

**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 рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я.
Розробка комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня
енергетичної ефективності інженерних систем та джерел
енергозабезпечення

Виконала: студентка - IV курсу, групи ОТ-91

_____ Овада Наталія Олександрівна _____
(підпис)

Керівник _____ к.т.н., старший викладач, Буяк Н.А. _____

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) (вчена ступінь та звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент _____ к.т.н., доц. кафедри НН ІЕЕ 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

Оваді Наталії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Підвищення рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я. Розробка комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення

керівник проєкту _____ к.т.н., старший викладач, Буяк Н.А.,
(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: будівля закладу охорони здоров'я, що складається із трьох блоків А, Б, В та харчоблоку. Загальною площею – 7235,2 м². Споживання енергоресурсів за 2019-2021 роки, опис об'єкту, креслення першого поверху будівлі, схеми електропостачання та ІТП, технічні дані.

4. Зміст пояснювальної записки:

а) основна частина:

- теплотехнічна: загальна характеристика огорожувальних конструкцій, висновки з обстеження ОК, розрахунок тепловтрат та теплонадходжень, підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем.

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

електричних навантажень, заміна кондиціонерів, заміна морозильних камер, встановлення СЕС для часткового покриття власного електроспоживання.
 б) енергетичний менеджмент: характеристика системи енергетичного менеджменту, аналіз системи енергетичного менеджменту в закладах охорони здоров'я, рекомендації щодо впровадження служби СЕНМ на нашому об'єкті.
 в) охорона праці: охорона праці та пожежна безпека під час монтажу сонячної електростанції, аналіз умов праці та безпеки працівників, аналіз шкідливих та небезпечних чинників, вибір техніко-організаційних заходів і засобів індивідуального захисту.

5. Перелік графічного матеріалу: креслення №1 Схема електропостачання лікарні, схема теплового пункту лікарні, загальне креслення першого поверху, креслення №2 порівняння споживання електричної енергії різних груп споживачів до впровадження заходів з енергозбереження та після, креслення №3 споживання енергоносіїв до та після впровадження усіх заходів з енергозбереження.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада 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)

Наталія ОВАДА

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту

(підпис)

Надія БУЯК

ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

на тему Підвищення рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я.
Розробка комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня
енергетичної ефективності інженерних систем та джерел
енергозабезпечення

Київ – 2023 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Підвищення рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я. Розробка комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення» складається з 5 розділів, пояснювальна записка містить 113 сторінок основного тексту. Основний текст дипломної роботи містить 54 рисунків, 35 таблиць та 25 джерел у переліку посилань.

Метою дипломного проекту була оцінка стану інженерних мереж та споживання ресурсів лікарні у місті Чернігів. Розглядаються питання з розробки комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення. Досліджується можлива економія теплової та електричної енергії з урахуванням того, що у нас об'єкт із жорсткими нормативними вимогами щодо людей із підвищеною чутливістю.

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

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project "Increasing the level of energy efficiency of a health care institution. Development of a complex of energy saving measures to improve the energy efficiency of engineering systems and energy sources" consists of 5 chapters, the explanatory note contains 113 pages of the main text. The main text of the thesis contains 54 figures, 35 tables and 25 sources in the list of references.

The purpose of the diploma project was to assess the state of engineering networks and resource consumption of the hospital in Chernihiv. The issues of developing a set of energy saving measures to improve the energy efficiency of engineering systems and energy sources are considered. The possible savings of thermal and electric energy are investigated, taking into account the fact that we have an object with strict regulatory requirements for people with increased sensitivity.

Keywords: energy saving, economy, heat energy, electricity, water supply, audit, energy consumption, measures.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1 Загальні відомості.....	11
1.2 Призначення будівлі.....	13
1.3 Річне споживання енергоносіїв.....	14
1.3.1 Річне споживання електричної енергії.....	14
1.3.2 Споживання теплової енергії.....	16
1.3.3 Споживання водопостачання.....	17
2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Загальна характеристика системи тепlopостачання та водопостачання будинку.....	22
2.2 Тепловізійне обстеження.....	25
2.3 Аналіз внутрішньої температури та вологості у приміщеннях.....	27
2.4 Обстеження огорожувальних конструкцій будівлі.....	29
2.4.1 Обстеження зовнішніх стін.....	33
2.4.2 Обстеження світлопрозорих конструкцій та дверей.....	34
2.4.3 Обстеження даху будівлі.....	37
2.4.4 Обстеження підлоги будівлі.....	39
2.5 Розрахунок питомого енергоспоживання будівлі за допомогою програмного продукту «E-audit».....	41
2.6 Заходи для підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення.....	52
2.6.1 Модернізація ІТП.....	53
2.6.2 Заміна системи вентиляції.....	55
2.6.3 Заміна приладів опалення та балансування системи.....	57
2.6.4 Встановлення теплової завіси.....	58
2.7 Економічний вплив підвищення рівня енергетичної ефективності..	62
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	63
3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта.....	63
3.2 Схема внутрішнього електропостачання об'єкта.....	65

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3	Розрахунок навантаження основних споживачів електроенергії на об'єкті.....	65
3.4	Повірочний розрахунок електричних навантажень об'єкту.....	70
3.5	Тариф на спожиту електричну енергію.....	74
3.6	Заходи з енергозбереження в системі електропостачання.....	75
3.6.1	Заміна старих кондиціонерів на нові енергоефективні.....	75
3.6.2	Заміна старих морозильних камер на нові енергоефективні.....	78
3.6.3	Встановлення сонячної електростанції.....	79
4	ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ.....	86
4.1	Характеристика діяльності служби енергетичного менеджменту в місті Чернігів.....	86
4.2	Результати діяльності служби енергоменеджменту.....	89
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ.....	91
5.1	Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	91
5.2	Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту.....	93
5.3	Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях... ..	95
5.4	Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників.....	96
5.5	Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці.....	98
5.6	Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	99
5.7	Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів.....	101
5.8	Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації. Розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000В.....	103
	ВИСНОВКИ	106
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	107
	ДОДАТКИ.....	110

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

СКОРОЧЕННЯ

ГВП – гаряче водопостачання;
ХВП – холодне водопостачання;
ІТП – індивідуальний теплопункт;
ОК – огороджувальні конструкції;
ДСТУ – державний стандарт України;
ДБН – державні будівельні норми;
ТП – трансформаторна підстанція;
ВРП – ввідно-розподільний пристрій;
СЕС – сонячна електростанція;
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;
ККД – коефіцієнт корисної дії.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Q – теплота;
 K – коефіцієнт теплопередачі;
 $t_{вн}$ – внутрішня температура;
 $t_{р.о}$ – розрахункова температура на опалення.

ІНДЕКСИ

b – базовий;
 $вн$ – внутрішній;
 $з$ – зовнішній.

ТЕРМІНИ

Енергоефективність — це раціональне споживання усіх енергетичних ресурсів шляхом меншого їх використання для забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві тією ж кількістю енергії.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема енергоефективності є однією з найактуальніших у галузі будівництва та енергетики. З метою вирішення цієї проблеми був проведений енергетичний аудит у місті Чернігів, який був спрямований на підвищення рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я.

Основною метою дипломного проекту було розроблення комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення.

У процесі роботи було проведено аналіз та порівняння базового та фактичного рівнів енергоспоживання у закладі охорони здоров'я за допомогою програмного продукту E-audit. Аналізуючи результати щодо ефективності інженерних систем, були запропоновані ряд заходів для підвищення енергоефективності.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості

Об'єктом дослідження є заклад охорони здоров'я в м. Чернігів (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Заклад охорони здоров'я

Об'єкт перебуває на балансі міста та є неприбутковою організацією.

Рік будівництва – 1989. Будівля має складну форму в плані та складається з трьох частин та харчоблоку різної поверховості (рис. 1.2):

- будова А (головна) – має лікувальний корпус, який складається з шести поверхів, план першого поверху блоку А наведено на креслені;
- харчоблок – приєднана будівля до блоку А, який складається з двох поверхів, план першого поверху наведено на креслені;
- будова Б – має адміністративний корпус, який складається з чотирьох поверхів, план першого поверху блоку наведено на креслені;
- будова В – має розміщене рентгенологічне відділення, яке складається з одного поверху, план першого поверху наведено на креслені.

					НТУУ 001.0015.904 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Овада Н.О.</i>			Загальні відомості про об'єкт дослідження	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Буж Н.А.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-91		

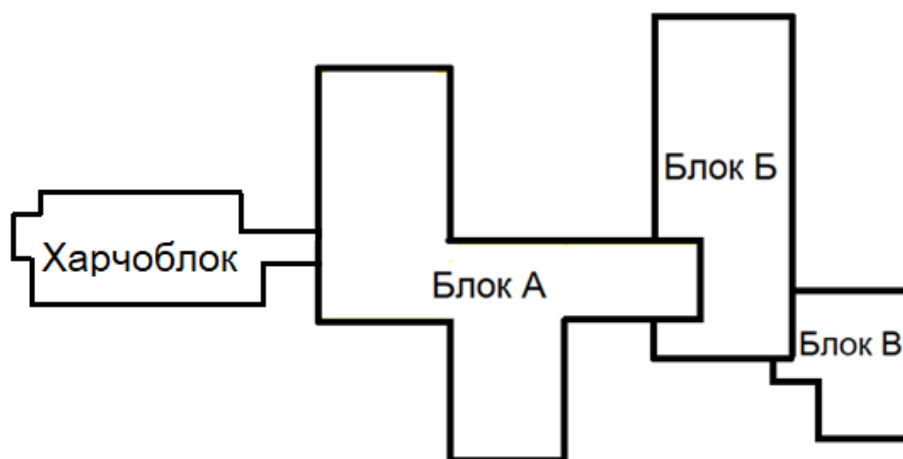


Рисунок 1.2 – Схематичне представлення закладу охорони здоров'я

Загальний план першого поверху всієї будівлі продемонстровано на креслені. Нижче наведені дані про основні розмірні параметри будівлі (табл. 1.1); режим роботи опалення та графік перебування людей (табл. 1.2), взяті з документації про об'єкт.

Таблиця 1.1 – Основні розмірні показники

Частина будівлі, К-сть пов.	Площа забудови, м ²	Загальний об'єм, м ³	Кондицій. площа, м ²	Кондицій. об'єм, м ³
Зона А	2 279	45 580	12 222	36 666
Зона Б	1 229	18 859	4 572	13 259
Зона В	575	2 070	496	1 547
Харчоблок	455	2 866	638	1 886
Всього	4 083	66 509	17 290	51 472

Таблиця 1.2 – Режим роботи опалення та графік перебування людей

Графік перебування людей, год/добу	Робочі дні	Субота	Неділя	Святкові дні
(Блок А)	Цілодобово	24	24	24
(Блок Б)	8 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	-	-	-
(Блок В)	8 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	-	-	-
Харчоблок	8 ⁰⁰ – 19 ⁰⁰	8 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	8 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	8 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰
Графік опалення	цілодобово			

1.2 Призначення будівлі

Заклад охорони здоров'я, що поєднує цілу низку об'єктів, складається з трьох частин та харчоблок різної поверховості, що включає в себе: лікувальний корпус, адміністративний корпус, рентгенологічне відділення та харчоблок.

В будівлі надаються лікувально – профілактичні послуги в галузі медицини. Використовуються передові технології для діагностики та лікування різних захворювань. У лікарні ви можете скористатися послугами таких відділень, як кардіологія, гастроентерологія, неврологія, гінекологія, стоматологія, офтальмологія та інші. Також працює лабораторія зі сучасним обладнанням, де проводяться різні аналізи та дослідження для більш точної діагностики.

Режим роботи адміністративного корпусу та рентгенологічного відділення з восьмої ранку до шістнадцятої години вечора кожного дня крім суботи та неділі. Головний (лікувальний) корпус працює цілодобово.

Загальна кількість працюючих приблизно – 500 чоловік, кількість хворих приблизно – 250 чоловік, а кількість присутніх – 705 осіб.

Кліматичні умови розміщення:

- Кліматична зона – I [1];
- Розрахункова температура внутрішнього повітря – 22 °С [1];
- Розрахункова температура зовнішнього повітря – мінус 23 °С [1];
- Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період по населеному пункту в цілому – мінус 0,2 °С [1];
- Середня швидкість вітру в опалювальний період – 4,3 м/с [1];
- Тривалість опалювального періоду – 204 дні [1].

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Річне споживання енергоносіїв

Будівля закладу охорони здоров'я використовує такі види енергоносіїв: електрична енергія, теплова енергія, вода. Розрахунок за спожиті енергоресурси здійснюється за показами існуючих лічильників обліку води, тепло- та електроенергії.

1.3.1 Річне споживання електричної енергії

Дані про споживання електроенергії за 2019-2021 роки наведені в таблиці 1.3 та зображені на графіку рисунку 1.3.

Таблиця 1.3 – Річне споживання електричної енергії за 2019-2021 рр.

№	Місяць	2019		2020		2021	
		кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
1	Січень	53 456	351741	68 436	450309	62 345	410231
2	Лютий	47 825	314689	56 810	373810	51 430	338410
3	Березень	77 779	511786	48 740	320710	47 240	310840
4	Квітень	39 071	257088	42 320	278466	47 430	312090
5	Травень	51 653	339877	27 370	180095	63 110	415264
6	Червень	41 647	274038	28 390	186807	46 740	307550
7	Липень	49 458	325435	35 630	234446	86 860	571539
8	Серпень	40 553	266839	34 730	228524	92 810	610690
9	Вересень	39 543	260193	38 450	253001	37 930	249580
10	Жовтень	43 123	283750	34 350	226023	47 670	313669
11	Листопад	50 317	331086	48 220	317288	51 030	335778
12	Грудень	87 604	576435	100 870	663725	88 680	583515
Σ	Всього	622 029	4092951	564 316	3713200	723 275	4759150

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

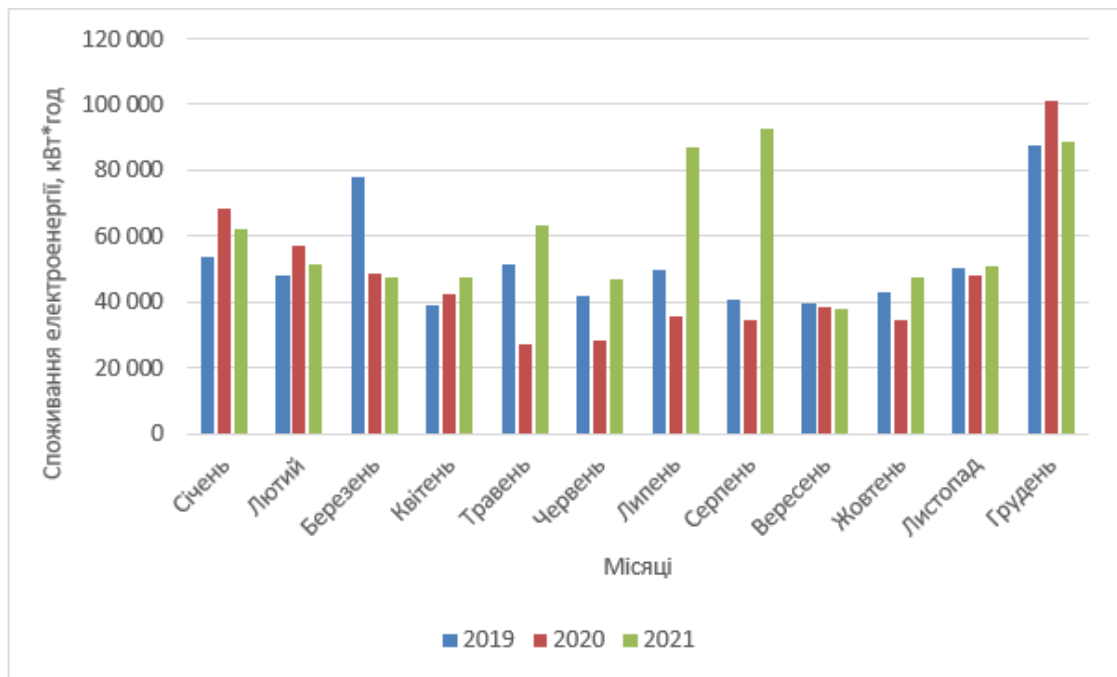


Рисунок 1.3 – Графік споживання електричної енергії

Споживання електричної енергії іде за рахунок роботи системи освітлення, ліфтового господарства та устаткування лабораторій.

Як видно на рисунку 1.3, споживання протягом року не рівномірне, що пов'язано з різною довжиною світлового дня та застосуванням різних допоміжних електроприладів для діагностики чи дослідження виявлення захворювань у пацієнтів та застосуванням електричних обігрівачів в опалювальний сезон у палатах. Через нерівномірний прогрів приміщень, деяка їх частина використовує електричні обігрівачі, як додаткове джерело тепла, цим зумовлене значне підвищення споживання електричної енергії в зимовий період.

Загалом споживання електроенергії є досить високим, якщо брати окремо по роках, то найбільше спожито було в 2021 році, а в 2020 найменше. Це можна пояснити тим, що у 2019 році почалося поширення коронавірусної інфекції нового типу COVID-19, заклад охорони здоров'я був переповнений пацієнтами, в посиленому режимі цілодобово працювала вся медична техніка та обладнання.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

1.3.2 Споживання теплової енергії

Дані про споживання теплової енергії за 2019-2021 роки наведені в таблиці 1.4 та зображені на графіку рисунку 1.4.

Таблиця 1.4 – Річне споживання теплової енергії за 2019-2021 рр.

№	Місяць	2019		2020		2021	
		Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
1	Січень	602,2	2033630	594,6	2007965	542,7	1832698
2	Лютий	75,0	253275	76,3	257665	369,4	1247464
3	Березень	317,4	1071860	284,8	961770	400,2	1351476
4	Квітень	241,6	815884	411,2	1388623	350,5	1183639
5	Травень	71,6	241794	104,8	353910	175,5	592664
6	Червень	–	–	–	–	–	–
7	Липень	–	–	–	–	–	–
8	Серпень	–	–	–	–	–	–
9	Вересень	–	–	–	–	–	–
10	Жовтень	–	–	–	–	–	–
11	Листопад	51,3	173240	125,4	423476	115,3	389369
12	Грудень	685,8	2315947	600,8	2028902	510,1	1722608
Σ	Всього	2 045	6905965	2 198	7422646	2 464	8320928

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

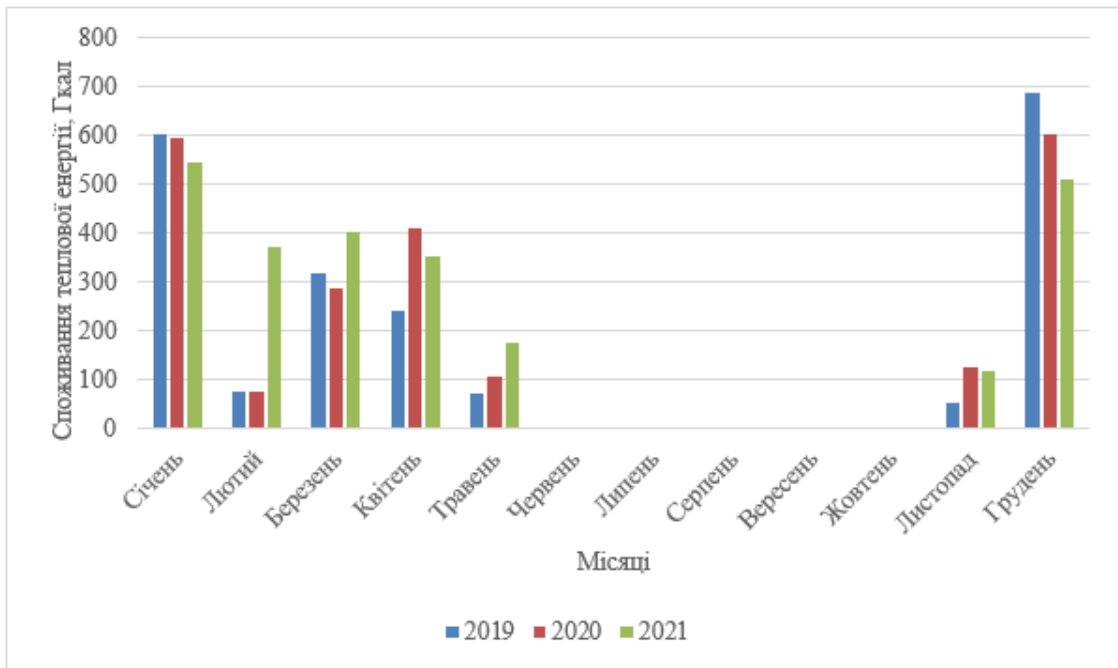


Рисунок 1.4 – Графік споживання теплової енергії

Теплову енергію використовують тільки для потреб опалення приміщень. Як видно з рисунку 1.4, найбільше споживання теплової енергії взимку, бо це найхолодніший період у році, весною споживання зменшується через потепління. З червня по жовтень включно за всі 3 роки споживання теплової енергії було нульовим, так як це неопалювальний сезон. Починаючи з листопада бачимо поступове збільшення споживання теплової енергії для опалення усіх приміщень у лікарні, щоб забезпечити нормативні комфортні умови перебування людей із підвищеною чутливістю.

