з охорони праці, зокрема "Правил технічної експлуатації технічних установок і мереж", затверджених наказом Міністерства палива та енергетики України від 14 лютого 2007 року №71

Занесемо у таблицю 5.1 загальну характеристику об'єкту, у таблицю 5.2 занесемо показники технічних характеристик ТЕУ.

Таблиця 5.1 - Загальна характеристика об'єкту

Найменування ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
Розподільчі трубопроводи	Внутрішня ТЕУ	Цокольне приміщення. Перший поверх	Потенційно небезпечне	Категорія Г
Магістральні трубопроводи	Внутрішня ТЕУ	Цокольне приміщення Перший поверх	Потенційно небезпечне	Категорія Г

Таблиця 5.2 – Показники технічних характеристик ТЕУ

Найменування ТЕУ	Основні характеристики	Числове значення показника
Ізольовані труби пінополіуританом	Робоча температура	140°C
	Робочий тиск	1,6 МПа
	Діаметр	32×90 мм.
	Коефіцієнт теплопередачі	0,027 Вт / мК
Труби із зшитого поліетилену	Робоча температура	95°C
	Робочий тиск	1 МПа
	Діаметр	32×4.4 мм
	Коефіцієнт теплопередачі	0,45 Вт / мК

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ					

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

Вимоги які потрібні будуть дотримані:

- для здійснення монтажу необхідна команда, яка складається з бригадира та працівників, кількість яких не може бути менше 3 осіб. Перед початком роботи всі члени бригади повинні пройти спеціальний інструктаж з охорони праці, щодо процедури проведення робіт та потенційних небезпек, пов'язаних зі заміною розподільних та магістральних трубопроводів;

- достатній рівень освітленості;
- забезпечення природньою вентиляцією.

Рекомендується почати роботу по модернізації ІТП у літку, так як є можливість повністю вимкнути систему, для безпечної роботи та відповідати умовам мікроклімату. Під час проведення монтажних робіт, всі трубопроводи піддаються ізоляції. Окрім того, обладнання, трубопроводи і арматура повинні бути позначені відповідно до схеми, а на самій трубопроводах має бути вказано напрямок руху теплоносія. Все використовуване обладнання повинно бути сертифіковане і відповідати чинним вимогам і стандартам. Для робіт, пов'язаних з прорізанням отворів та свердлінням, робітники обов'язково повинні мати на собі спецодяг, спецвзуття, індивідуальні засоби захисту та запобіжні пристосування.

При модернізації системи розподілу теплової енергії будуть здійснюватися роботи з вантажування та розвантажування, які включають ручну роботу і використання механічних пристроїв для переміщення вантажу.

Основними причинами нещасних випадків під час виконання цієї роботи є:

1. Недостатня кількість працівників, що виконують вантажно-розвантажувальні роботи;
2. Невідповідність місця і умов роботи згідно з вимогами з охорони праці та пожежної безпеки.

Занесемо у таблицю 5.3 послідовність виконання робіт.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Основні чинники, що призводять до травматизму під час виконання електромонтажних робіт, включають:

1. Неправильне використання ручних інструментів може призвести до травмування.
2. Небезпека пожежі. Неправильне підключення або експлуатація електричного обладнання може спричинити пожежу. Необхідно дотримуватися всіх вимог;
3. Погана організація робочого місця. Недостатнє освітлення, перешкоди у вигляді робочого інвентарю, яке може призвести до падінь, зіткнень та інших нещасних випадків.
4. Недостатня ізоляція об'єкту модернізації, недостатнє відключення від живлення. Перед початком будь-яких робіт потрібно переконатися у тому що живлення відключене. Недотримання цих правил, може привести до тяжких електричних травм та смерті. Тому занесемо у таблицю 5.5 усі небезпечні чинники.

Таблиця 5.5 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Категорія небезпек	Найменування безпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізичні	Шум	Ймовірний	Високий	II
	Травмування під час вантажних робіт (переміщення, підйому)	Ймовірний	Високий	II
Хімічний	Пил	Високо ймовірний	Значний	III
Електричного походження	Ураження струмом	Ймовірний	Катастрофічний	I

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9104.903 ПЗ				

5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Так як, усі роботи проходять у цокольному поверсі, який використовується рідко та слід приділити увагу тому що там буде достатньо пилу, яким шкідливо дихати. Ці заходи допомагають зменшити ризики травматизму та створюють безпечні умови для праці під час виконання роботи. Технічні та організаційні заходи та їх показники наводять у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Перелік технічних і організаційних заходів

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
Технічні заходи з електробезпеки		
Очищення повітря	Проведення вентиляції природним шляхом	Перед початком роботи провітрити приміщення, для кращої умови роботи, працювати у респіраторах із вугільним фільтром Sigma.
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Робота без напруги	Напряда-допуск на 30 робочих днів – по 15 днів. Для 30 днів потрібно два допуски

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

Для захисту робітників слід використовувати засоби індивідуального захисту. Занесемо у таблицю 5.7 усі засоби індивідуального захисту.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

З метою дотримання пожежної безпеки на енергетичних об'єктах необхідно використовувати відповідні первинні засоби для гасіння пожеж, такі як вогнегасники та пожежний інвентар. Також важливо дотримуватись норм техніки безпеки під час проектування, будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів. У випадку виникнення пожежі або вибуху необхідно мати на увазі технічні та організаційні заходи. Для сонячних електростанцій (СЕС) діють вимоги згідно з СОУ НЕК 341.001:2019, які регулюють роботу СЕС у паралель з об'єднаною енергетичною системою України.

Результати вибору наведемо у таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Перелік заходів та засобів для пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Вогнегасник ВП-53 з кронштейном	Тривалість подачі вогнегасної речовини, с - 9	Вогнегасники розташовані у спеціальних шафах
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Освоєння технік та навичок пожежогасіння з використанням різних спеціальних засобів.	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг від хімічно-активних речовин	Костюм суконний К-80	Багаторазового використання. Термін зберігання – 6 років.

Висновки до розділу

Під час модернізації ІТП було визначено, що шкідливими чинниками є

- Шум.
- Брудне повітря у приміщенні(Пил).
- Важке фізичне навантаження.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також був проведений аналіз умов праці, і на основі цього аналізу було встановлено режим роботи, що передбачає проведення робіт протягом теплого періоду року (літній період) з 8:00 до 18:00. Монтажні роботи заплановано на тривалість 30 робочих днів. Для виконання робіт була складена робоча бригада, яка складається з бригадира та не менше трьох робітників. Також були визначені технічні заходи для забезпечення безпеки праці, включаючи загальну припливно-витяжну вентиляцію та забезпечення працівників необхідним робочим інвентарем та засобами індивідуального захисту, такими як робочий костюм, рукавиці, черевики та респіратор.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Головною задачею даного дипломного проекту це підвищення енергоефективності навчального корпусу №11 НТУУ «КПІ ім.Ігоря Сікорського». Було описано усі необхідні дані для проведення енергоаудиту. В ході виконання аудиту, було детально проведено аналіз усіх енергетичних систем будівлі. За результати даного дослідження було виявлено слабкі сторони та пропоновано заходи для енергозбереження які покращать енергоефективність даної будівлі.

Заходи з енергозбереження

1. Заміна дверних та віконних конструкцій;
2. Утеплення стін;
3. Влаштування теплогідроізоляції покриття;
4. Модернізація ІТП
5. Заміна внутрішньо-будинкової системи опалення;
6. Заміна ламп;
7. Встановлення датчиків руху.