Порівнявши 2019-2021 роки, бачимо, що з кожним роком використання теплової енергії зростає, найменше споживання в 2019 році, а найбільше – 2021 році.

1.3.3 Споживання водопостачання

Дані про споживання холодного та гарячого водопостачання за 2019-2021 роки наведені в таблиці 1.5 та зображені на діаграмі рисунку 1.5.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Річне споживання ХВП та ГВП за 2019-2021 рр.

Рік	ХВП		ГВП	
	м ³	грн	м ³	грн
2019	24577	761866	4915	894 458
2020	23707	734917	5908	1075275
2021	20787	644385	7550	1373864

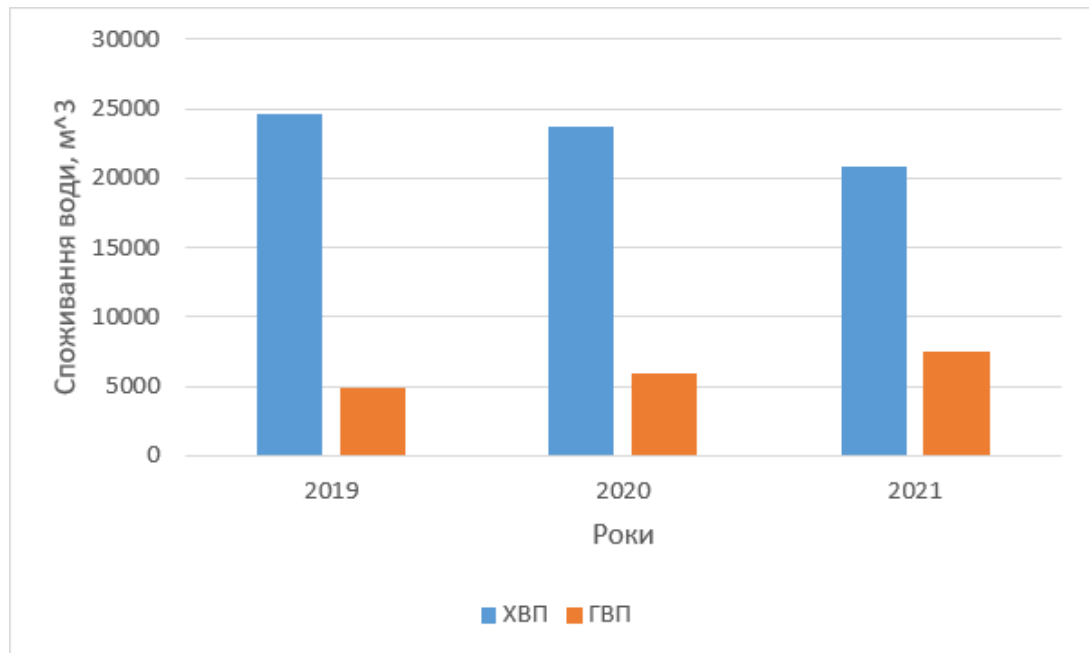


Рисунок 1.5 – Графік споживання холодної та гарячої води

Як видно з рисунку 1.5, споживання холодної води з кожним роком зменшується. У 2020 році зменшилося на 2%, а у 2021 році на 4%.

Крім того, бачимо, що споживання гарячого водопостачання навпаки збільшується з кожним роком. У 2020 році збільшилося на 5%, а у 2021 році на 9%.

Середнє за 3 роки споживання ресурсів становить: теплової енергії – 2235,67 Гкал, електроенергії – 636540 кВт·год, ГВП – 1114531,6 м³ та ХВП – 713722,3 м³.

Загальна таблиця 1.6 тарифів на енергоносії, продемонстрована нижче.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 – Тарифи на енергоносії

Назва енергоносія	Тариф, грн
Теплопостачання, Гкал	3377
Електропостачання, кВт·год	6,58
ГВП, м ³	166,81
ХВП, м ³	15,56
Водовідведення	15,35

Розглянемо наочно діаграми витрат коштів на енергоносії 2019-2021 років, в таблиці. 1.7 та на рисунках 1.6-1.8.

Таблиця 1.7 – Витрати на енергоносії в грошових одиницях

	2019	2020	2021
	грн	грн	грн
Теплопостачання	6905965	7422646	8320928
Електроенергія	4092951	3713200	4759150
Вода	1656324	1810192	2018249
Всього	4218413,333	4315346	5032775,667

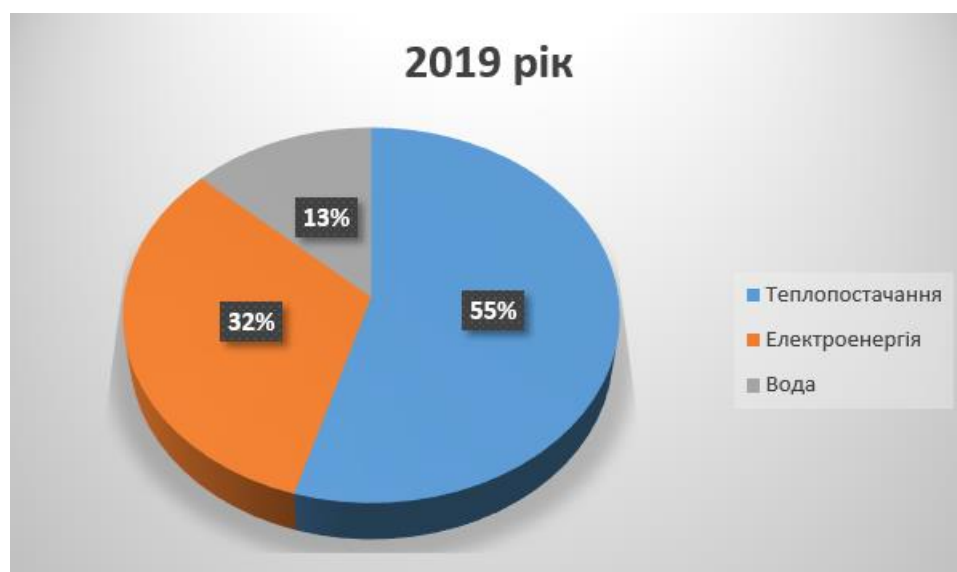


Рисунок 1.6 – Діаграма витрат на енергоносії в грошових одиницях за 2019 рік

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Діаграма витрат на енергоносії в грошових одиницях за 2020 рік



Рисунок 1.8 – Діаграма витрат на енергоносії в грошових одиницях за 2021 рік

Зробивши порівняння енергоносіїв: води, тепло- та електроспоживання бачимо, що лікарня найбільше споживає теплової енергії, тому відповідно на неї витрачається найбільше коштів в рік. Що стосується електричної енергії, грошові витрати на неї складають близько 32% у рік, це пов'язано із потужними електроприладами, що є в лікарні, наприклад МРТ, КТ, рентген чи флюорограф. Споживання води також потребує чималих затрат у рік, тому що

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в стаціонарі перебуває велика кількість людей, які нею постійно користують, але цей відсоток порівняно із іншими енергоносіями є відносно малим – 14%.

Висновок до розділу

З даних графіків та діаграм ми бачимо, що найбільше грошей витрачається на теплову енергію, в середньому 57%, враховуючи, що тариф на теплову енергію – 3377 грн/Гкал, а на електроенергію – 30%, тариф – 6,58 грн/кВт·год, вода – 13%.

З вище проаналізованого споживання енергоносіїв можна зробити висновок, що в першу чергу необхідно зробити акцент на впровадженні енергозберігаючих заходів, які в подальшому призведуть до зниження споживання теплової енергії.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика системи тепlopостачання та водopостачання будинку

Будівля заклад охорони здоров'я має централізовану, залежну систему тепlopостачання. Опалення будівель здійснюється від котельні, а ГВП та ХВП від магістралей централізованого постачання кожна з частин будівлі має свій гідроелеваторний вузол. Вентиляція – природня. Тепlopостачання на об'єкті здійснюється завдяки власному, індивідуальному пункту тепlopостачання (ІТП) (рис. 2.1). Схема теплового пункту продемонстрована на кресленні.



Рисунок 2.1 – Індивідуальний пункт тепlopостачання

Як бачимо з рисунку 2.1, ІТП знаходиться в задовільному стані, теплоізольоване скловатою товщиною 50 мм. Особливістю є наявність трьох елеваторних вузлів.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ					
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Теплотехнічна частина					
<i>Розроб.</i>	<i>Овада Н.О.</i>							<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Бук Н.А.</i>									
<i>Реценз.</i>								НН ІАТЕ, ОТ-91		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Шкляр В.І.</i>									
<i>Затвер.</i>										

Від теплового пункту йде розподіл теплової енергії до 5 будівель.

Матеріал труб розподільчих трубопроводів – сталь, діаметр розподільчих труб – 50 мм в блоках А, Б, В і у харчоблоці діаметр розподільчих труб – 20 мм.

Оскільки у нас об'єкт, що складається із трьох блоків та харчоблоку, то система теплозабезпечення, розподілу та подачі тепла в певних аспектах характеристики різняться. Продемонструємо характеристику системи опалення будівлі по блоках у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика системи опалення будівлі по блоках

	Назва	Блок А	Блок Б	Блок В	Харчоблок
1	2	3	4	5	6
Система теплозабезпечення	Максимальне теплове навантаження, Гкал*год	0,57	0,241	0,038	0,039
	Температурний графік, °С (Т ₁ подача/Т ₂ зворотка)	95/70	95/70	95/70	95/70
	Автоматичне регулювання темп. теплоносія в сист.опалення	ні	ні	ні	ні
Система розподілу	Тип системи розподілу	змішана	змішана	однотрубна	двотрубна
	Розвідні магістральні трубопроводи	з верхньою подачею	розвідні магістральні трубопроводи	з нижньою подачею	вертикальна
	Кількість стояків системи опалення, шт	37	26	7	9
Схема подачі тепла	Тип опалювальних приладів	Чавунні секційні радіатори	Чавунні секційні радіатори	Чавунні секційні радіатори	Трубні реєстри/ конвектори «комфорт»
	К-ть опалювальних приладів, шт	450	192	20	2/30

Сходові клітини неопалювальні, є опалювальний та неопалювальний підвали. В якості місцевих нагрівальних приладів прийняті чавунні радіатори типу М-140 (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Зображення приладів опалення на об'єкті

Гаряче водопостачання досліджуваної будівлі, що включає в себе три блоки та харчоблок, здійснюється від мереж централізованого тепlopостачання. Система є залежною та двотрубною без примусової циркуляції, зображена на рисунку 2.3. Температура гарячої води, що подається 55°C.



Рисунок 2.3 – Зображення системи ГВП на об'єкті

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Тепловізійне обстеження

Тепловізійне обстеження будівлі проводилося в той самий час, що і збір даних для температурної карти. Для зняття термограм використовувався професійний тепловізор FLIR E6 [2]. Це універсальний прилад для безконтактного вимірювання температури в діапазоні від -20°C до $+250^{\circ}\text{C}$ та візуалізації її розподілу на поверхні об'єкта. Спектральний діапазон вимірювання даного приладу 7,5-13 мкм. Похибка вимірювання температури $\pm 2\%$. Особливістю роботи FLIR E6 є безфокусий об'єктив, що забезпечує високу чіткість зображень.

В ході дослідження було знято та проаналізовано термограми різних фасадів будівлі з метою виявлення ділянок огорожувальних конструкцій з підвищеними тепловтратами, що продемонстровані на рис. 2.4-2.7.

Під час термографічного обстеження дефектів в роботі приладів опалення не виявлено.

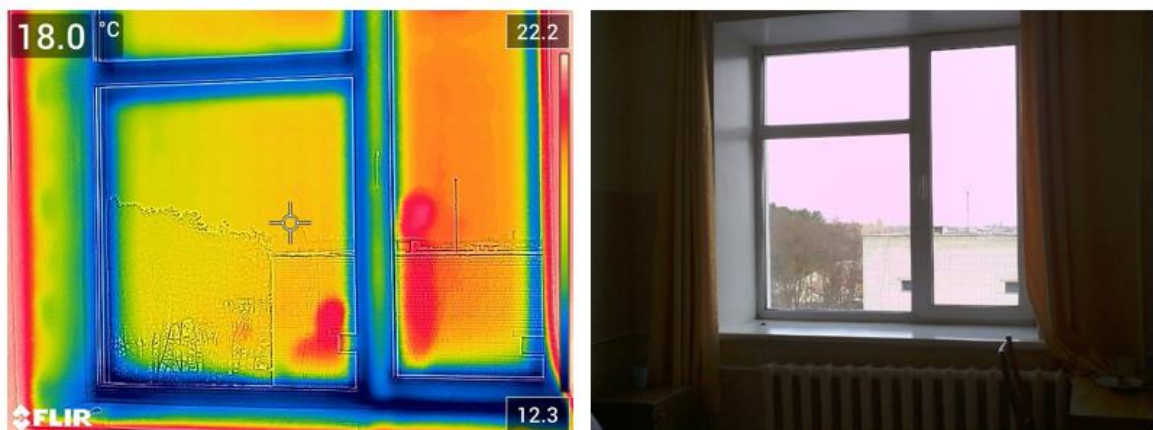


Рисунок 2.4 – Тепловізійна зйомка раніше заміненого вікна

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

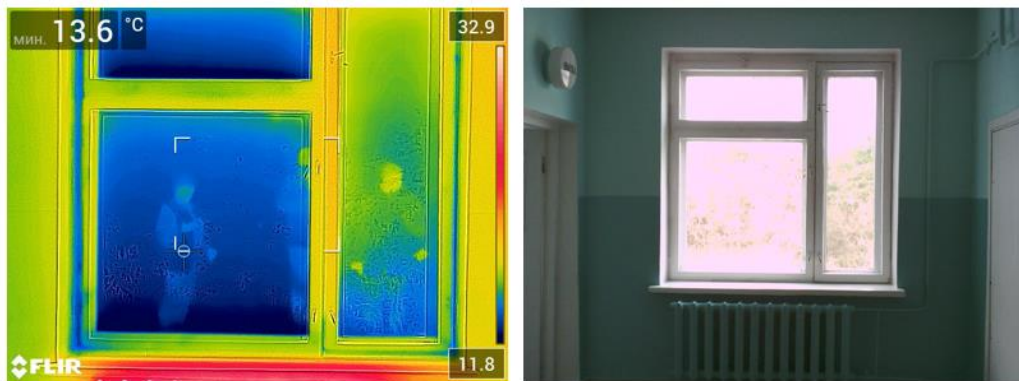


Рисунок 2.5 - Тепловізійна зйомка старого дерев'яного вікна

Частково у будівлі проведена заміна старих дерев'яних віконних конструкцій (рис 2.5) на сучасні металопластикові (рис 2.4), де тепловтрати через світлопрозору частину вікна зменшені, але присутні тепловтрати в місцях примикання віконної рами до зовнішньої стіни, що обумовлюється лінійними мостиками холоду. При утепленні будівлі відкоси вікон також будуть утеплені, що зменшить дану складову тепловтрат.

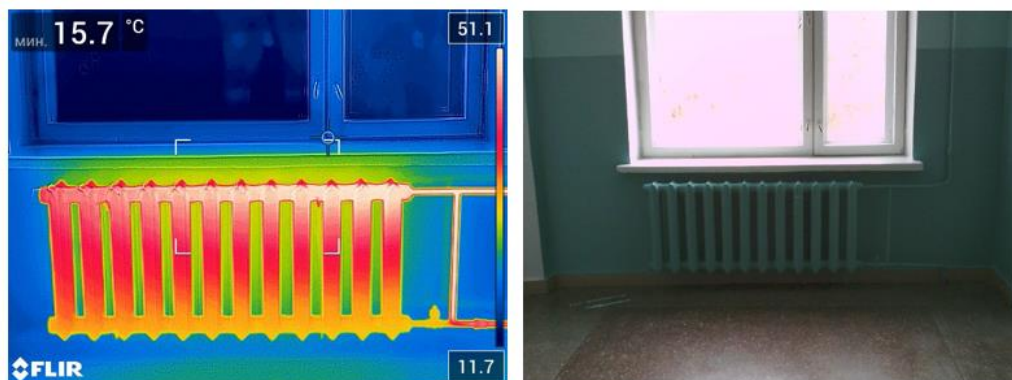


Рисунок 2.6 – Тепловізійна зйомка приладу опалення

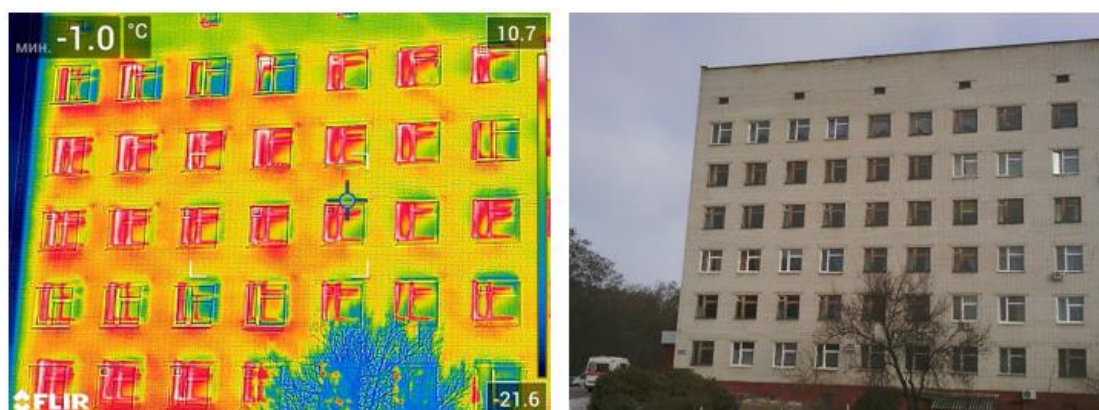


Рисунок 2.7 – Тепловізійна зйомка зовнішніх стін

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвищені тепловтрати на ділянках стіни, де встановлені прилади опалення. Причиною цього є низький термічний опір зовнішніх стін та відсутність відбиваючих екранів за радіаторами.

Для визначення програми проведення вимірювань, особливо вибору поверхні огорожувальної конструкції (зовнішню чи внутрішню), відносно якої здійснювалось тепловізійне обстеження, брались до уваги такі чинники:

- технічні параметри та характеристики тепловізійного обладнання;
- характеристики огорожувальної конструкції будинку, відповідні типи, місцезнаходження систем опалення, конструктивні елементи та шари ізоляції; випромінювальні властивості поверхні;
- кліматичні умови;
- доступність для легкого обстеження;
- вплив навколишнього середовища;
- інші важливі чинники.

2.3 Аналіз внутрішньої температури та вологості у приміщеннях

Для аналізу забезпечення нормативних значень щодо температури повітря у приміщенні і вологості встановлено датчики температури та вологості у палатах та кабінеті лікаря з 21.02 – 28.02.2023, інтервал реєстрації даних для палати №6 та кабінету 102 - 30 хв, для палати №8 - 15 хв. Для фіксування температури в приміщеннях використані автономні електронні накопичувачі-реєстратори температури ТЕРМОХРОН DS1922 (контактні температурні реєстри корпусного виконання MicroCAN з автономним живленням від літєвої батареї). Дані щодо зміни температури представлені на рис. 2.8, а вологості на рис. 2.9.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

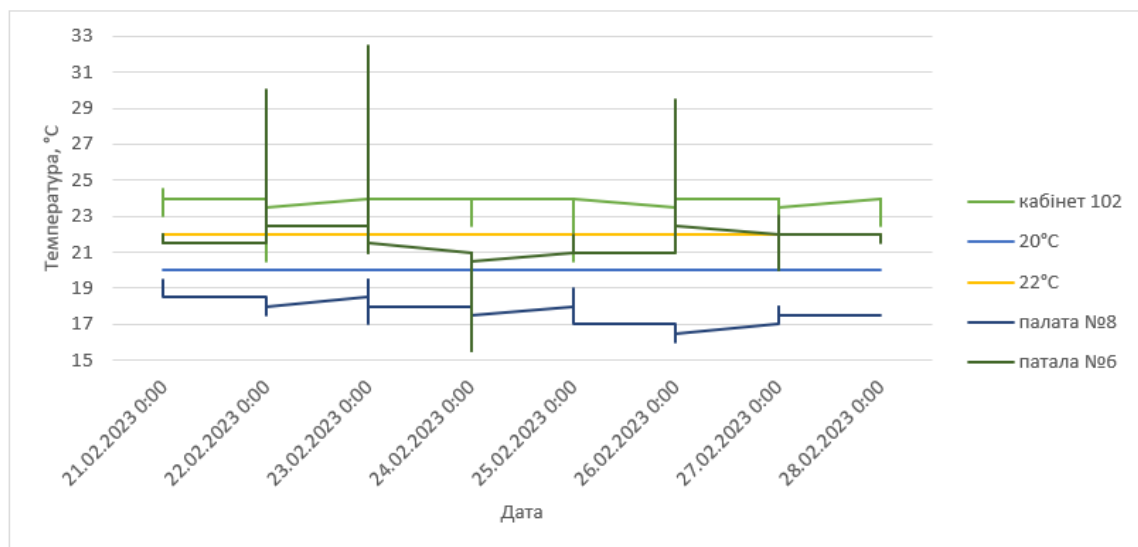


Рисунок 2.8 – Зміни температури в палаті №6, №8 та кабінеті 102

На основі аналізу встановлено, що середнє значення температури 22,1°C, 17,8°C та 23,75°C для палати №6, №8 та кабінету відповідно; максимальнє значення температури 32,5°C, 25°C та 25°C для палати №6, №8 та кабінету відповідно; мінімальнє значення температури 15,5°C, 16°C та 20,5°C для палати №6, №8 та кабінету відповідно. Мінімальні значення для палати №8 припадають на нічні години, а для палати №6, де характерні суттєві відхилення від нормативних значень припадають на ранкові години з 8:00 до 10:30. Максимальні значення температур пояснюються надходженням сонячного випромінювання.

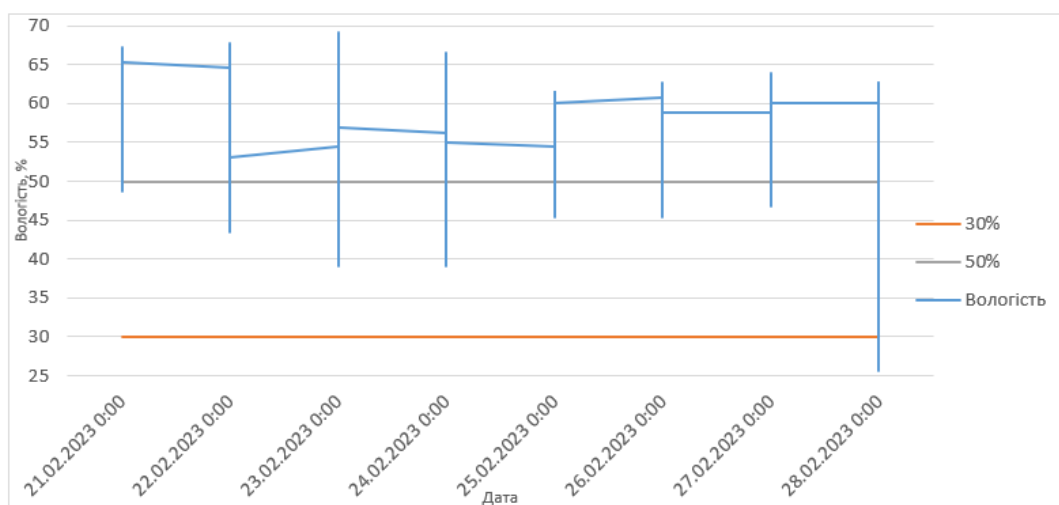


Рисунок 2.9 – Зміни вологості в палаті №8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Датчик вологості встановлено в палаті №8, встановлено мінімальне значення вологості 25,6 %, максимальне 69 %, а середнє 54,6 %. Відповідно до підвищених оптимальних вимог діапазон вологості становить 30-50%, а оптимальних 25 – 60%. Оскільки лікарня належить по категорії А щодо забезпечення комфортних умов, то там слід дотримуватися підвищених оптимальних вимог [4].

У таблиці 2.2 продемонстровано нормативні діапазони відносної вологості повітря для кімнат з підвищеними оптимальними вимогами до мікроклімату [4].

Таблиця 2.2 Умови мікроклімату будівлі

Умови мікроклімату	Відносна вологість повітря, %
1	2
Підвищені оптимальні	30-50
Оптимальні умови	25-60
Допустимі	25-70
Обмежено допустимі	Менше 20 та більше 70

Отже, аналіз температур та вологості показав значні відхилення від нормативних значень, впровадження заходів з енергоефективності дозволить підвищити рівень термічного опору огорожувальних конструкцій і середню радіаційну температуру в приміщенні, особливо для кутової кімнати, де характерний найвищі відхилення. Подальші дослідження полягатимуть в оцінці показників теплового комфорту та використання відновлювальних джерел енергії.

2.4 Обстеження огорожувальних конструкцій будівлі

У цьому розділі буде проведено теплотехнічний розрахунок втрат через зовнішні ОК.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок засновано на врахуванні теплоізоляційних властивостей матеріалів корпусу, орієнтації відповідно до сторін світу, витрат теплоти на вентиляцію та ін.

Усі геометричні розміри, що використовуються у розрахунках, є фактичними та визначеними за допомогою вимірювань. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури. Розрахунок виконувався у програмному забезпеченні E-audit [3].

Всі значення, використані та отримані під час розрахунків коефіцієнтів теплопередачі ОК, продемонстровані у таблиці. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків теплопередачі ОК

ОК	Матеріал	Опір теплопередачі, м ² *К/Вт		Загальна площа, м ²	K _o , $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$
		Факт	Норма		
1	2	3	4	5	6
Зовнішні стіни (тип 1)	Цементно-піщаний розчин, $\delta = 0,04$ м; Силікатна цегла, $\delta = 0,51$ м.	0,78	4	6827.29	1,2658
Зовнішні стіни (тип 2)	Цементно-піщаний розчин, $\delta = 0,03$ м; з/б блоки, $\delta = 0,6$ м.	0,48	4	407.91	2,0833
Дахове перекриття (тип 1)	Пустотна з/б плита, $\delta = 0,22$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м. Керамзит, $\delta = 0,1$ м.	0,94	6	2561	1,0638
Дахове перекриття (тип 2)	Пустотна з/б плита, $\delta = 0,22$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м. Скловата, $\delta = 0,05$ м.	1,348	6	532	0,7418
Суміщене покриття (тип 1)	Пустотна з/б плита, $\delta = 0,12$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м; Руберойд, $\delta = 0,015$ м. Пінобетон, $\delta = 0,1$ м.	0,676	7	505.25	1,4792
Суміщене покриття (тип 2)	з/б плита, $\delta = 0,22$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м; Руберойд, $\delta = 0,015$ м. Пінобетон, $\delta = 0,1$ м.	0,725	7	371	1,3793
Перекриття над неопалювальним підвалом	Пустотна з/б плита, $\delta = 0,22$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м. Керамзит, $\delta = 0,1$ м.	1	6	1569.25	1

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

Продовження таблиці 2.3

Підлога по ґрунту	Щебінь, $\delta = 0,20$ м; Пісок, $\delta = 0,10$ м; Стяжка, $\delta = 0,10$ м. Гравій керамзитовий, $\delta = 0,10$ м.	1		2400	1
Зовнішнє вікно (тип 1)	ПВХ рама, склопакет (4-10-4-10-4i)	0,66	0,9	1003,41	1,5151
Зовнішнє вікно (тип 2)	ПВХ рама, Склопакет (4m_solar_x14_ar6x14_arx4i)	1	0,9	118,49	1
Зовнішнє вікно (тип 3)	Дерев'яні спарені	0,4	0,9	516,77	2,5
Зовнішнє вікно (тип 4)	Алюмінієві спарені	0,36	0,9	37,5	2,7777
Зовнішнє вікно (тип 5)	Склоблок	0,5	0,9	6,44	2
Зовнішні двері (тип 1)	ПВХ рама, склопакет (4-16-4)	0,47	0,75	22,685	2,1276
Зовнішні двері (тип 2)	Дерев'яні	0,4	0,75	18,96	2,5
Зовнішні двері (тип 3)	Металеві	0,35	0,75	16,7	2,8571

Орієнтація огорожувальних конструкцій наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Орієнтація огорожувальних конструкцій будівлі

Тип	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх	Опір
	м ²								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зовнішні стіни (тип 1)		1903,1 35		1505,5 1		1922,1 2		1496, 52	0,79
Зовнішні стіни (тип 2)				149,58		84,1		174,2 3	0,48
Зовнішнє вікно (тип 1)		503.92		197.71		190.75		111.0 3	0,66
Зовнішнє вікно (тип 2)				23,12		95,37			1
Зовнішнє вікно (тип 3)				100.47		233.96		182.3 4	0,4

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.4

Зовнішнє вікно (тип 4)								37,5	0,36
Зовнішнє вікно (тип 5)								6,44	0,5
Зовнішні двері (тип 1)		3,875		3,64				15,17	0,47
Зовнішні двері (тип 2)		2,47		4,94		11,55			0,4
Зовнішні двері (тип 3)				7,73				8,97	0,35

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків сумарних опорів та коефіцієнтів теплопередачі

Вид конструкції	Опір теплопередачі, м ² *К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі, Вт/м ² *К	Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі, Вт/К
Зовнішні стіни	0,77	1,31	9509,45
Світлопрозорі конструкції	0,62	1,72	2892,32
Двері	0,51	2,07	120,68
Перекрыття над неопалювальним підвалом	2,31	0,45	707,02
Підлога до ґрунту	5,78	0,18	420,85
Дахове покриття	2,31	0,45	3119,38
Суміщене покриття	0,7	1,44	1258,82

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

Арк.

2.4.1 Обстеження зовнішніх стін

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

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

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

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

δ_i – товщина шару,

λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару.

$$R_{з.см} = 0.787 \frac{M^2 \cdot K}{Вт}$$

Дані структури оболонки будівлі були внесені в програму так, як показано на рисунку 2.10.

Назва		Тип конструкції	
Зовнішня стіна (тип 1) Основна		Стіна	
x			
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Кладка цегляна з повноти	Силікатної на цементно-піщаному розчині(густиною $\rho=18$	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м²К/Вт
0,87		510	0,586
x			
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Розчини будівельні	Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho=1800$ кг/м³) ($\lambda=0.9$	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м²К/Вт
0,93		40	0,043
Додати шар			
Коефіцієнт теплопередачі конструкції		Опір теплопередачі конструкції	
1,271		0,787	

Рисунок 2.10 – Внесення даних структури оболонки зовнішньої стіни у програму

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{з.ст} = \frac{1}{R_{з.ст}}. \quad (2.2)$$

Таким чином:

$$K_{з.ст} = \frac{1}{0,79} = 1,27 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Таким ж чином розраховували опір теплопередачі іншого типу зовнішньої стіни та результати розрахунків занесемо до табл. 2.3.

Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі, Вт/К, через зовнішні стіни знайдемо формулою 2.4:

$$H_{з.ст} = b_{з.ст} \cdot K_{з.ст} \cdot A_{з.ст}, \quad (2.3)$$

де $K_{з.ст}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни;

$A_{з.ст}$ – площа зовнішньої стіни

$b_{з.ст}$ – поправочний коефіцієнт

Середній опір та узагальнений коефіцієнт теплопередачі по будівлі від стін, який був розрахований програмним продуктом, занесений до таблиці 2.5.

2.4.2 Обстеження світлопрозорих конструкцій та дверей

Частково у будівлі проведена заміна старих дерев'яних віконних конструкцій (рис. 2.4) на сучасні металопластикові (рис. 2.5), де тепловтрати через світлопрозору частину вікна зменшені, але присутні тепловтрати в місцях примикання віконної рами до зовнішньої стіни, що обумовлюється лінійними мостиками холоду.

У будівлі також частково замінені двері на металопластикові.

Металопластикові вікна 1 типу були замінені в ході модернізації будівлі. Вікна типу 2 були замінені через вибухи біля об'єкту спричинені повномасштабним вторгненням країни-агресора.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того, щоб знайти опір теплопередачі для вікон або дверей необхідно заповнити дані, що наведені на рисунках. 2.11 та 2.12.

Назва	Тип конструкції	
Вікно тип 1 дерево	Вікно	
Матеріал	Кількість частин	Товщина профілю, мм
Деревина листяних порід (U=f(x))	3	60
Ширина профілю, мм	Тип склопакету	Дистанційна рамка
1600	4-8-4(Повітря, к.емісії - 0.2) (U=2.4)	

Рисунок 2.11 – Форма, яку потрібно заповнити для задання типу вікна

Вид фасаду	Тип конструкції	
Вікно	Вікно тип 1.1 дерево (U=4.299)	
Завіси	Засклений балкон/лоджія	
Постійна завіса відсутня	<input type="checkbox"/>	
Висота	Ширина	S елемента
1,7	1,7	S
Кількість	S елементів з врахуванням кількості	
12	34,68	
Розрахований U	Ведений U	
3,1823715692257295	2,2	

Рисунок 2.12 – Форма, яку потрібно заповнити для визначення площі певного типу вікон або дверей на одному фасаді

Знайдемо коефіцієнти теплопередачі, $\frac{Вт}{(м^2 \cdot ^\circ C)}$, кожного типу вікон та дверей за формулою:

$$K_{\epsilon} = \frac{1}{R_{\epsilon}}, \quad (2.4)$$

де R_{ϵ} – опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій

Опір теплопередачі та коефіцієнт теплопередачі кожного з типів вікон:

– раніше встановлені металопластикові вікна:

$$R_{\epsilon.1} = 0,66 \frac{м^2 \cdot K}{Вт}, \quad K_{\epsilon.1} = \frac{1}{0,66} = 1,51 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}.$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пізніше встановлені металопластикові вікна:

$$R_{\text{в.2}} = 1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{в.2}} = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

- дерев'яні вікна:

$$R_{\text{в.3}} = 0,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{в.3}} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

- алюмінієві вікна:

$$R_{\text{в.4}} = 0,36 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{в.4}} = \frac{1}{0,36} = 2,78 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

- склоблок:

$$R_{\text{в.5}} = 0,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{в.5}} = \frac{1}{0,5} = 2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Опір теплопередачі кожного з типів дверей:

- металопластикові двері

$$R_{\text{дв.1}} = 0,47 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{дв.1}} = \frac{1}{0,47} = 2,13 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

- дерев'яні двері:

$$R_{\text{дв.2}} = 0,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{дв.2}} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

- металеві двері:

$$R_{\text{дв.3}} = 0,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad K_{\text{дв.3}} = \frac{1}{0,35} = 2,86 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Результати розрахунків опорів та коефіцієнтів теплопередачі вікон наведені у таблиці 2.3.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі, Вт/К, через вітлопрозорі конструкції та двері знайдемо формулою:

$$H_e = b_e \cdot K_e \cdot A_e \quad (2.5)$$

де K_e – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни;

A_e – площа зовнішньої стіни;

b_e – поправочний коефіцієнт.

Середній опір та узагальнений коефіцієнт теплопередачі по будівлі від вікон та дверей, який був розрахований програмним продуктом, занесений до таблиці 2.5.

2.4.3 Обстеження даху будівлі

Будівля має різні типи даху на її частинах:

- Покриття блоку А та половини блоку Б мають дах утеплений керамзитом.
- Половина покриття блоку Б має дах утеплений скловатою.
- Покриття даху блоку В класифікується як суміщене.
- Покриття даху харчоблоку також є суміщеним

Питомий опір теплопередачі даху, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, знайдемо за наступною формулою:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.6)$$

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

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі,

δ_i – товщина шару,

λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару.

$$R_{\text{дах.1}} = 0,94 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, K_{\text{дах.1}} = \frac{1}{0,94} = 1,06 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 2.13 наведена форма яку потрібно заповнити для розрахунку опору теплопередачі даху.

Назва		Тип конструкції	
Дахове перекриття (тип 1) Керамзит		Горищне перекриття	
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Бетони конструкційні	Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) ($\lambda=2.04$)	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м²К/Вт
2,04		220	0,108
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Розчини будівельні	Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.93$)	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м²К/Вт
0,93		100	0,108
Призначення	Тип	Матеріал	
Теплоізоляційні матеріал	Матеріали теплоізоляційні	Гравій керамзитовий(густиною $\rho_0=600\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.19$)	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м²К/Вт
0,19		100	0,526
Додати шар			
Коефіцієнт теплопередачі конструкції		Опір теплопередачі конструкції	
1,064		0,940	

Рисунок 2.13 – Форма, яку потрібно заповнити для розрахунку опору теплопередачі даху

Результати розрахунків опорів та коефіцієнтів теплопередачі інших типів даху наведені у таблиці 2.3.

Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі, Вт/К, через дах та суміщене покриття знайдемо формулою:

$$H_{\text{дах}} = b_{\text{дах}} \cdot K_{\text{дах}} \cdot A_{\text{дах}}, \quad (2.7)$$

де $K_{\text{дах}}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни;

$A_{\text{дах}}$ – площа зовнішньої стіни

$b_{\text{дах}}$ – поправочний коефіцієнт

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

Середній опір та узагальнений коефіцієнт теплопередачі по будівлі від даху, який був розрахований програмним продуктом, занесений до таблиці 2.5

2.4.4 Обстеження підлоги будівлі

Під блоком А є опалювальний підвал. Блок Б та В мають неопалювальний підвал. У харчоблоці присутня підлога до ґрунту.

На рисунках 2.14 та 2.15 наведено форму для розрахунку опору теплопередачі підлоги. На рисунку 2.16 наведено форму куди вписується стіна цоколю для подальшого розрахунку тепловтрат.

Назва	Тип конструкції
<input type="text" value="підлога підвалу"/>	<input type="text" value="Технічне підпілля (неопалювальний підвал)"/>
товщина зовнішньої стіни, м	Категорія ґрунту
<input type="text" value="0,5"/>	<input type="text" value="Пісок або гравій"/>
висота від ґрунту до перекриття, м	площа вентиляційних отворів, м ² /м
<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>

Рисунок 2.14 – Форма для заповнення загальних даних для розрахунку опору теплопередачі підлоги над неопалювальним підвалом

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підлога

Призначення	Тип	Матеріал	
Теплоізоляційні матеріа. ▾	Матеріали теплоізоляції ▾	Гравій керамзитовий(густиною $\rho_0=600\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.2$) ▾	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R , м ² К/Вт
0,2		100	0,500

Призначення	Тип	Матеріал	
Теплоізоляційні матеріа. ▾	Матеріали теплоізоляції ▾	Пісок для будівельних робіт (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$) ($\lambda=$ ▾	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R , м ² К/Вт
0,58		100	0,172

Призначення	Тип	Матеріал	
Теплоізоляційні матеріа. ▾	Матеріали теплоізоляції ▾	Щебінь перлітовий (густиною $\rho_0=300\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.12$) ▾	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R , м ² К/Вт
0,12		200	1,667

Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні ▾	Розчини будівельні ▾	Розчин цементно-піщаний (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$) ($\lambda=0.$ ▾	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R , м ² К/Вт
0,93		100	0,108

Рисунок 2.15 – Форма для заповнення розрахункових даних для розрахунку опору теплопередачі підлоги над неопалювальним підвалом

Стіна цоколю

Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні ▾	Бетони конструкційні ▾	Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$) ($\lambda=2.04$) ▾	
λ , Вт/м·К	Змінити λ , Вт/м·К	Товщина, мм	R , м ² К/Вт
2,04	1,9	600	0,316
Додати шар			

Рисунок 2.16 – Форма для заповнення розрахункових даних стіни цоколя

Розрахунок опору теплопередачі знаходиться за формулою:

$$R_{нідл.} = \frac{1}{\alpha_{вн.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.8)$$

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,

Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі, Вт/К, через зовнішні стіни знайдемо формулою 2.4:

$$H_{нідл} = b_{нідл} \cdot K_{нідл} \cdot A_{нідл}, \quad (2.9)$$

де $K_{нідл}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни;

$A_{нідл}$ – площа зовнішньої стіни;

$b_{нідл}$ – поправочний коефіцієнт.

Середній опір та узагальнений коефіцієнт теплопередачі по будівлі від підлоги, який був розрахований програмним продуктом, занесений до таблиці 2.5.

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

Розрахунок питомого енергоспоживання засновано із врахуванням теплоізоляційних властивостей матеріалів корпусу, орієнтації огорожувальних конструкцій відповідно до сторін світу, втрат теплоти на вентиляцію і т. д.

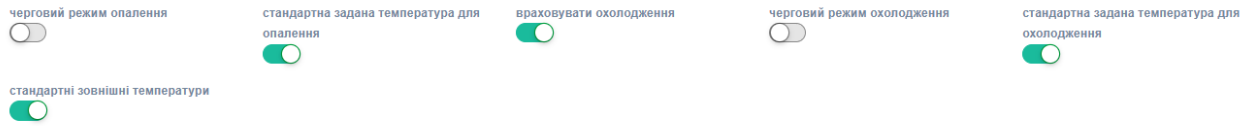
Усі геометричні розміри, що використовуються у розрахунках, є фактичними та визначеними за допомогою вимірювань. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

Розрахунок виконувався у програмному забезпеченні «E-audit», що базується на ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [6].

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

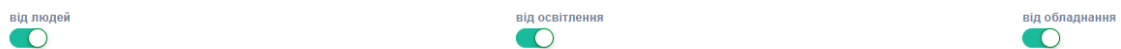
Загальні дані про об'єкт також були введені у програму, тому розрахунок проводився згідно стандартних температур для закладів охорони здоров'я, враховуючи географічне місце розташування. Також були включені внутрішні теплонадходження від людей, освітлення та обладнання об'єкту. На рисунку 2.17 наведені всі налаштування, що враховувались при розрахунку.