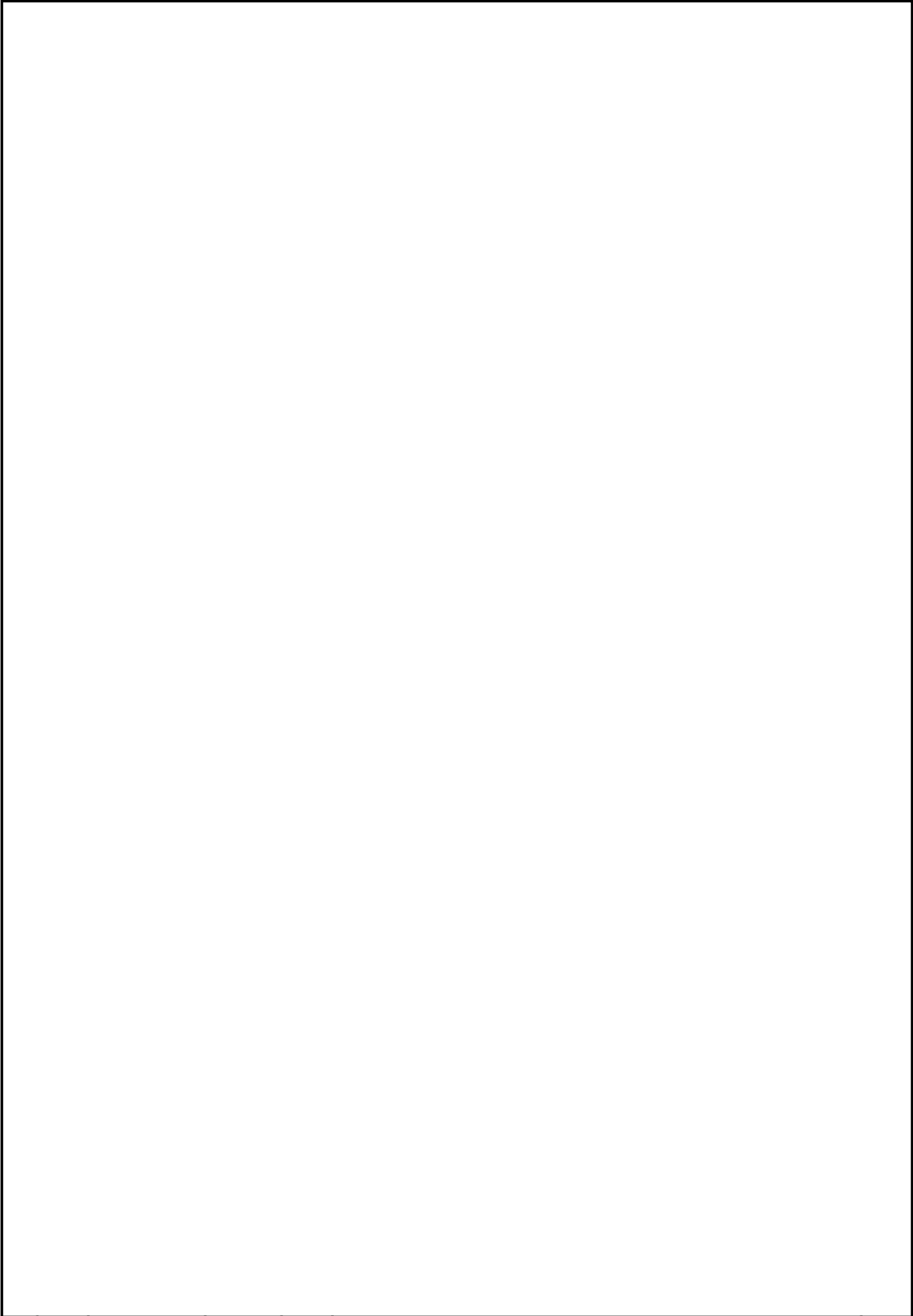
Також були визначені, усі ризики під час роботи по модернізації ІТП, шкідливі фактори та ризики та запропоновані заходи для захисту працівників. Було встановлено, що при застосуванні усіх запропонованих заходів, приблизна економія буде становити 1576476 грн за рік.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дослідницькі дані служби енергоменеджменту «КПІ ім. Ігоря Сікорського». <http://energy.kpi.ua/issue/view/4275/1599>
2. Чернобров Н.В. Релейная защита / Чернобров Н.В., Семенов В. А. – М.: Энергия, 1974. – 679 с.
3. Перехідні процеси в електроенергетиці : методичні вказівки / укл. Костерев М. В., Бардик Є. І., Безбереж'єв Ю. В. ; ФЕА. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – 56 с.
4. Виконання курсових і дипломних проектів по електричній частині станцій і підстанцій : методичні вказівки / укл. Лукаш М. П., Філатов О. Г. ; ФЕА. – Частина 1. – Київ: НТУУ «КПІ», 1993. – 72 с.
5. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. / Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. – 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
6. Рожкова Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Рожкова Л. Д., Карнеева. Л. К., Чиркова Т. В. – 4-е изд. – М.: Академия, 2007. – 447 с. – ISBN 978-5-7695-4150-6.
7. Библиотека MSDN [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL :[http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.net.sockets.tcpclient\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.net.sockets.tcpclient(v=vs.110).aspx)
8. Протокол ModBus [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL :<http://uk.wikipedia.org/wiki/Modbus>
9. Feeder Protection and Control RET 615 ANSI. ModBus Point List : [каталог]. - USA : ABB, 2011. -57с.
10. Охрана труда / под ред. Б.А. Князевского. – 2-е изд. переработ. и доп. – М.: Высш.школа, 1982. – 311 с.
11. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / Долин П. А. – М.: Энергия, 1978. – 408 с.

					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					НТУУ 001.9104.903 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		