Теплопередача трансмісією та вентиляцією



Внутрішні теплонадходження

Розраховувати теплонадходження за типовими даними (вкл - за дсту, викл - за фактичними даними)



Утилізація тепла



Еквівалент запірної арматури



Рисунок 2.17 – Налаштування програми

На рисунку 2.18 наведені дані, що враховувались при розрахунку. Об'єкт розташований біля лісу, тому можна вважати, що будівля має середньозахищений простір.

Крім того, будівля має стіну товщиною в дві цегли то її можна віднести до важкого класу внутрішньої теплоємності.

Джерело електропостачання будівлі здійснюється через мережі.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактичний опалювальний період

Рік періоду: 2021 Початок: 30.09 Кінець: 22.04

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			
Вт	24.00	24.00			
Ср	24.00	24.00			
Чт	24.00	24.00			
Пт	24.00	24.00			
Сб	24.00	24.00			
Нд	24.00	24.00			

Вітрозахист основи: Середньозахищений простір (Передмістя)

Клас для внутрішньої теплоємності: Важкий (Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною 1.5-2 цеглини, із залізобетонними перек.

Джерело постачання електричної енергії: Електрична енергія з мережі

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

Рисунок 2.18 – Налаштування опалювального періоду, роботи системи опалення та географічних особливостей об'єкту

На рисунку 2.19 продемонстровано форму, яку необхідно заповнити даними щодо системи опалення об'єкту. Оскільки в будівлі централізоване теплопостачання, то ефективність джерела буде складати 62%. Температурний графік на об'єкті дотримується.

% опалювальної площі: 100 Тип джерела: Централізоване Ефективність джерела, %: 62

Енергоносій/послуга: Централізоване теплопостачання Джерело теплозабезпечення: Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком 110° С або вище зі зрізкою без к.

Тепловий режим приміщення: Постійний тепловий режим Ефективність нагрівальних поверхонь: Вільнообітні нагрівальні поверхні (радіатори)

Регулювання температури приміщення: Відсутнє Температурний напір (за температури повітря 20 °С): 60 К (наприклад, 90/70)

Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження: Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни Впливовий фактор: вікно без радіаційного захисту

Тип системи: Однотрубна (постійний гідравлічний режим) Впливовий фактор: Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи

Система розподілення: Спрощений розрахунок Деталізований розрахунок

Середня t теплоносія, °С: 60 t оточуючого середовища, °С: 10

довжина трубопроводу, м: 800 Діаметр трубопроводу: 3/4 " (20 mm) Товщина ізоляції, м: - в опалювальному приміщенні:

довжина трубопроводу, м: 400 Діаметр трубопроводу: 2 " (50 mm) Товщина ізоляції, м: 0,05 Матеріал: Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати в опалювальному приміщенні:

Рисунок 2.19 – Форма для заповнення даних щодо системи опалення будівлі

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

На рисунку 2.20 показано форму, яку потрібно заповнити для розрахунку системи ГВП. Оскільки програмний продукт створений на основі ДСТУ Б А.2.2-12:2015, то дані щодо питомої річної енергопотребі на ГВП автоматично заповнилось і складає 30 кВт·год/м³.

Розрахункові витрати води для будівлі

Будівля закладу охорони здоров'я Нормативна питома річна енергопотреба ГВП, кВт·год/м³ Ручний ввід питомої річної енергопотребі ГВП, кВт·год/м³

Будівля закладу охорони здоров'я 30

Система гарячого водопостачання #1

% енергопотребі ГВП Тип джерела Ефективність джерела, %

100 Централізоване 95

Енергоносій/послуга Джерело теплозабезпечення

Централізоване теплопостачання Централізоване теплопостачання до 2008

Тип системи ГВП

Без циркуляційного контуру

Рисунок 2.20 – Форма для заповнення даних щодо системи ГВП будівлі

Система кондиціонування будівлі відсутня, проте щоб врахувати звичайне охолодження були вписані дані, які наведені на рисунку 2.21

Система кондиціонування

% опалювальної площі Тип холодильної машини Ефективність машини, % %

100 Компресорна холодильна машина / зовнішня 225 240

Електрогенератор

Клас системи управління/регулювання Система охолодження Тип вентиляторів системи охолодження

В Пряме випаровування Кондиціонери повітря приміщення: блоки системи безпосереді

Рисунок 2.21 – Форма для заповнення даних щодо системи кондиціонування будівлі

Система механічної вентиляції у будівлі присутня, проте вона є неробочою, і приймається як природна. Враховуючи те, що об'єкт має підвищені вимоги до теплового комфорту людей з підвищеною чутливістю, вентиляція є необхідною інженерною мережею в лікарні. Об'ємна витрата повітря вентиляції становить 56 000 м³/год [4].

Результатом внесення даних в програму є заповнені таблиці.

Після заповнення даних щодо оболонки будівлі та її інженерних систем було складено сертифікат з енергоефективності та розрахункові таблиці.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна теплопередача трансмісією розраховується за формулою:

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

де H_{tr} – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією;

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

θ_c - середньомісячна температура зовнішнього середовища;

t – тривалість місяця.

Сумарна теплопередача вентиляцією розраховується за формулою:

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

де H_{ve} – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією;

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

θ_c - середньомісячна температура зовнішнього середовища;

t – тривалість місяця.

Розрахунок стосовно теплопередачі від ГВП розраховується схожим чином. У таблиці 2.6 наведено розрахункові значення сумарних теплопередач.

Таблиця 2.6 – Розрахункові значення сумарних теплопередач

Місяць року	Параметри		
	Теплопередача трансмісією $Q_{H,tr}$, кВт·год'	Теплопередача вентиляцією $Q_{H,ve}$, кВт·год	Теплопередача від ГВП
Січень	374228,967	358852,032	733080,999
Лютий	325898,09	334059,264	659957,354
Березень	296432,264	294053,76	590486,024
Квітень	84806,1943	86929,92	171736,114
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	143737,846	140640,192	284378,038
Листопад	272591,339	279417,6	552008,939
Грудень	342037,228	339292,8	681330,028
Всього за рік	1839731,93	1833245,57	3672977,49

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунках 2.22-2.31 наведені інші таблиці, розраховані програмою.

Сумарна теплопередача трансмісією (для опалення)

^ / * x

Місяць року	$\theta_c, ^\circ\text{C}$	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	-5.9	31	696.0	48.0	350085.16	24143.8	374228.97
2	-4.9	28	672.0	-	325898.09	0	325898.09
3	-0.1	31	720.0	24.0	286869.93	9562.33	296432.26
4	8.0	14	336.0	-	84806.19	0	84806.19
5	-	-	-	-	0	0	0
6	-	-	-	-	0	0	0
7	-	-	-	-	0	0	0
8	-	-	-	-	0	0	0
9	-	-	-	-	0	0	0
10	6.9	22	504.0	24.0	137204.31	6533.54	143737.85
11	1.0	30	720.0	-	272591.34	0	272591.34
12	-3.5	31	720.0	24.0	331003.77	11033.46	342037.23
Усього					1788458.79	51273.13	1839731.93

Рисунок 2.22 – Таблиця розрахунку сумарної теплопередачі трансмісією для опалення

Сумарна теплопередача трансмісією (для охолодження)

^ / * x

Місяць року	$\theta_c, ^\circ\text{C}$	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	-5.9	31	-	744	0	374228.97	374228.97
2	-4.9	28	-	672	0	325898.09	325898.09
3	-0.1	31	-	744	0	296432.26	296432.26
4	8.0	30	-	720	0	181727.56	181727.56
5	14.4	31	-	744	0	101940.51	101940.51
6	17.6	30	-	720	0	57114.38	57114.38
7	19.2	31	-	744	0	37557.03	37557.03
8	18.1	31	-	744	0	52311.58	52311.58
9	12.9	30	-	720	0	118122.91	118122.91
10	6.9	31	-	744	0	202539.69	202539.69
11	1.0	30	-	720	0	272591.34	272591.34
12	-3.5	31	-	744	0	342037.23	342037.23
Усього					0	2362501.54	2362501.54

Рисунок 2.23 – Таблиця розрахунку теплопередачі трансмісією для охолодження

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна теплопередача вентиляцією (для опалення)



Місяць року	θ_v , °C	Кількість днів	$Q_{\text{інфільтрації}}$, кВт·год	$Q_{\text{природної}}$, кВт·год	$Q_{\text{механічної}}$, кВт·год	Q , кВт·год
1	-5.9	31	0	358852.03	0	358852.03
2	-4.9	28	0	334059.26	0	334059.26
3	-0.1	31	0	294053.76	0	294053.76
4	8.0	14	0	86929.92	0	86929.92
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	6.9	22	0	140640.19	0	140640.19
11	1.0	30	0	279417.6	0	279417.6
12	-3.5	31	0	339292.8	0	339292.8
Усього			0	1833245.57	0	1833245.57

Рисунок 2.24 – Таблиця розрахунку сумарної теплопередачі вентиляцією для опалення

Сумарна теплопередача вентиляцією (для охолодження)



Місяць року	θ_v , °C	Кількість днів	$Q_{\text{інфільтрації}}$, кВт·год	$Q_{\text{природної}}$, кВт·год	$Q_{\text{механічної}}$, кВт·год	Q , кВт·год
1	-5.9	31	0	358852.03	0	358852.03
2	-4.9	28	0	334059.26	0	334059.26
3	-0.1	31	0	294053.76	0	294053.76
4	8.0	30	0	186278.4	0	186278.4
5	14.4	31	0	94381.06	0	94381.06
6	17.6	30	0	54641.66	0	54641.66
7	19.2	31	0	38497.54	0	38497.54
8	18.1	31	0	51891.84	0	51891.84
9	12.9	30	0	121080.96	0	121080.96
10	6.9	31	0	200914.56	0	200914.56
11	1.0	30	0	279417.6	0	279417.6
12	-3.5	31	0	339292.8	0	339292.8
Усього			0	2353361.47	0	2353361.47

Рисунок 2.25 – Таблиця розрахунку сумарної теплопередачі вентиляцією для охолодження

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Елементи сонячних теплонадходжень



Місяць року	Кількість днів	$\Phi_{\text{Засклені елементи}}$, Вт	$\Phi_{\text{Стіни}}$, Вт	$\Phi_{\text{Дек.}}$, Вт	Φ_{sol} , Вт	Q_{sol} , кВт-год
1	31	78039.89	-2670.42	-5685.39	69684.08	51844.96
2	28	139668.46	4135.53	-5571.51	138232.48	92892.23
3	31	222520.49	13307.04	-5369.07	230458.46	171461.1
4	30	251941.65	16803.04	-5175.05	263569.64	189770.14
5	31	318051.95	24305.39	-4943.08	337414.26	251036.21
6	30	352972.4	28261.43	-4829.21	376404.62	271011.33
7	31	338561.24	26590.67	-4884.04	360267.88	268039.3
8	31	304623.99	22640.05	-5023.22	322240.81	239747.17
9	30	227525.67	13878.02	-5280.5	236123.19	170008.7
10	31	136564.51	3809.22	-5525.12	134848.6	100327.36
11	30	66152.13	-3959.23	-5685.39	56507.52	40685.41
12	31	54729.64	-5229.49	-5723.35	43776.8	32569.94
Усього	365	2491352.03	141871.25	-63694.93	2569528.35	1879393.83

Рисунок 2.26 – Таблиця розрахунку елементів сонячних надходжень до огорожувальних конструкцій

Внутрішні теплонадходження



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_{int} , кВт-год
1	33690.3	87345.22	74867.33	0	195902.84
2	32528.56	84333.31	72285.7	0	189147.57
3	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
4	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
5	32528.56	84333.31	72285.7	0	189147.57
6	32528.56	84333.31	72285.7	0	189147.57
7	36013.77	93369.02	80030.59	0	209413.38
8	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
9	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
10	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
11	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
12	34852.03	90357.12	77448.96	0	202658.11
Усього	411253.98	1066214.02	913897.73	0	2391365.72

Рисунок 2.27 – Таблиця розрахунку внутрішніх теплонадходжень до будівлі

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергопотреба для опалення



Місяць року	$Q_{н,нб}$, кВт-год	$Q_{н,гп}$, кВт-год	γ_n	$\eta_{н,гп}$	$Q_{н,нд}$, кВт-год
1	733081.0	247747.8	0.34	0.99	488589.59
2	659957.35	282039.8	0.43	0.97	385515.21
3	590486.02	374119.21	0.63	0.92	246286.4
4	171736.11	183133.18	1.07	0.76	32983.77
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	284378.04	215021.95	0.76	0.88	95651.79
11	552008.94	243343.53	0.44	0.97	315849.62
12	681330.03	235228.05	0.35	0.99	449407.71
Усього					2014284.08

Рисунок 2.28 – Таблиця розрахунку на потреби опалення будівлі

Енергопотреба для охолодження



Місяць року	$Q_{с,нб}$, кВт-год	$Q_{с,гп}$, кВт-год	γ_c	$\eta_{с,гп}$	f_c	$Q_{с,нд}$, кВт-год
1	733081.0	247747.8	0.34	0.33	0	0
2	659957.35	282039.8	0.43	0.42	0	0
3	590486.02	374119.21	0.63	0.58	1	29919.58
4	368005.96	392428.25	1.07	0.81	1	95101.79
5	196321.56	440183.78	2.24	0.97	1	249859.69
6	111756.04	460158.9	4.12	1.0	1	348908.33
7	76054.56	477452.68	6.28	1.0	1	401481.03
8	104203.42	442405.28	4.25	1.0	1	338627.73
9	239203.87	372666.81	1.56	0.92	1	153230.04
10	403454.25	302985.47	0.75	0.66	1	36483.0
11	552008.94	243343.53	0.44	0.43	0	0
12	681330.03	235228.05	0.35	0.34	0	0
Усього						1653611.19

Рисунок 2.29 – Таблиця розрахунку енергопотреби для охолодження будівлі

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергоспоживання при опаленні



Місяць року	$Q_{H,em,js}$, кВт·год	$Q_{H,em,js}$, кВт·год	$Q_{H,dis,js, nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,gen,js}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год	$W_{dis, aux}$, кВт·год
1	195753.42	684343.01	6525.62	423435.61	1114304.24	1477.9
2	154456.67	539971.88	6184.13	334740.78	880896.79	1334.88
3	98674.64	344961.04	8081.25	216380.76	569423.05	1477.9
4	13214.95	46198.71	5356.5	31598.36	83153.57	667.44
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	38322.89	133974.67	6434.19	86057.04	226465.91	1048.83
11	126545.15	442394.77	6684.08	275241.88	724320.72	1430.22
12	180055.2	629462.91	6546.78	389812.39	1025822.09	1477.9
Усього	807022.92	2821307.0	45812.55	1757266.82	4624386.37	8915.06

Загальне енергоспоживання при охолодженні



$Q_{C,em,in}$, кВт·год	$Q_{C,dis,js}$, кВт·год	$Q_{C,dis,in}$, кВт·год	$Q_{C,gen,out}$, кВт·год	$Q_{C,gen,js}$, кВт·год	$Q_{C,use}$, кВт·год	$W_{C,em,aux}$, кВт·год	$W_{C,dis,aux}$, кВт·год	$W_{C,aux}$, кВт·год
1653611.19	380330.57	2033941.77	2187034.16	-1275769.92	911264.23	0	0	0

Рисунок 2.30 – Таблиці розрахунків енергоспоживання при опаленні та загального енергоспоживання при охолодженні

Загальне енергоспоживання при освітленні



W_L , кВт·год	W_P , кВт·год	W , кВт·год
412924.5	107568.0	520492.5

Загальне енергоспоживання при постачанні гарячої води



$Q_{W, pd}$, кВт·год	$Q_{DHW, use}$, кВт·год	$W_{dis, aux}$, кВт·год	$DHW_{total use}$, кВт·год	$Q_{W, dis, rdi}$, кВт·год
537840.0	622762.11	0	622762.11	0

Рисунок 2.31 – Таблиці розрахунку енергоспоживання при освітленні та постачанні ГВП

Питоме енергоспоживання будівлі яке було розраховане програмою наведено на рисунку 2.32. На ньому видно, що досліджуваний об'єкт має питоме енергоспоживання в 104 кВт·год/м³.

Та відповідно клас енергоефективності – «G» (рис 2.32) [8]. Дані щодо показників енергетичної ефективності та показників енергоспоживання будівлі наведені в таблицях 2.7 та 2.8.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

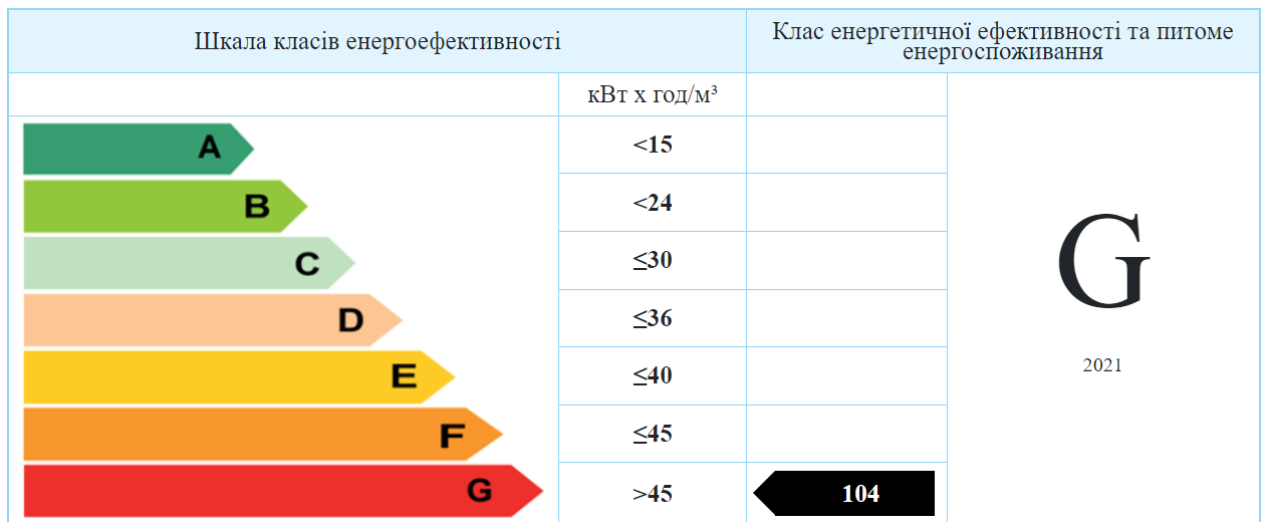


Рисунок 2.32 – Питоме енергоспоживання будівлі

Даного класу енергоефективності можна досягнути лише при впровадженні комплексу заходів, які включають в себе підвищення рівні енергоефективності інженерних мереж та покращення теплоізоляційних властивостей оболонки будівлі.

Таблиця 2.7 – Показники енергетичної ефективності

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт · год/м ³)	[68.74]	
Питоме енергоспоживання (кВт · год/м ³)	[104.00]	[30.00]
Питоме споживання первинної енергії (кВт·год/м ²)	580.14	
Питомі викиди парникових газів (кг/м ²)	109.64	

Таблиця 2.8 – Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання в рік визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт·год	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі		
Енергоспоживання при опаленні	4624,39	[86.67]
Енергоспоживання при охолодженні	911.26	[17.08]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	622.76	[11.67]
Енергоспоживання при вентиляції	-	-
УСЬОГО:	6158,41	[115,42]

2.6 Заходи для підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення

Зробивши обстеження ОК та розрахунок їх опору та тепловтрат дійшли висновку, що необхідно впроваджувати заходи з підвищення енергоефективності будівлі. Зокрема, розробити комплекс щодо підвищення

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення.

2.6.1 Модернізація ІТП

Відсутність автоматичного регулювання температури подачі і неможливість регулювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи. Таким чином, установка індивідуального теплопункту з автоматичним регулюванням температури принесе хороший енергозберігаючий ефект. Таке рішення дозволяє адаптувати постачання тепла до будівлі відповідно до фактичного споживання залежно від температури на вулиці.

Автоматичне управління (регулятор) ІТП повинно дозволяти програмувати зниження температури на вихідні або святкові дні (або згідно з іншим необхідним робочим графіком).

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

Вартість ІТП розрахована з врахуванням того, що будівля вже термомодернізована. Якщо розрахунок вартості буде проводитись до термомодернізації, то вартість ІТП буде більша. Теплове навантаження будівлі після термомодернізації становитиме 2,4 МВт.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки вартість установки напряду залежить від теплового навантаження, тому вартість установки коштуватиме в 3380000 грн.



Рисунок 2.33 – ЕЗ Модернізація ІТП

Вартість впровадження становитиме:

$$K_{\text{ІТП}} = 3380000 \text{ грн.}$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E_{\text{ІТП}} = 366695 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік.}$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{ІТП}} = E_{\text{ІТП}} \cdot T, \quad (2.12)$$

де, E – економія від впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергію: $3377 \text{ грн/Гкал} = 2,9 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год.}$

$$\Delta E_{\text{ІТП}} = 366695 \cdot 2,9 = 1063416 \text{ грн.}$$

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{ІТП}}}{\Delta E_{\text{ІТП}}}, \quad (2.13)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу:

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ок} = \frac{3380000}{1063416} = 3,2.$$

Отже, термін окупності даного заходу дорівнює 3 роки та 3 місяці. Рекомендовано до реалізації, через хорошу грошову економію та невеликий термін окупності.

2.6.2 Заміна системи вентиляції

Для досягнення необхідного рівня вентиляції в будівлі пропонується встановити систему вентиляції з блоками утилізації тепла. Установки утилізації тепла повинні мати сезонний ККД не нижче 70%.

Згідно до стандарту ДБН В.2.5-67 [12] у будівлях закладів охорони здоров'я припливно-витяжна система вентиляція з утилізацією теплоти повітря, за допомогою теплообмінників з проміжним теплоносієм 2 категорії згідно з ДСТУ EN308 [11]. Тому такий великий термін окупності.

Вартість теплообмінника варіюється в залежності від виробників.

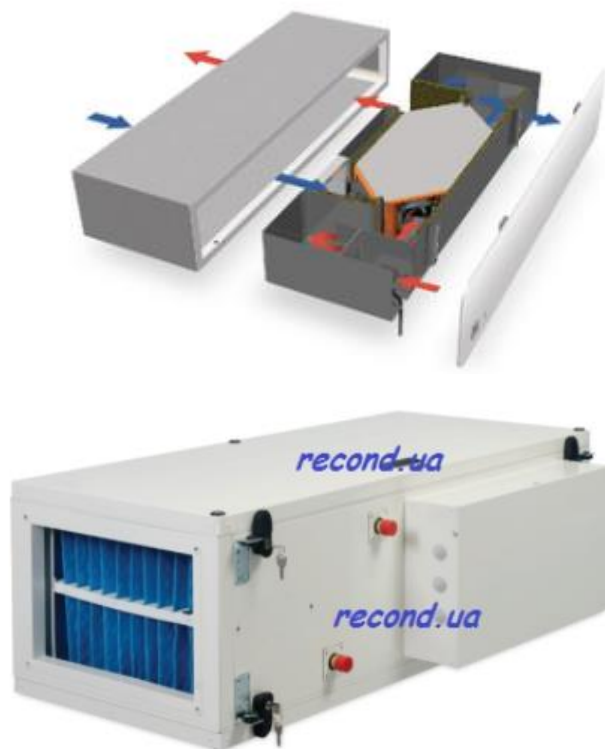


Рисунок 2.34 – Заміна системи вентиляції

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок капітальних витрат був проведений у продукті MS Excel, та наведений на рисунку 2.35.

Розрахунок складових системи вентиляції				Розрахунок капіталовкладень			
Витрата повітї	55000 м3/год			Ціна за одиницю	Сума матеріалів	Монтаж за одї	Сума монтажу
Кількість припливновитяжних установок	14 шт	в залежн від ТО		Ціна шумоглушників	2500	70000	800
Кількість шум	28 шт			Ціна анемостатів	160,4	98004,4	240
Кількість анев	611 шт			Ціна дросель-клапан	340	207740	140
Кількість дрос	611 шт			Повітропроводи та додаткові матеріали 30% від суми обладнання		21895959,14	129714
				Загалом		94882489,62	562094
				Вартість системи вентиляції			95 444 583,62 грн.

Рисунок 2.35 – Розрахунок капітальних витрат для вентиляції

$$K_{\text{вент}} = 95500000 \text{ грн.}$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E_{\text{вент}} = 793332 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік.}$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{III}} = E_{\text{III}} \cdot T, \quad (2.14)$$

де, E – економія від впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергію: 3377 грн/Гкал = 2,9 грн/кВт·год.

$$\Delta E_{\text{вент}} = 793332 \cdot 2,9 = 2300663 \text{ грн.}$$

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{III}}}{\Delta E_{\text{III}}}, \quad (2.15)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

$$T_{\text{ок}} = \frac{95500000}{2300663} = 41,5.$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

Отже, термін окупності даного заходу 41 років і 6 місяців. Хоч і термін окупності дуже великий, через великі капіталовкладення, але система вентиляції в закладі охорони здоров'я є необхідною, через підвищені вимоги до комфорту людей з високою чутливістю [7].

2.6.3 Заміна приладів опалення та балансування системи

Пропонується модернізувати систему шляхом встановлення термостатичних клапанів, та проведенням гідравлічного балансування системи опалення (установка балансувальних клапанів) та заміни приладів опалення на Радіатори Kermi FTV 22 500x1500.

Встановлюються балансувальні клапани 4117 M HERZ Ду 20 (рис.2.36.

Розрахунок капітальних затрат був проведений у MS Excel, який наведений на рисунку 2.37.



Рисунок 2.36 – Розрахунок капітальних затрат при впровадженні заходу

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна інформація про будівлю							
Висота будівлі Н	19,8 м						
Довжина будівлі А	41 м						
Ширина будівлі В	42 м						
Потужність системи опалення	1057 кВт						
Розрахунок капіталовкладень							
Розрахунковий блок		Потужність радіатора 1,5 кВт	Ціна за одиницю	Сума матеріал	Монтаж за одиницю	Сума монтажу	
Кількість радіаторів	705 шт		Радіатор Кермі FTV 22 500x1500	8105,36	5714278,8	1364	961620
Кількість термостатичних елементів	705 шт		Термостатичний елемент RA2991	534,89	377097,45	165	116325
Вузол нижнього підключення	705 шт		Вузол нижнього підключення RLV-KB	655,78	462324,9	264	186120
Кількість трас розподілення	13 шт	80 кВт на трасу	Балансувальний клапан	16701,6	217120,8	583	7579
Довжина трубопроводів розподілення Ду 50	5245,5 м	Висота будівлі + (довжина будівлі*кількість трас)+(ширина будівлі*кількість трас)	Труба сталевая Ду 50	294,39	1544215,951	209	1096304,7
Кількість стояків	39 шт	3 стояки на трасу	Засувка Ду 50	1614,17	20984,21	583	7579
Довжина стояків Ду 32	1544,4 м	Висота будівлі*кількість стояків	Труба сталевая Ду 32	129,42	199876,248	176	271814,4
Довжина підключення до радіаторів ду 20	2820 м	2 м труби на підключення до радіатору	Труба сталевая Ду 20	85,77	241871,4	154	434280
			Засувка Ду 32	708,87	217120,8	165	6435
			Сумарні затрати	8 994 890,56 грн.		3 088 057,08 грн.	
			Загалом заміна системи радіаторів		12 082 947,64 грн.		

Рисунок 2.37 – Модернізація системи опалення

$$K_{\text{бал}} = 12100000 \text{ грн.}$$

Економія впровадження була розрахована програмою і становить:

$$E_{\text{бал}} = 594654 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік.}$$

Відповідно, грошова економія від заходу становитиме:

$$\Delta E_{\text{III}} = E_{\text{III}} \cdot T, \quad (2.16)$$

де, E – економія від впровадження заходу,

T – тариф на теплову енергію: 3377 грн/Гкал = 2,9 грн/кВт·год.

$$\Delta E_{\text{бал}} = 594654 \cdot 2,9 = 1724498 \text{ грн.}$$

Термін окупності заходу розраховується за такою формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{III}}}{\Delta E_{\text{III}}}, \quad (2.17)$$

де, K – вартість впровадження заходу,

ΔE - грошова економія від заходу.

$$T_{\text{ок}} = \frac{12100000}{1724498} = 7.$$

Отже, термін окупності даного заходу дорівнює 7 років. Рекомендовано до впровадження заходу з енергозбереження.

2.6.4 Встановлення теплової завіси

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

Додаткове збереження тепла може забезпечити встановлення теплової завіси на вхідні двері. Тому розглянемо перспективу встановлення однієї завіси на внутрішні двері.

Розрахункова температура внутрішнього повітря рівна 19 °С.

Вхідні двері мають висоту $H = 2,65$ м і ширину $B = 1,8$ м. Кут подачі повітря приймемо $\alpha = 45^\circ$. Швидкість вітру біля основи дверного отвору становить $v_0 = 2$ м/с (мінімальна швидкість відповідно до рекомендацій проектування 2..2,5 м/с).

Вхідні двері розташовані на північно-західному фасаді будівлі. Проведемо розрахунок за відсутності завіси.

Розрахуємо масову витрату зовнішнього повітря:

$$G_{ep} = A + (\alpha + K \cdot v) \cdot F, \quad (2.18)$$

де A і α – витрати повітря, що визначаються залежно від розрахункової температури t_z зовнішнього повітря для проектування опалювання.

K – умовний коефіцієнт, для дверей розміром 1,8x2,65 $K = 0,25$;

$v_0 = 4,3$ м/с – швидкість вітру;

F – відношення площі щілини для подачі повітря до площі дверей, $F = 1/30$.

$$G_{ep} = A + (\alpha + K \cdot v) \cdot F = 15,78 + (1,46 + 0,25 \cdot 4,3) \frac{1}{30} = 15,86 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Об'ємна витрата повітря, що уривається через двері або ворота при відсутності завіси:

$$L_{ep} = B \cdot H \cdot \left(0,333 \cdot K_q \cdot \sqrt{g \cdot H \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho}} + 0,25 \cdot \frac{v}{2} \right), \quad (2.19)$$

де B – ширина дверей;

H – висота дверей;

K_q – коефіцієнт витрати;

$\rho(+19) = 1,207$ кг/м³;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

$$\rho(-0,2) = 1,248 \text{ кг/м}^3.$$

$$\Delta\rho = 1,248 - 1,207 = 0,041 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\rho = \frac{1,248 + 1,207}{2} = 1,228 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$L_{ep} = 1,8 \cdot 2,65 \cdot \left(0,333 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,65 \cdot \frac{0,041}{1,228}} + 0,25 \cdot \frac{4,3}{2} \right) = 3,45 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 12420 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Теплова потужність, необхідна для нагріву повітря, що уривається крізь двері, без завіси:

$$Q = G_{ep} \cdot c_p \cdot (t_g - t_z), \quad (2.20)$$

де c_p – теплоємність повітря, $c_p = 1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

$$Q = 15,86 \cdot 1 \cdot (19 + 0,2) = 304,5 \text{ кВт}.$$

Витрата теплоти за час, коли двері відкрито, без діючої завіси:

$$Q = G_{ep} \cdot c_p \cdot (t_g - t_z) \cdot n \cdot k, \quad (2.21)$$

де k – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття дверей протягом години, $k = 5/60 = 0,083$;

n – тривалість опалюваного періоду для м. Чернігова в год.,

$$n = 204 \cdot 24 = 4896 \text{ год}.$$

$$Q = 15,86 \cdot 1 \cdot (19 + 0,2) \cdot 4896 \cdot 0,083 = 123739 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 123,7 \text{ МВт} \cdot \text{год}.$$

Розрахунок при діючій завісі.

Витрата повітря, що вривається в приміщення:

$$G_{ep}^3 = K_q \cdot G_{ep}, \quad (2.22)$$

$$G_{ep}^3 = 0,6 \cdot 15,86 = 9,516 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Витрата повітря, що створюється завісою:

$$G_z = q \cdot G_{ep}, \quad (2.23)$$

q – коефіцієнт, що визначається з графіку на рисунку 2.38 за кривою 1 і

K_q .

$$Q_{ep}^3 = 0,15 \cdot 15,86 = 2,379 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

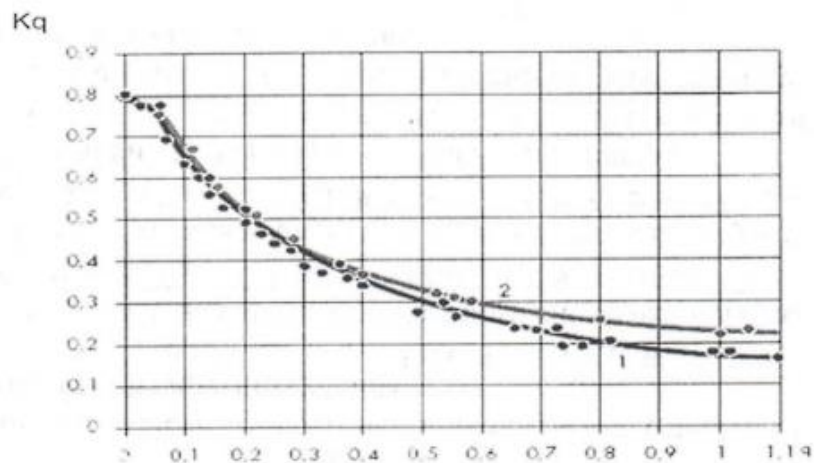


Рисунок 2.38 – Залежності коефіцієнту витрати повітря через двері, захищені завісою від відносної втрати повітря:

1 – одностороння завіса, 2 – двостороння завіса.

Середня температура повітря, що проникає в приміщення при дії завіси:

$$t_{cep} = \frac{G_{ep}^3 \cdot t_{cp} + G_3 \cdot t_3}{G_{ep}^3 + G_3}, \quad (2.24)$$

t_3 – температура повітря, що подається завісою.

$$t_{cep} = \frac{9,516 \cdot (-0,2) + 2,379 \cdot 19}{9,516 + 2,379} = 3,64^\circ C.$$

Необхідна теплова потужність для нагрівання повітря, що вривається крізь двері, при працюючій завісі:

$$Q_3 = G_{ep}^3 \cdot c_p \cdot (t_6 - t_{cep}) \cdot n \cdot k, \quad (2.25)$$

$$Q_3 = 9,516 \cdot 1 \cdot (19 - 3,64) \cdot 4896 \cdot 0,083 = 59397 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Зниження споживання теплової енергії:

$$\Delta Q = Q - Q_3 = 123739 - 59397 = 64342 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Тариф на теплову енергію: $T = 3377 \text{ грн/Гкал} = 2,9 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$

Грошова економія складатиме:

$$E = \Delta Q \cdot T, \quad (2.26)$$

$$E = 64342 \cdot 2,9 = 186591,8 \text{ грн}.$$

Розрахуємо простий термін окупності:

Вартість одного комплекту теплової завіси . $C_3 = B_c = 25000 \text{ грн}$

Витрати на монтаж становлять 30% від повної вартості обладнання:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
					НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

$$M = 25000 \cdot 0,3 = 7500 \text{ грн.}$$

Капітальні затрати на встановлення теплової завіси:

Термін окупності проекту:

$$T_{ок}^{np} = \frac{K}{E} = \frac{32500}{186591,8} = 0,98.$$

Отже, рекомендовано до впровадження, малий термін окупності, приблизно 1 рік.

2.7 Економічний вплив підвищення рівня енергетичної ефективності

Для підвищення рівня енергетичної ефективності лікарні запропоновано два пакети заходів: першочергові і другочергові, економічний вплив на підвищення енергоефективності яких представлено у додатку Б та додатку В.

Порівняння енергоспоживання будівлі до та після впровадження комплексу заходів з енергоефективності наведено у додатку Г.

Результати проведених техніко-економічних розрахунків запропонованих заходів з підвищення ефективності будівлі охорони здоров'я, використання теплової енергії зведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Список заходів та результати їх розрахунків

№	Захід	ΔW , кВт·год/рік	E_p , грн/рік	$T_{ок}$, роки
1	2	3	4	5
1	Модернізація ІТП	366695	1063416	3 роки та 3 місяці
2	Заміна системи вентиляції	793332	2300663	41 рік і 6 місяців
3	Заміна приладів опалення та балансування системи	594654	1724498	7 років
4	Встановлення теплової завіси	64342	186591,8	1 рік

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу

Отже, усі заходи є доречними та рекомендовані до впровадження, оскільки комплекс заходів забезпечать підвищення класу енергоефективності будівлі з «G» до «C», що відповідає вимогам енергоефективності будівель після термомодернізації [9].

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

Даний розділ включає в себе аналіз поточного стану систем електропостачання та розроблення технічних заходів зі зниження споживання електричної енергії будівлі закладу охорони здоров'я в місті Чернігів.

3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта

Електропостачання будівлі здійснюється від трансформаторної підстанції ТП-521, 400 кВА 10/0,4 кВ по кабельним лініям ААШВ 3х120 прокладених в трубопроводах під землею від ТП до вводу в будівлю, довжиною 150 м.

Будівля підстанції перебуває в справному стані, без зовнішніх пошкоджень. Зображення трансформатора і ТП наведено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд ТП-521

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Овада Н.О.</i>			Електротехнічна частина	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Білоус І.Ю.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>						
<i>Затвер.</i>								
						НН ІАТЕ, ОТ-91		

Кабель від підстанції під'єднується до головного ввідного розподільчого щита на шини ввідного вимикача. Облік електроенергії ведеться на межі балансової належності за допомогою лічильників електроенергії.

Вимір величини струму здійснюється за допомогою групи трансформаторів струму 600/5. З ввідного РП потужність розподіляється по локальних РП розташованих в будівлях лікарні.

Схема зовнішнього електропостачання закладу охорони здоров'я зображена на рисунку. 3.2.

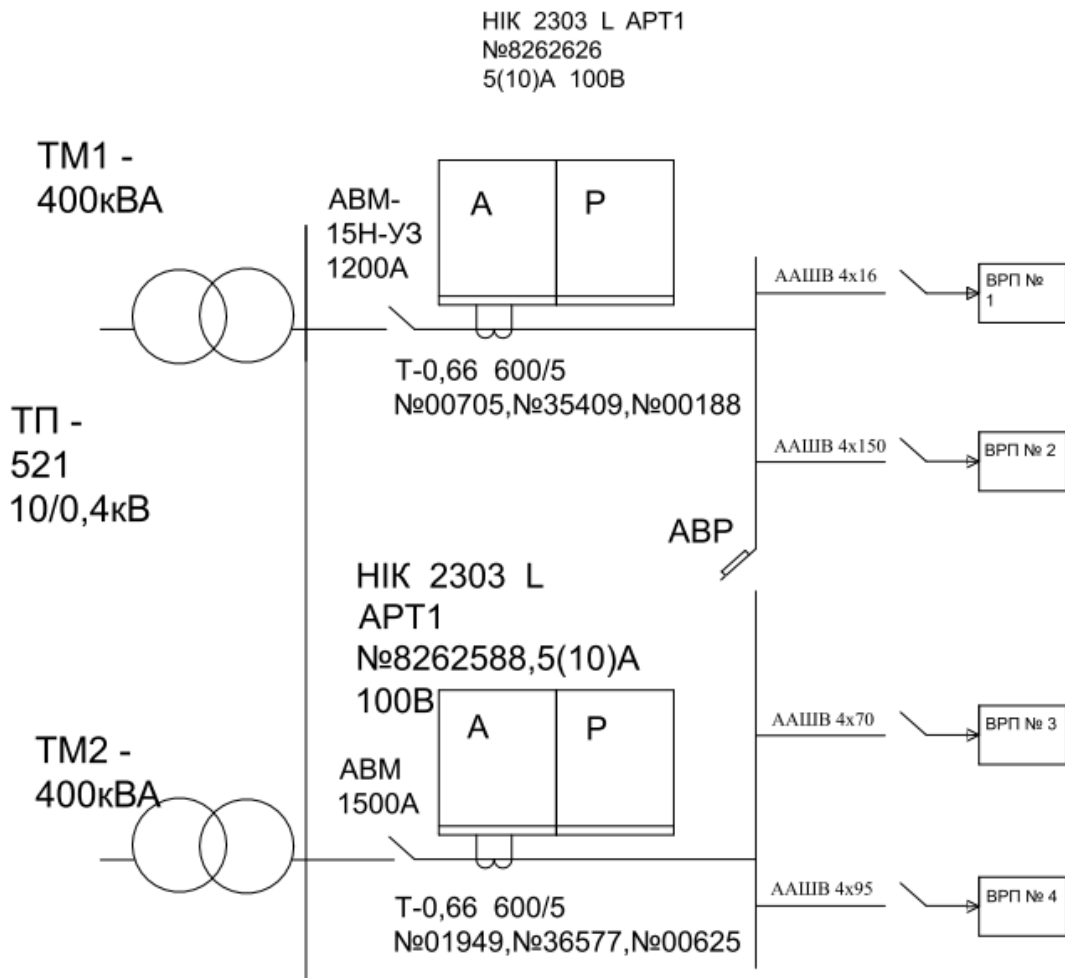


Рисунок 3.2 – Схема зовнішнього електропостачання закладу охорони здоров'я по кабельним лініям ААШВ 3x120

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

Арк.

3.2 Схема внутрішнього електропостачання об'єкта

Постачання електричної енергії в лікарні здійснюється за допомогою Ввідно-розподільного пристрою (ВРП) — ввідний пристрій, який містить у собі також апарати і прилади на відхідних лініях. В будівлі знаходиться 4 ВРП.

Ввідний розподільчий пристрій використовується для прийому, розподілу та обліку електроенергії трифазного змінного струму частотою 50 Гц, номінальною напругою 380 В. Також ВРП служить для захисту ліній від перенавантажень та коротких замикань, а також для нечастих оперативних перемикачів.

Облік спожитої електроенергії здійснюється за допомогою двох електророзрахункових пристроїв НІК2303ЛАРПІ. Ведеться облік спожитої активної/реактивної електроенергії. Приєднана (договірна) потужність (2 будівель) – 577 кВт.

3.3 Розрахунок навантаження основних споживачів електроенергії на об'єкті

Проаналізуємо споживання електричної енергії електрообладнанням, яке знаходиться в будівлі.

Наведемо розрахунок для обладнання, яке живиться від ТП–521, 10/0,4 кВ, використавши програмне забезпечення MS Excel, за формулами нижче.

Розрахуємо сумарну потужність розподільчого щита, кВт, за формулою [14]:

$$\sum P_{\text{н.}\Sigma} = \sum P_{\text{н.}i} \cdot n, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{н.}i}$ – потужність одного електроприймача, кВт;

n – кількість подібних електроприймачів.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

Проміжну активну та реактивну потужність, кВт, визначимо за формулою:

$$P_{\text{пр.}} = P_{\text{н.}\Sigma} \cdot K_{\text{в}}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності;

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

$$W_{\Sigma} = N \cdot P_{\text{одн.}} \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (3.3)$$

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

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

τ – тривалість роботи обладнання, год/рік.

Всі значення потужності, які використовуються у розрахунках, є фактичними та отриманими в результаті практичного збору даних по електрообладнанню, що знаходиться в будівлі.

При енергетичному обстеженні розглядалися такі основні групи споживачів електричної енергії: освітлення, оргтехніка, технічне (ліфти), а також медичні, побутові та кухонні прилади. Всі споживачі мають номінальну напругу 380 В. Енергетичні характеристики споживачів електроенергії наведені в таблицях 3.1. - 3.6.

Таблиця 3.1 – Електроспоживання технічного обладнання

Назва	п, од	$P_{\text{н}}$	$P_{\text{н}\Sigma}$, кВт	$K_{\text{в}}$	τ , год/вдень	τ , год/рік	W_{Σ} , кВт·год/рік
Ліфт стац	5	7,5	37,5	7,5	6	2190	20531,3
Котел водогрійний	2	3	6	3	2	730	365,0
Ліфт харч	1	1,5	1,5	1,5	0,5	182,5	5,7
Інше стац	200	0,4	80	0,4	0,5	182,5	304,2
Інше харч	10	1	10	1	1,5	547,5	342,2
							21548,31

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 3.2 – Електроспоживання побутового обладнання

Назва	п, од	Рн	РнΣ, кВт	Кв	τ, год/вдень	τ, год/рік	WΣ, кВт·год/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
Пральна машина	107	1	107	0,06	1,5	547,5	3661,4
Кондиціонер	27	2	54	0,21	5	1000	11250,0
							14911,4

Таблиця 3.3 – Електроспоживання кухонного обладнання

Назва	п, од	Рн	РнΣ, кВт	Кв	τ, год/вдень	τ, год/рік	WΣ, кВт·год/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
Картопечистка	1	1,1	1,1	0,02	0,5	182,5	4,2
М'ясорубка	2	1,25	2,5	0,02	0,5	182,5	9,5
Тістоміс	1	2	2	0,02	0,5	182,5	7,6
Духова шафа	2	6	12	0,08	2	730	730,0
Електрична плита	3	3	9	0,21	5	1825	3421,9
Морозильна камера	4	4	16	0,35	8,5	3102,5	17580,8
							21754,0

Таблиця 3.4 – Електроспоживання медичного обладнання

Назва	п, од	Рн	РнΣ, кВт	Кв	τ, год/вдень	τ, год/рік	WΣ, кВт·год/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодильник	127	0,15	19,05	0,40	9,5	3467,5	26147,1
Рентген	1	50	50	0,02	0,5	182,5	190,1
Флюорограф	1	30	30	0,02	0,5	182,5	114,1
МРТ	1	50	50	0,02	0,5	182,5	190,1
КТ	1	30	30	0,02	0,5	182,5	114,1
Мед. обладнання	495	0,125	61,875	0,08	2	730	3764,1
							30519,5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

Арк.

Таблиця 3.5 – Електроспоживання офісного обладнання

Назва	п, од	R _н	R _{нΣ} , кВт	Кв	τ, год/вдень	τ, год/рік	W _Σ , кВт·год/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
Оргтехніка (комп'ютери, принтер тощо)	64	0,8	51,2	0,13	3	1095	7008,0
							7008,0

Таблиця 3.6 – Електроспоживання освітлення

Назва	п, од	R _н	R _{нΣ} , кВт	Кв	τ, год/вдень	τ, год/рік	W _Σ , кВт·год/рік
1	2	3	4	5	6	7	8
Лампа розжарювання	755	0,075	56,625	0,87	16	5840	287700,3
Люмінесцентний світильник	488	0,086	41,968	0,87	20	7300	266538,8
							554239,07

Проаналізувавши дані по загальному споживанню електричної енергії, для наочності продемонструємо розподіл сумарного споживання між основними групами споживачів у таблиці 3.7 та у вигляді діаграми (рис. 3.3) в долях затрат електричної енергії.

Таблиця 3.7 – Розподіл сумарного споживання між основними групами споживачів електричної енергії

Назва	W _Σ , кВт·год/рік
1	2
Технічне обладнання	21548,31
Побутове обладнання	14911,4
Кухонне обладнання	21754
Медичне обладнання	30519,51
Офісне обладнання	7008
Освітлення	554239,07
649 981	

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

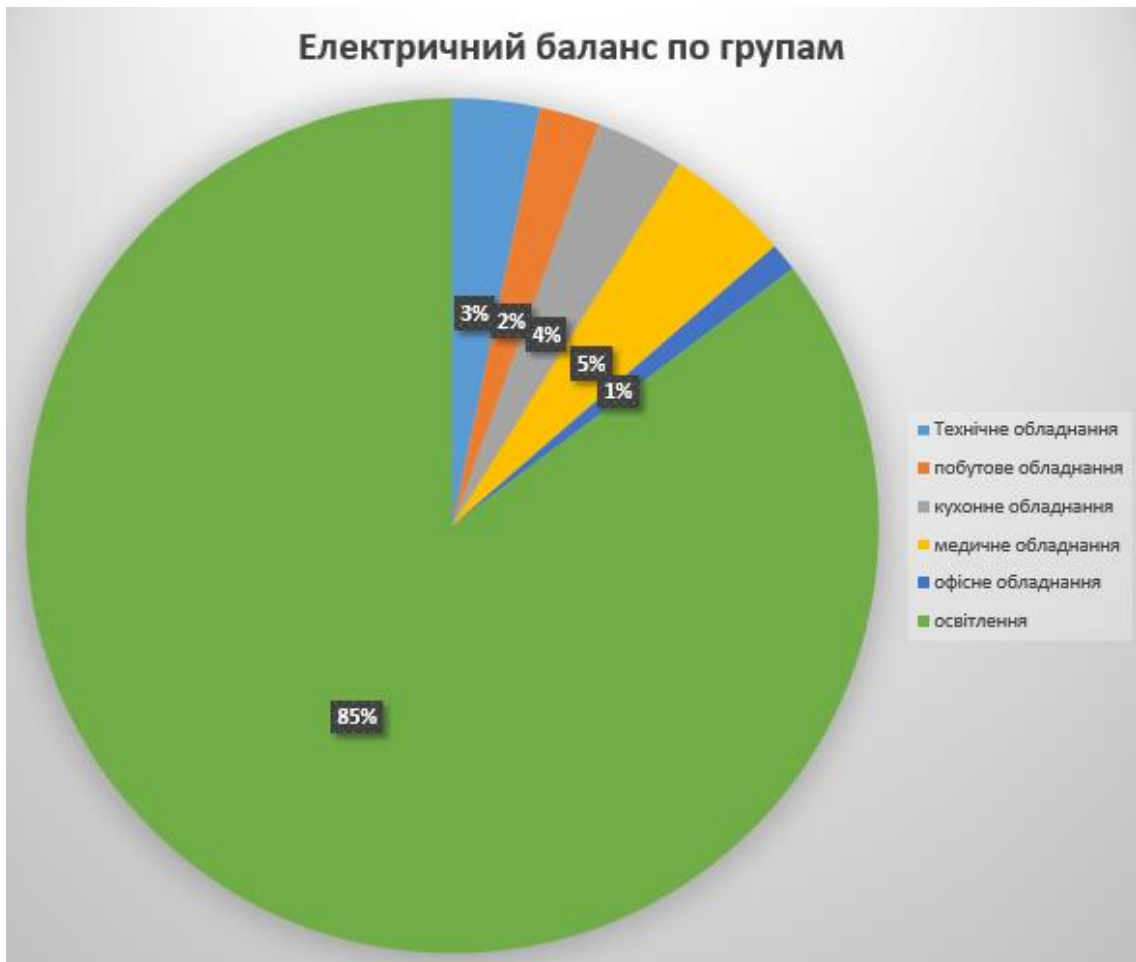


Рисунок 3.3 – Доля споживання між основними групами споживачів електричної енергії

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

$$\left| 1 - \frac{W_{\text{базовий}\Sigma}}{W_{\text{факт}\Sigma}} \right|, \quad (3.4)$$

де $W_{\text{факт}\Sigma} = 636\,540$ кВт·год/рік,

$W_{\text{базовий}\Sigma} = 649\,981$ кВт·год/рік.

$$\left| 1 - \frac{W_{\text{базовий}\Sigma}}{W_{\text{факт}\Sigma}} \right| = \left| 1 - \frac{649981}{636540} \right| = 2\%$$

Отже, похибка вийшла 2%, тому розрахунок базового споживання електроенергії виконано вірно.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З таблиці 3.7 та рисунку 3.3 видно, що освітлення найбільше споживає електричної енергії – 85%. Холодильники споживають 4% від загального споживання, це обумовлено великою кількістю медичних холодильників. Ліфти – 3%; морозильні камери – 2.7%; кондиціонери – 1,7%; електричні плити – 0,5%.

Найменший відсоток припадає на використання офісного обладнання – 1% та побутового – 2%.

3.4 Повірочний розрахунок електричних навантажень об'єкту

Проведемо повірочний розрахунок споживання електроенергії [14] на прикладі медичного обладнання.

Сумарне активне навантаження майстерні, кВт, знайдемо за формулою:

$$P_{n\Sigma i} = p_{ni} n_i, \quad (3.5)$$

де p_{ni} – номінальна потужність одного споживача, кВт;

n_i – кількість споживачів, од;

Підставимо відповідні значення у формулу (3.5):

$$P_{n\Sigma 1} = 0,15 \cdot 127 = 19,05 \text{ кВт},$$

$$P_{n\Sigma 2} = 50 \cdot 1 = 50 \text{ кВт},$$

$$P_{n\Sigma 3} = 30 \cdot 1 = 30 \text{ кВт},$$

$$P_{n\Sigma 4} = 50 \cdot 1 = 50 \text{ кВт},$$

$$P_{n\Sigma 5} = 30 \cdot 1 = 30 \text{ кВт}.$$

$$P_{n\Sigma 6} = 0,125 \cdot 495 = 61,875 \text{ кВт}.$$

Проміжну активну потужність, кВт, визначаємо за формулою:

$$P_{ni} = P_{n\Sigma i} K_{ei}, \quad (3.6)$$

де K_{ei} – коефіцієнт використання встановленої потужності.

Підставимо відповідні значення у формулу (3.6):

$$P_{n1} = 19,05 \cdot 0,3958 = 7,5406 \text{ кВт},$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{n2} = 50 \cdot 0,0208 = 1,0416 \text{ кВт},$$

$$P_{n3} = 30 \cdot 0,02083 = 0,625 \text{ кВт},$$

$$P_{n4} = 50 \cdot 0,02083 = 1,0416 \text{ кВт},$$

$$P_{n5} = 30 \cdot 0,02083 = 0,625 \text{ кВт},$$

$$P_{n6} = 61,875 \cdot 0,0833 = 5,1563 \text{ кВт}.$$

Проміжна реактивна потужність, квар, визначається за формулою:

$$Q_{ni} = P_{ni} \operatorname{tg} \varphi_i, \quad (3.7)$$

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

Підставимо відповідні значення у формулу (3.7):

$$Q_{n1} = 7,54 \cdot 0,75 = 5,655 \text{ квар},$$

$$Q_{n2} = 1,0416 \cdot 0,75 = 0,781 \text{ квар},$$

$$Q_{n3} = 0,625 \cdot 0,75 = 0,469 \text{ квар},$$

$$Q_{n4} = 1,0416 \cdot 0,75 = 0,781 \text{ квар},$$

$$Q_{n5} = 0,625 \cdot 0,75 = 0,469 \text{ квар},$$

$$Q_{n6} = 5,1562 \cdot 0,75 = 3,867 \text{ квар}.$$

Знайдемо співвідношення між мінімальною та максимальною номінальними потужностями одиничних споживачів за формулою:

$$m = \frac{P_{н.макс}}{P_{н.мін}}, \quad (3.8)$$

де: $P_{н.макс}$ – найбільша номінальна потужність одиничного споживача, кВт;

$P_{н.мін}$ – найменша номінальна потужність одиничного споживача, кВт.

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.8):

$$m = \frac{50}{0,125} = 400.$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як кількість офісного обладнання становить 626 одиниць, що більше за 10, знайдемо ефективну кількість споживачів за формулою:

$$n_{p.e} = \frac{2 \sum_{i=1}^6 P_{n\Sigma i}}{P_{n.max}}, \quad (3.9)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (3.9):

$$n_{p.e} = \frac{2 \cdot (19,05 + 50 + 30 + 50 + 30 + 61,875)}{50} = 9,6 \text{ од.}$$

Оскільки $m > 3$ і $n_{p.e} < n$, то за ефективне число споживачів приймаємо $n_e = 9$ од.

Визначаємо груповий коефіцієнт використання:

$$K_g = \frac{\sum_{i=1}^6 P_{ni}}{\sum_{i=1}^6 P_{ni}}. \quad (3.10)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (3.10):

$$K_g = \frac{(7,54 + 1,0416 + 0,625 + 1,0416 + 0,625 + 5,1563)}{(19,05 + 50 + 30 + 50 + 30 + 61,875)} = 0,20325.$$

Визначаємо K_p :

$$K_p = 0,9.$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження, кВт, за формулою:

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^5 P_{ni}. \quad (3.11)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (3.11):

$$P_p = 0,9 \cdot 8,65833 = 7,793 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункове реактивне навантаження, квар, за формулою:

$$Q_p = K_p \sum_{i=1}^5 Q_{ni}. \quad (3.12)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (3.12):

$$Q_p = 0,9 \cdot 4,258 = 3,832 \text{ квар.}$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо розрахункове повне навантаження, кВ·А, за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (3.13)$$

Підставимо відповідні значення у формулу (3.13):

$$S_p = \sqrt{7,793^2 + 3,832^2} = 8,6837 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Проводимо аналогічний розрахунок для всіх інших груп споживачів, використовуючи MS Excel. Отримані результати заносимо в таблицю 3.8.

Сумарне повне навантаження від всіх груп споживачів становить 129,44 кВ·А.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані та результати розрахунків

Початкові дані							Проміжні потужності				Розрахункові потужності				Розрахунковий струм I_p , А					
За умовою							Довідникові				n_{p1}^2	n_{p2}	n_e	K_p		P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВ·А		
Найменування ЕП	n , од	Номинальна потужність, кВт				$\frac{P_{n,max}}{P_{n,min}}$	k_n	K_n	cosφ	tgφ									P_{n1} , кВт	Q_{n1} , квар
		P_n	$P_{n\Sigma}$	$P_{n,max}$	$P_{n,min}$															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ліфт стап	5	7,5	37,5				0,25	0,85	0,62	9,375	5,810									
котел водогрійний	2	3	6				0,08	1	0,00	0,5	0,000									
ліфт харч	1	1,5	1,5				0,02	0,8	0,75	0,0313	0,023									
інше стап	200	0,4	80				0,02	0,8	0,75	1,6667	1,250									
інше харч	10	1	10				0,06	0,8	0,75	0,625	0,469									
сумарне	218	13,4	135	7,5	0,4	18,75	0,0904			12,198	7,5523		36,0	36	0,85	10,368	6,419	12,1946	18,5279	
пральна машина	107	1	107				0,06	1	0,00	6,6875	0,000									
кондиціонер	27	2	54				0,21	0,85	0,62	11,25	6,972									
сумарне	134	3	161	2	1	2	0,1114			17,938	6,972		161,0	134	0,8	14,350	5,578	15,3959	23,3916	
картоплечистка	1	1,1	1,1				0,0208	0,85	0,62	0,0229	0,014									
м'ясорубка	2	1,25	2,5				0,0208	0,85	0,62	0,0521	0,032									
тїстоміс	1	2	2				0,0208	0,85	0,62	0,0417	0,026									
духова шафа	2	6	12				0,0833	0,85	0,62	1	0,620									
плита електрична	3	3	9				0,2083	0,7	1,02	1,875	1,913									
морозильна камера	4	4	16				0,3542	0,96	0,29	5,6667	1,653									
сумарне	13	17,35	42,6	6	1,1	5,45455	0,2032			8,6583	4,258		14,2	20	0,9	7,793	3,832	8,68371	13,1935	
холодильник	127	0,15	19,05				0,3958	0,8	0,75	7,5406	5,635									
рентген	1	50	50				0,0208	0,8	0,75	1,0417	0,781									
флюорограф	1	30	30				0,0208	0,8	0,75	0,625	0,469									
МРТ	1	50	50				0,0208	0,8	0,75	1,0417	0,781									
КТ	1	30	30				0,0208	0,8	0,75	0,625	0,469									
Мед обладнання	495	0,125	61,875				0,0833	0,8	0,75	5,1563	3,867									
сумарне	626	160,3	240,93	50	0,125	400	0,0665			16,03	12,023		9,6	9	0,9	14,427	10,820	18,034	27,3998	
оргтехніка	64	0,8	51,2	0,8	0,8	1	0,125	0,95	0,33	6,4	2,104		128,0	64	0,8	5,120	1,683	5,38947	8,18846	
лампа розжарювання	755	0,075	56,625				0,87	1	0,00	49,264	0,000									
люмінесц світильник	488	0,086	41,968				0,87	0,92	0,43	36,512	15,554									
сумарне	1243	0,161	98,593	0,086	0,075	1,14667	0,87			85,776	15,554		2292,9	1243	0,8	68,621	12,443	69,7398	105,959	
Заг. сумарне																			129,438	196,66

Зробимо перевірку кабелю марки ААШВ 3х120 від ТП-521, 10/0,4кВ до ВРП. Допустимий струм кабелю $I_{доп.} = 218$ А, активний опір жил кабелю $r_0 = 0,258$ Ом/км. Повне навантаження об'єкту $S_p = 129,44$ кВ·А.

Розрахунковий струм у кабельній лінії визначається за формулою, А:

$$I_{\text{р.}} = \frac{S_{\text{р.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}}, \quad (3.14)$$

$$I_{\text{р.}} = \frac{129,44}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 196,6637 \text{ А.}$$

Перевіримо за умовою:

$$\frac{I_{\text{розр.}}}{K_1 \cdot K_2} < I_{\text{доп.}}, \quad (3.15)$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти, що враховують умови прокладання та відстань між кабелями відповідно, приймаємо $K_1 = 1,03$, $K_2 = 0,9$.

$$\frac{196,66}{1,03 \cdot 0,9} = 212,1467 < I_{\text{доп.}} = 218 \text{ А.}$$

Умова виконується.

Визначимо допустимі втрати напруги в лінії, при умові, що $\Delta U \leq \Delta U_{\text{доп.}} = 5\%$, за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 \cdot r_0 \cdot P_{\text{р.}} \cdot l}{U_{\text{н}}^2}, \quad (3.16)$$

де l – довжина кабелю, $l = 150$ м;

$P_{\text{р.}}$ – повне активне навантаження об'єкту, $P_{\text{р.}} = 68,621$ кВт.

$$\Delta U = \frac{10^5 \cdot 0,258 \cdot 68,621 \cdot 0,15}{380^2} = 1,839 < 5\%.$$

Умова виконується.

3.5 Тариф на спожиту електричну енергію

За використану електричну енергію заклад охорони здоров'я розплачується за показниками лічильників. Нижче, у таблиці 3.9, наведені дані по тарифу на електричну енергію за 2021-2023 роки.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.9 – Тариф на електроенергію за 2021-2023 роки

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2021	2022	2023
1	2	3	4	5
Електрична енергія	грн/кВт·год	6,58	6,58	6,58

Як ми бачимо з таблиці 3.9, тариф на електричну енергію впродовж останніх трьох років не змінювався в місті Чернігів. Він був запроваджений Урядом з 1 січня 2021 року у зв'язку із тим, що НКРЕКП підвищив тарифи на розподіл та передачу електроенергії.

Зауважимо, що більше 90% цього кінцевого тарифу для населення – це тарифи на передачу, розподіл і постачання. Відповідно, тільки 15 копійок з 1,68 грн йде на оплату виробленої НАЕК «Енергоатом» електроенергії, яку отримують побутові споживачі. Це значно нижче за ціну, яку сплачують комерційні споживачі.

3.6 Заходи з енергозбереження в системі електропостачання

Після аналізу споживання електричної енергії нашим об'єктом, було запропоновано ряд заходів з енергозбереження в системі електропостачання закладу охорони здоров'я.

3.6.1 Заміна старих кондиціонерів на нові енергоефективні

В будівлі розташовано 27 кондиціонерів. Більшість з них вже мають низький рівень енергоефективності. Працюють вони приблизно 1000 годин на рік, споживаючи 11250 кВт·год/рік, також більшість не має функції обігріву,

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому в корпусі додатково в зимовий час використовують не енергоефективні старі обігрівачі.

Нові кондиціонери здатні охолоджувати та обігрівати таку саму площу, як і старі, але вони охолоджують вдвічі швидше, тим самим споживаючи менше електроенергії. Кондиціонер «видає» потужність у кілька разів більше, ніж споживає, бо споживана електроенергія витрачається на перенесення холоду або тепла з вулиці, а не на його самостійне охолодження/обігрів.

Пропонуємо замінити встановлені кондиціонери на нові більш енергоефективні.

В стаціонарі встановлено 27 кондиціонерів з потужністю $P_n = 2$ кВт та холодильним коефіцієнтом $\varepsilon = 1,1$. Ці кондиціонери мають клас енергетичної ефективності G.

Пропонуємо обрати нове обладнання виробника Osaka ST-09HH Elite, з холодопродуктивністю $Q = 2,58$ кВт та споживаною потужністю при охолодженні $N = 0,82$ кВт. Визначаємо холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon = \frac{Q}{N}, \quad (3.17)$$

де Q – холодопродуктивність кондиціонеру,

N – потужність при охолодженні.

$$\varepsilon = \frac{2,58}{0,82} = 3,15.$$

Згідно шкали енергоефективності EER, клас енергоефективності нових кондиціонерів – B.

Середній час роботи кондиціонерів – 1000 год/рік.

Розрахуємо річну економію електроенергії, кВт·год, за наступною формулою:

$$\Delta W_p = (P_1 - P_2) \cdot N \cdot K_\varepsilon \cdot T_p, \quad (3.18)$$

де: N – кількість кондиціонерів, од.;

P_1 – потужність старих кондиціонерів, кВт;

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P_2 – потужність нових кондиціонерів, кВт;

K_g – коефіцієнт використання кондиціонерів, $K_g = 0,21$;

T_p – години роботи кондиціонеру в рік, год/рік.

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.18):

$$\Delta W_p = (2 - 0,82) \cdot 27 \cdot 0,21 \cdot 1000 = 6691 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

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

$$B_K = N \cdot p_K, \quad (3.19)$$

де p_K – ціна на придбання та встановлення одного кондиціонеру, $p_K = 16000$ грн.

Підставляємо відповідні дані формулу (3.19).

$$B_M = 27 \cdot 16000 = 426600 \text{ грн.}$$

Демонтаж старих кондиціонерів та встановленням нових буде займатись найнятий персонал. Витрати на монтаж і демонтаж складають 3800 грн.

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

$$E_p = \Delta W_p \cdot T_e, \quad (3.20)$$

де: T_e – тариф на електроенергію для побутових споживачів, (тариф на електричну енергію станом на 01.01.2023 – 6,58 грн/кВт·год)

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.20):

$$E_p = 6691 \cdot 6,58 = 44026,78 \text{ грн/рік.}$$

Знайдемо термін окупності, роки, за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{B_M}{E_p}. \quad (3.21)$$

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.21):

$$T_{ок.} = \frac{426600}{44026,78} = 9,67 \text{ років.}$$

Висновок: З урахуванням того, що старі кондиціонери малопродуктивні і тариф на електроенергію збільшується – даний захід рекомендовано до впровадження. Окупність заходу становить приблизно 9 років та 8 місяців.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6.2 Заміна старих морозильних камер на нові енергоефективні

В будівлі харчоблоку розташовано 4 морозильні камери потужністю 4кВт. Вони багато споживають електроенергії і вже не є енергоефективними. Час роботи камер 3102 годин на рік, споживаючи 17581 кВт·год/рік.

Пропонуємо замінити старі морозильні камери на нові більш енергоефективні, а саме встановити морозильні камери REEDNEE GN 1410 ВТ, потужністю 0,64 кВт. Об'єм: 1300 л; діапазон робочих температур: -18...-22 °С.

Розрахуємо річну економію електроенергії, кВт·год, за наступною формулою:

$$\Delta W_p = (P_1 - P_2) \cdot N \cdot K_e \cdot T_p, \quad (3.22)$$

де: N – кількість морозильних камер, од.;

P_1 – потужність старих морозильних камер, кВт;

P_2 – потужність нових морозильних камер, кВт;

K_e – коефіцієнт використання морозильних камер, $K_e = 0,35$;

T_p – години роботи морозильних камер в рік, год/рік.

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.22):

$$\Delta W_p = (4 - 0,64) \cdot 4 \cdot 0,35 \cdot 3102 = 14591,8 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати на придбання нових морозильних камер, грн, знайдемо за формулою:

$$B_{MK} = N \cdot p_{MK}, \quad (3.23)$$

де p_{MK} – ціна морозильної камери, $p_{MK} = 76000$ грн.

Підставляємо відповідні дані формулу (3.23).

$$B_{MK} = 4 \cdot 76000 = 304000 \text{ грн.}$$

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

$$E_p = \Delta W_p \cdot T_e, \quad (3.24)$$

де: T_e – тариф на електроенергію для побутових споживачів.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.24).

$$E_p = 14591,8 \cdot 6,58 = 96008,78 \text{ грн/рік.}$$

Знайдемо термін окупності, роки, за формулою:

$$T_{ок.} = \frac{B_M}{E_p}. \quad (3.25)$$

Підставляємо відповідні дані у формулу (3.25).

$$T_{ок.} = \frac{304000}{96008,78} = 3,17 \text{ років.}$$

Висновок: З урахуванням того, що старі морозильні камери малопродуктивні і тариф на електроенергію збільшується – даний захід рекомендовано до впровадження. Окупність заходу становить приблизно 3 роки та 3 місяці.

3.6.3 Встановлення сонячної електростанції

Пропонується встановити на даху фотовольтаїчну систему для вироблення електричної енергії. Доцільним є саме встановлення панелей на даху об'єкту, так як наявна досить велика площа на яку безпосередньо падає сонячне проміння, а саме на найвищу будівлю 6-ти поверхову частину – лікувального корпусу, блоку А.

Будівля розташована так, що сонце світитиме на панелі постійно, а дах постійно знаходитиметься під сонячним світлом, на протязі світлового дня.

Встановлювати ряди панелей необхідно паралельно корпусу, щоб заощадити місце та з нахилом 35⁰ на південно-східну сторону.

Таким чином вся площа панелей буде знаходитись максимально допустимий час під сонячними променями. Для побудови сонячної електростанції ми обрали сонячну панель JAM72D00 350-/PR 350W mono, продемонстровано на рисунку 3.4.

Сонячна фотоелектрична панель від світового виробника Ja Solar,

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

модель - 350/PR 350W mono - це модулі з подвійним склом, що живляться від елементів PERC для забезпечення високої потужності з більш високою генерацією енергії в умовах низької освітленості і кращою залежністю від температури, а також відмінну надійність і довговічність протягом усього терміну експлуатації. Дана панель вирізняється підвищеною потужністю на одиницю площі, з ККД модуля 18 %.

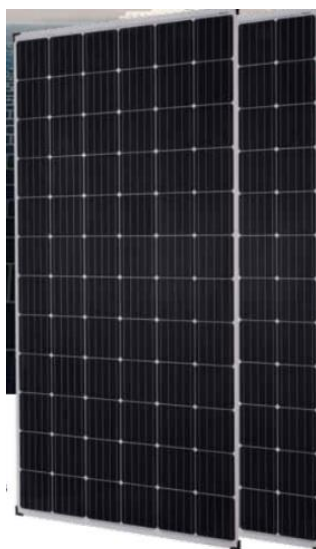


Рисунок 3.4 – Фотоелектричні модулі

Основні переваги сонячної панелі – JAM72D00 350-/PR 350W:

- виготовлені з високоякісних фотоелементів від - JA Solar;
- гарантія на генерацію не менше 70% потужності, протягом 30 років;
- повна 12-річна гарантія на виріб;
- підвищена міцність модулів для мінімізації мікротріщин;
- підвищена безпека – клас А вогнестійкості;
- підходить для суворих умов експлуатації;
- нижча ціна в порівнянні з аналогами.

Характеристики сонячної панелі JAM72D00 350-/PR 350W:

- габарити: 1968×992×25 мм;
- номінальна потужність 350 Вт;
- тип кристалу – монокристалічний кремній;

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- струм короткого замикання 9.52 А;
- здатність працювати в режимах: від -40 до +85 ° С;
- ККД : 18 %.

Розраховуємо площу однієї панелі, м², за формулою :

$$S = a \cdot b, \quad (3.26)$$

де a – довжина однієї панелі, м;

b – ширина однієї панелі, м.

$$S = 1,97 \cdot 0,99 = 1,95 \text{ м}^2$$

Панелі не можуть займати всю площу даху, тому необхідно виділити 15-25% від загальної площі даху для обслуговування станції та комфортного переміщення по даху. Визначимо площу, яку займатимуть панелі на даху за формулою:

$$S_{\text{панелей}} = S_{\text{дах}} - 0,25 \cdot S_{\text{дах}}, \quad (3.27)$$

$S_{\text{дах}} = 2029 \text{ м}^2$ – площа даху корпусу.

$$S_{\text{панелей}} = 2029 - 0,25 \cdot 2029 = 1521,75 \text{ м}^2.$$

Визначимо загальну кількість можливих для встановлення сонячних панелей, за формулою:

$$N_{\text{заг}} = S_{\text{панелей}} : S, \quad (3.28)$$

де $S_{\text{панелей}}$ – площа, котру займатимуть панелі на даху, м²;

S – площа однієї панелі, м².

$$N_{\text{заг}} = 1521,75 : 1,95 = 780 \text{ шт.}$$

Визначимо номінальну потужність СЕС, за формулою:

$$P_{\text{сес}} = N_{\text{заг}} \cdot P_n, \quad (3.29)$$

де P_n – номінальна потужність однієї панелі, кВт.

$$P_{\text{сес}} = 780 \cdot 0,35 = 273 \text{ кВт.}$$

Визначимо генеровану потужність за рік за онлайн калькулятором PVGIS (рис. 3.5):

$$W_{\text{рік}} = 297482,75 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Резюме

Надані вхідні дані :

Розташування [широта/ довгота] :	50.941,31.078
Горизонт :	Розраховано
Використана база даних :	PVGIS-ERA5
PV технологія :	Кристалічний кремній
PV встановлений [kWp]:	273
Системні втрати [%]:	14

Результати моделювання :

Кут нахилу [°]:	35
Азимутальний кут [°]:	0
Річне виробництво фотоелектричної енергії [кВт·год]:	<u>297482,75</u>
Річне опромінення в літаку [кВт·год/м ²]:	1393,99
Річна мінливість [кВт·год]:	9444,56
Зміни у випуску через :	
Кут падіння [%]:	-2,82
Спектральні ефекти [%]:	1,62
Температура та низька освітленість [%]:	-7,96
Загальні втрати [%]:	-21,83

Рисунок 3.5 – Результати онлайн калькулятора PVGIS

Побудуємо діаграму за річним електроспоживанням лікарні у 2019 році та річним виробництвом фотоелектричної енергії СЕС (рис. 3.6).

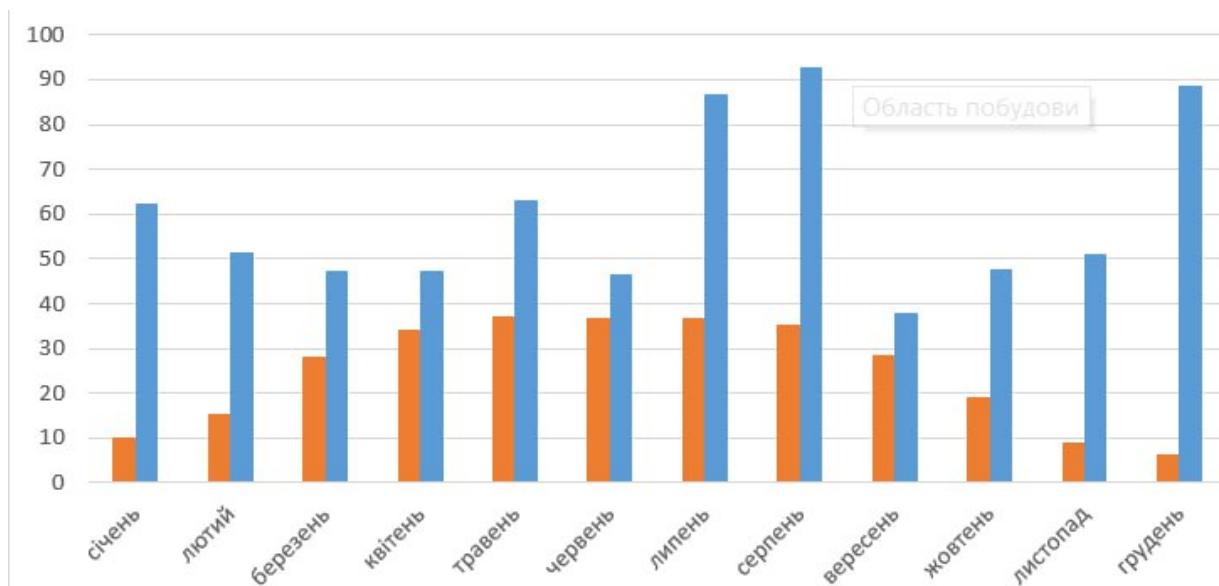


Рисунок 3.6 – Діаграма електроспоживання об'єкту та виробленої СЕС

З рисунку 3.6 видно, що спожита електроенергія за лічильником (помісячно) протягом року значно вище, чим річне виробництво згенерованої електроенергії. Проте, сонячна електростанція може частково покривати частину електроенергії, що споживає корпус. Вважаючи, що корпус споживає в середньому 6 766 810 кВт·год/рік - це буде покривати дуже маленьку частину його витрат.

Розмір тарифу електроспоживання для бюджетних установ, у нашому випадку закладу охорони здоров'я - 6,58 грн/ кВт·год.

Визначимо вартість згенерованої електричної енергії, за формулою:

$$N_{1грн} = W_{рік} \cdot C_e, \quad (3.30)$$

де $C_e = 6,58$ грн/ кВт·год – тариф на електроенергії.

$$N_{1грн} = 297482,75 \cdot 6,58 = 1957436,5 \text{ грн.}$$

Оцінимо сумарні капіталовкладення на встановлення СЕС, за формулою:

$$N_{2грн} = C \cdot P_{сес}, \quad (3.31)$$

де $C = 600$ €/кВт – вартість СЕС,

$P_{сес}$ – номінальна потужність СЕС.

$$N_{2грн} = 600 \cdot 273 = 163800 \text{ €.}$$

Отже, загальна вартість обладнання СЕС за встановлену потужність 273 кВт становитиме – 163 800 € (курс- 41,97 = 6 875 000 грн). Вартість монтажу приймемо як 20% від вартості СЕС, що становитиме 1 375 000 грн. Тоді сумарні капіталовкладення складуть:

$$N_{2грн} = 8250000 \text{ грн.}$$

Розрахуємо простий термін окупності за формулою:

$$T_{ок}^{пр} = \frac{N_{2грн}}{N_{1грн}}, \quad (3.32)$$

Підставляємо наші значення у формулу:

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ок}^{np} = \frac{8250000}{1957436,5} = 3,5 \text{ років.}$$

Для створення автономної системи одним із важливих компонентів є акумулятор. Що потребує додаткових розрахунків і у свою чергу вартість акумуляторів підвищить капіталовкладення, і відповідно термін окупності.

Висновок: Для створення автономної системи одним із важливих компонентів є акумулятор. Що потребує додаткових розрахунків і у свою чергу вартість акумуляторів підвищить капіталовкладення, і відповідно термін окупності. Проект є інвестиційно привабливим, але складним до монтажу і дороговартісним, має високу прибутковість, якщо врахувати, що строк служби запропонованих сонячних монокристалічних панелей 30 років.

Висновки до розділу

Під час енергетичного аудиту було проведено оцінку системи електропостачання та споживачів електричної енергії в лікарні, їх режимів роботи. Виявлено, що стан системи електропостачання та деяких груп споживачів електроенергії є незадовільним.

Основною проблемою є надмірне споживання електроенергії, через застарілі електроприлади. Спираючись на результати оцінки, було запропоновано провести заміну застарілого обладнання на нове з меншим рівнем споживання та встановити СЕС для часткового покриття електроенергії, що споживає об'єкт.

Список заходів та результати розрахунків для обґрунтування економічної доцільності їх впровадження наведено в таблиці 3.7. Загальна діаграма у долях споживання між основними групами споживачів електричної енергії після усіх впроваджених заходів продемонстрована у додатку А.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10 – Список заходів та результати їх розрахунків

№	Захід	ΔW , кВт·год/рік	E_p , грн/рік	$T_{ок.}$, роки
1	2	3	4	5
1	Заміна старих кондиціонерів на нові енергоефективні	6691	44027,78	9 років та 8 місяців
2	Заміна старих морозильних камер на нові енергоефективні	14591,8	96008,78	3 роки і 3 місяці
3	Встановлення СЕС	297482,75	1957436,5	3 роки і 6 місяці

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Характеристика діяльності служби енергетичного менеджменту в місті Чернігів

На даний момент в місті Чернігів добре розвинена система енергетичного менеджменту та моніторингу. Основною метою якої є систематичне підтримання ефективності енерговикористання будь-якого об'єкту на заданому рівні і періодичне зростання цієї ефективності. Організаційна структура системи енергоменеджменту міста є досить розгалуженою (рис. 4.1). Безпосередньо на нашому об'єкті, немає складу працівників, що входять у службу енергетичного менеджменту та моніторингу. Було б доречно створити її з такого складу фахівців: головний енергоменеджер, 3 інженери відповідальні за напрямками (тепло-, електро-, та водоспоживання) та технік-будівельник з питань по документації, зокрема, тех. паспорту об'єкту [25].



Рисунок 4.1 – Організаційна структура системи енергоменеджменту в м. Чернігові

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Овада Н.О.			Енергоменеджмент та моніторинг	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Буж Н.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Шкляр В.І.						
Затвер.								
						НН ІАТЕ, ОТ-91		

Система енергетичного менеджменту – це система управління, яка передбачає скорочення витрат на енергоносії, та спирається на спеціальну політику міста у питаннях використання енергоресурсів, має власні завдання та цілі, відповідну організаційну структуру, кадрове та інформаційне забезпечення, певні процедури планування, впровадження, оцінки діяльності у сфері енергоспоживання.

Управління споживанням енергії розглядається не тільки як інструмент для зменшення обсягів енергоспоживання та видатків на оплату енергоносіїв бюджетними установами та закладами, що утримуються за кошти бюджету міської територіальної громади, але й як шлях до підвищення якості комунальних послуг, комфортності перебування у будівлях, що особливо важливо для нашого об'єкту, де підвищені умови комфорту. Відповідно до ISO 50001 є певна послідовність застосування системи енергетичного менеджменту (рис. 4.2).

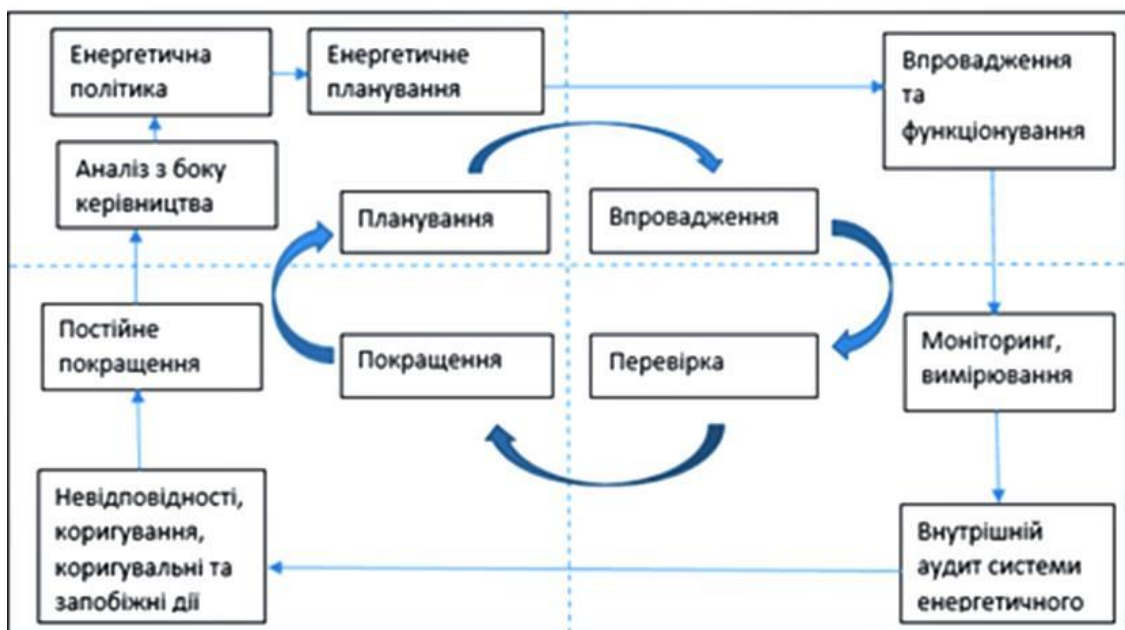


Рисунок 4.2 – Схема системи енергетичного менеджменту відповідно до ISO 50001

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ					

З метою раціонального споживання енергоносіїв бюджетними закладами міста, виявлення фактів безпідставних перевитрат енергетичних ресурсів чи аварійних ситуацій та миттєвого реагування на них, у Чернігові

здійснюється щоденний моніторинг фактичного енергоспоживання у 190 будівлях бюджетних закладів міста.

Опалювальний сезон – період підвищеної уваги та особливої трудоемності процесів, оскільки у складі енергоносіїв теплова енергія має найбільшу вартість та потребує значних видатків з міського бюджету.

Моніторинг, аналіз та виявлення нештатних ситуацій здійснюється за допомогою онлайн програмного комплексу «uMuni». У кожній будівлі визначено конкретних відповідальних осіб з функціями енергоменеджерів, які контролюють споживання енергоносіїв та кожного дня, через веб-ресурс, передають відповідні дані до вищезгаданого програмного комплексу.

Фахівці відділу енергоефективності управління економічного розвитку міста Чернігівської міської ради на основі отриманої інформації аналізують, оцінюють і порівнюють обсяги та ефективність енергоспоживання бюджетним сектором міста.

Енергомоніторинг, глибокий аналіз інформації, прогнозування споживання, накопичення даних про стан будівель та їх інженерних мереж дозволяє визначати енергозатратність кожної бюджетної будівлі, формувати пропозиції щодо необхідності проведення енергоаудиту з визначенням пріоритетних до впровадження енергоефективних заходів, які нададуть змогу отримати скорочення споживання енергоносіїв та забезпечити комфортні умови перебування в будівлі.

Організаційні заходи, жорсткий контроль за енергоспоживанням у рамках функціонування міської системи енергоменеджменту дозволили розрахунково отримати у 2018 році 5,9 млн грн економії цільових коштів міського бюджету на енергоносії та у 2019 році – 2,7 млн грн або 2,2 % (розрахунки проведені з урахуванням приведення до однакових температур у опалювальні періоди). Без приведення до однакових температурних умов у

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зв'язку з теплою зимою, частковим переглядом тарифів та впровадженням енергоефективних заходів загальна економія витрат на енергоносії у 2019 році, в порівнянні з попереднім періодом, фактично склала 21,1 млн грн [25].

Покращувати міську систему енергоменеджменту, а отже і якість контролю за споживанням енергоносіїв, дозволяє запровадження сучасних автоматизованих технологій з управління тепловими пунктами та віддаленим їх керуванням.

4.2 Результати діяльності служби енергоменеджменту

Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ) підтримує Україну за дорученням Федерального уряду Німеччини на шляху демократичних перетворень з 1993 року. Станом на 31.12.2019 року 352 національних і 52 іноземних фахівців, а також 6 радників з розвитку представляли GIZ в Україні.

Чернігів має досвід попередньої позитивної співпраці з GIZ у проєкті «Енергоефективність у будівлях» у 2008-2013 роках. Саме з проєктом GIZ у Чернігові розпочато створення системи енергоменеджменту міста та розроблені перші програми енергоефективності.

У нашій будівлі закладу охорони здоров'я, вже була практика з енергетичного аудиту в 2018 році, виконаний ТОВ «Сервісна компанія «Адамсон» на замовлення управління охорони здоров'я Чернігівської міської ради.

У цьому ж році, разом з проєктом «Партнерство з модернізації: енергоефективність у лікарнях», що виконується GIZ, було ще проведено виконання енергетичного аудиту в будівлях «Дитячої поліклініки №1 Чернігівської міської ради» містить наступні цілі [25]:

- визначити джерела та величини нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, гарячої та холодної води, електроенергії та теплової енергії;

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виявити потенціал енергозбереження;
- розробити ефективні заходи направлені на підвищення енергоефективності будівлі,
- оцінити економічний ефект від впровадження енергоефективних заходів;
- оцінити вплив енергоефективних заходів на навколишнє середовище.

Висновки до розділу

Завдяки роботі системи енергетичного менеджменту та моніторингу в державних будівлях, зокрема, в закладах охорони здоров'я, було досягнуто основної мети, якою було систематичне підтримання ефективності енерговикористання будь-якого об'єкту на заданому рівні і періодичне зростання цієї ефективності.

В програмі енергоефективності заплановано проведення ще комплексу заходів для оптимального використання ПЕР. Наприклад, такі заходи як використання відновлюваних джерел енергії, модернізації ІТП, удосконалення систем освітлення, проведення термомодернізації будівель тощо.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ

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

Об'єктом дослідження є будівля закладу охорони здоров'я в місті Чернігів, що складається із трьох блоків + харчоблок, різної поверховості.

Вважаю доцільним встановити панелі на даху об'єкту, так як наявна досить велика площа – 2029 м², на яку безпосередньо падає сонячне проміння, а саме на найвищу будівлю 6-ти поверхову частину – лікувального корпусу.

Будівля розташована так, що сонце світитиме на панелі постійно, а дах постійно знаходитиметься під сонячним світлом, на протязі світлового дня. Встановлювати ряди панелей необхідно паралельно корпусу, щоб заощадити місце та з нахилом 35⁰ на південно-східну сторону.

Таким чином вся площа панелей буде знаходитись максимально допустимий час під сонячними променями. Для побудови сонячної електростанції ми обрали сонячну панель JAM72D00 350-/PR 350W mono.

СЕС займатиме площу 1521,75 м², тому що, необхідно виділити 25% простору від загальної площі для зручного обслуговування станції та комфортного переміщення по даху працівників. Буде розміщено 780 штук фотоелектричних панелей, сумарна потужність яких – 273 кВт. Також потрібно обрати додаткове обладнання, а саме: інвертор відповідної потужності нашій СЕС, який пропонується встановити на горищі, контролер, каркас, кабелі. У таблиці 5.1 подано загальну характеристику об'єкту, тоді як таблиця 5.2 містить технічні характеристики сонячної панелі.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Овада Н.О.</i>			Охорона праці та пожежна безпека під час монтажу сонячної електричної станції	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Третькова Л.Д.</i>						
<i>Реценз.</i>						НН ІАТЕ, ОТ-91		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шкляр В.І.</i>						
<i>Затвер.</i>								

Таблиця 5.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Сонячна електростанція	Відкрита ЕУ, на даху	Зовнішнє, на висоті 23 м	<i>особливо небезпечне приміщення</i>	Категорія Д
Інвертор	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на горіщі корпусу	<i>приміщення з підвищеною небезпекою</i>	Категорія Д

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики сонячної панелі

Технічні характеристики	
Виробник	JA Solar
Модель	JAM72D00 350-/PR 350W
Номінальна потужність панелі	350 Вт
К-сть комірок в сонячному модулі	72(6x12) шт.
Вага	28 кг
Розміри	1968мм 992мм x 6мм
Струм КЗ	9,52 А
Максимальний струм потужності	9,04 А
Роздільна коробка	IP68, 3 діода
Максимальна напруга живлення	38,72 В
Термін служби	30 років

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сонячні панелі, які ми обрали це модулі з подвійним склом, що живляться від елементів PERC для забезпечення високої потужності з більш високою генерацією енергії в умовах низької освітленості, поганої погоди і кращою залежністю від температури, а також відмінну надійність і довговічність протягом усього терміну експлуатації. Дана панель вирізняється підвищеною потужністю на одиницю площі, з ККД модуля 18 %.

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

До монтажу СЕС допускаються виключно особи, що досягли віку 18 років, мають відповідну кваліфікацію фахівця з такого виду монтажних на експлуатаційних робіт, особливо вагомим є кваліфікаційна група з електробезпеки не нижче III. Також слід пройти медичне обстеження, ознайомитися детально із особливостями та технічними характеристиками роботи із сонячними електростанціями і обов'язково ознайомитися з правилами безпечної охорони праці й пожежної безпеки на висоті, що є об'єктом підвищеної небезпеки [20].

Рекомендується почати монтажні роботи влітку, щоб відповідати таким параметрам мікроклімату: температура повітря не нижче 15°C та не вище 25°C, вологість 65-75%, а швидкість вітру 0,02-0,05 м/с.

Спочатку потрібно, щоб працівники виконали вантажно-розвантажувальні роботи поруч із нашим об'єктом. 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.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним, що слід виконати, це перемістити всі необхідні матеріали а обладнання для роботи на місце монтажу, тобто дах. Це ми можемо виконати за допомогою підйимально-транспортного устаткування. Основними причинами нещасних випадків під час виконання цієї роботи є:

1. Неправильна організація роботи;
2. Відсутність відповідного контролю за ходом виконання роботи;
3. Відсутність належного страхування при підйомі та огороження цього місця знизу, щоб не було сторонніх людей під час роботи;
4. Зачеплення матеріалами чи обладнанням під час його підймання на дах, переміщення чи опускання устаткування;
5. Перед використанням підйимально-транспортного устаткування не виявлено несправність в самому механізмі устаткування.

Для того, щоб максимально знизити ризик ураження електричним струмом чи утворення пожежі, сонячні панелі мають бути заземлені. Всі заземлення перевіряються кваліфікованим фахівцем – електриком. Послідовність виконання робіт показана в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки і розгрузки	Період виконання робіт і тривалість	Кількісний склад бригади	Група з електробезпеки
1	2	3	4	5
Монтаж кабельної лінії 10 кВ	Транспорт, механічна розгрузка	Літній, 14 робочих днів	30 осіб	Не менш як IV
Монтаж сонячної системи	Транспорт, механічна розгрузка, підйимально-транспортного устаткування.	Літній, 14 робочих днів	30 осіб	Не менш як III

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

У таблиці 5.4 наведені чинники умов праці та їх показники.

Таблиця 5.4 – Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Параметри мікроклімату	Температура повітря	18-22 °С
	Вологість	65-75%
	Швидкість вітру	0,02 м/с
Важкість праці	Переміщення вантажів	До 10 кг
	Робоче положення	«стоячи», «стоячи зігнувшись»
	Статичні та динамічні навантаження	350 Вт·год
	Категорія робіт	II категорія
Напруженість праці	Тривалість <i>зосередженої праці</i>	70 % робочого часу
	Тривалість <i>активних дій</i>	85 % робочого часу
	Змінність	60 % робочого часу 1 зміна, 8 годин
	Напруженість органів чуття: зір	60 % робочого час
	Категорія	II категорія

З метою зменшення негативного впливу на працівників небезпечних факторів, що зазначено у попередньому підрозділі, впроваджують певні заходи і засоби з охорони праці.

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. Недостатнє відключення живлення: Перед початком будь-яких електромонтажних робіт необхідно переконатися, що живлення електричної системи або пристрою відключене. Недотримання цієї процедури може призвести до важких травм від електричного струму.
4. Погана організація робочого місця: Незаплановане розташування кабелів, недостатнє освітлення або перешкоди на робочому місці можуть призвести до падіння, калішень, зіткнень або інших нещасних випадків. Важливо забезпечити безпечне та організоване робоче середовище.

Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників продемонстровані в таблиці 5.5.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізичні	Робота на висоті 23 м	Ймовірний	Катастрофічний	I
	Травмування під час вантажних робіт (переміщення, підйому)	Ймовірний	Високий	II
	Шум від важкого будівельного обладнання (крани, екскаватори, вантажні автомобілі тощо) чи електричних інструментів (болгарки або перфоратори)	Імовірний	Значний	III
Електричного походження	Ураження струмом	Ймовірний	Катастрофічний	I

5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Організаційні заходи з безпеки та охорони праці під час монтажу сонячної електростанції є надзвичайно важливими. 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.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 – Перелік технічних і організаційних заходів

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
Технічні заходи з електробезпеки		
Захисне заземлення	По периметру	Встановлення стаціонарного заземлення: 10 вертикальних і 1 горизонтальний заземлювач, R=4 Ом
Знак безпеки	Трикутник	На усіх ЕУ
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Робота без напруги	Оформлення наряду- допуск на 15 днів; повнота вжитих заходів безпеки, необхідних для виконання роботи; розпорядження на проведення робіт; організація нагляду за працівниками; оформлення закінчення робіт, перерв у роботі, переведення на інші місця
Технічні заходи щодо виключення інших НШВЧ		
Шум від важкого будівельного обладнання (крани, екскаватори, вантажні автомобілі тощо) чи електричних інструментів (болгарки або перфоратори)	Звукоізоляція	Беруші — це спеціальні вкладки, які вставляються у вушну раковину й створюють перешкоду між вушною перетинкою та виробничим шумом. Має відповідати ДСТУ EN 352-2:2018 [18], бути гіпоалергенним і гігієнічним.

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

При виборі електрозахисних виробів необхідно враховувати кілька важливих аспектів. По-перше, необхідно оцінити характеристики робочого середовища та ризики, з якими працівники можуть зіштовхнутися. Це включає

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналіз напруги, струму, можливих коротких замикань, інтенсивності роботи з електроустаткуванням та інші фактори.

Основні ізолювальні електрозахисні засоби включають:

- Рукавички поліестер з бавовною: Це спеціальні рукавиці, які надягаються на руки для захисту від травмувань.
- Каски: Це головні убори, які мають ізолюючу підкладку та захищають голову від проникнення електричного струму.

Додаткові ізолювальні електрозахисні засоби можуть включати:

- Окуляри або маски для захисту очей: Вони забезпечують захист очей від потенційно шкідливих впливів, пилу і металевих частинок таких як розлетючіся частинки.

Важливо також забезпечити належне навчання та інструктаж працівників, щодо використання електрозахисних виробів. Після інструктажу обираємо засоби індивідуального захисту, що наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Перелік засобів індивідуального захисту [17]

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
1	2	3	4	5
Захисний одяг	Комбінезон захисний бавовняний	«Delta plus». Комбінезон.	2 роки використання	Вологозахисний, за температури 5-25 °С
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	«Лідер». Черевики.	6 місяців	Під час переміщення вантажів масою до 15 кг
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавички поліестер з бавовною.	5 робочих змін	Захист від травмувань під час робіт із матеріалами та обладнанням
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень.	Каска від механічного впливу. Полікарбонат.	3 роки	Під час пересування
Захист очей	Захист від електричної дуги і ультрафіолетового випромінювання.	Закриті подвійні окуляри. Полікарбонат.	2 роки	Під час робіт в ЕУ

Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5
Захист органів слуху	Захист від шуму.	Бірюши протишумні, ЗМ 1100.	на одну робочу зміну під час використання ручного інструменту	Під час роботи з підвищеним звуковим навантаженням
Захист для роботи на висоті	Захист від падіння з висоти.	«Delta plus HAR11».	до першого використання	Під час роботи на висоті більш як 1,3 м.

Також роботи здійснюють під напругою, потрібно передбачити індивідуальні електрозахисні засоби (ЕЗЗ). Результати вибору потрібних ЕЗЗ надають у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
Контрольно-сигнальні прилади	Ізольовані кліщі	Накладання муфт, заміна плавких вставок	0,4-35 кВ Раз у 24 місяці
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки.	Виконання монтажних робіт	0,4-10 кВ Раз у 24 місяці

5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Відповідно до норм з пожежної безпеки на енергетичних об'єктах вибирають первинні засоби до ліквідації пожеж (вогнегасник, пожежний інвентар), а також технічні та організаційні – у разі виникнення пожежі або вибуху [19]. Важливо дотримуватись норм техніки безпеки при проектуванні, будівництві та експлуатації енергетичних об'єктів. Для СЕС згідно з СОУ НЕК

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.9105.904 ПЗ				

341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України [22].

Результати вибору наведемо у таблиці 5.9.

Таблиця 5.9. Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Вуглекислотний вогнегасник ВВ-2:	Пересувний, тривалість дії – 25 с, довжина струмені – 5м	У приміщенні, розміщено в коридорах через 70 м.
Блискавкозахист	Сітчастий, на поверхні даху, з кроком 75 см.	II категорія, приміщення з нафтопродуктами
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	ВК «КОМБІ», комбінезон	Багаторазового використання. Термін зберігання – 6 років.
Протигаз	М98 «Scott» з фільтром ХС від монооксиду вуглецю.	Температура зберігання – від 30 °С до 170 °С. Термін зберігання – 15 років

5.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації. Розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000В.

Розрахункова формула для визначення I_{K3} має вигляд:

$$I_{K3} = \frac{U_{\Phi}}{r_{\Phi} + r_{PE} + \left(\frac{r_{TP}}{3}\right)}, \quad (5.1)$$

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де U_{ϕ} – фазна напруга, В;

r_{ϕ} , r_n , r_{tr} – активний опір фазного, нульового проводів і трансформатора, Ом;

$$I_{K3} = \frac{400}{0,97 + 0,67 + \left(\frac{0,04}{3}\right)} = 241 \text{ А}$$

Активний опір фазного і захисного (нульового) провідників, виконаних з алюмінію, визначають за формулою:

$$r = \sum_{n=1}^i \frac{\rho_i \cdot l_i}{S_i}, \quad (5.2)$$

де $\rho_i = 0,0028$ (Ом·мм²)/м - питомий опір матеріалу проводів;

$l_i = 40$ м - довжина ділянки проводу одного матеріалу та одного перерізу;

$S_i = 150$ мм² - площа поперечного перерізу проводу.

$$r = \sum_{n=1}^i \frac{0,0028 \cdot 40000}{150} = 0,75 \text{ Ом}$$

Зовнішній індуктивний опір петлі фазний-захисний провідник (Ом/км) визначають за формулою:

$$\chi_{3\phi} = l \cdot 0,126 \ln \left(\frac{2D}{d} \right), \quad (5.3)$$

Для наближених розрахунків $\chi_{3\phi}$ можна приймати: для КЛ – 0,3 Ом/км;

У разі, якщо допустима кратність струму однофазного короткого замикання менше допустимого значення, потрібно або змінити вид пристрою або збільшити величину струму короткого замикання, вибравши провідники з більшим перерізом, першочергово для нульового або захисного провідника.

Далі проводимо розрахунок напруги на корпусі електроустановки, без повторного заземлення захисного провідника напруга на корпусі U_K ЕУ визначається за формулою:

$$U_K = I_{K3} \cdot Z_3 \leq U_D(t_c), \quad (5.4)$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

де U_D – допустима напруга дотику $U_D = 250$ В (табл. А1);

Z_3 – повний опір захисного проводу.

Підставимо значення в формулу (5.4):

$$U_K = 241 \cdot 0,06 = 14,46 \text{ В.}$$

$$U_K = 241 \cdot 0,06 \leq 250 \text{ В.}$$

Для кабельних ліній знаходимо Z_3 ,

$$Z_3 = r_3, \quad (5.5)$$

$$Z_3 = 0,06 \text{ Ом/км.}$$

Умова нерівності виконується.

Висновки до розділу

Проаналізувавши монтаж сонячної електростанції, було виявлено, що робота на висоті є об'єктом підвищеної небезпеки. Рекомендується проводити монтажні роботи не в спекотний і не в холодний період року, без дощу та сильного вітру, щоб забезпечити задовільні умови праці та сприятливі погодні умови для працівників.

Організаційні та технічні заходи з електробезпеки, що були запропоновані: Оформлення наряду - допуск на 15 днів, повнота вжитих заходів безпеки, необхідних для виконання роботи; розпорядження на проведення робіт; організація нагляду за працівниками; оформлення закінчення робіт, перерв у роботі, переведення на інші місця; встановлення захисного заземлення по периметру; поставити знак безпеки трикутника на усіх ЕУ; забезпечити працівників берушами, під час робіт із підвищеним шумом.

Організаційні та технічні заходи з пожежної безпеки, які було визначено під час монтажу СЕС: відділом з охорони праці чітко сформульовані вимоги до евакуаційних заходів, плану евакуації, забезпечення дотримання

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду; встановлення блискавозахисту на даху, а також вуглекислотний вогнегасник ВВ-2 пересувний у приміщенні коридорах через кожні 70 м;

Крім того, було сформовано перелік індивідуальних засобів захисту з пожежної безпеки та охорони праці під час монтажу сонячної електростанції, які є надзвичайно важливими. Вони допомагають зменшити ризики травматизму та створюють безпечні умови для праці під час виконання роботи, тому не слід ними нехтувати.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Завданням дипломного проекту було підвищення рівня енергоефективності закладу охорони здоров'я у місті Чернігів. Розробка комплексу енергозберігаючих заходів щодо підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем та джерел енергозабезпечення.

Під час роботи було проаналізовано та порівняно базовий та фактичний рівні енергоспоживання у програмному продукті E-audit.

На основі аналізу ефективності інженерних систем у лікарні були запропоновані наступні заходи з підвищення енергоефективності:

- Модернізація ІТП;
- Встановлення системи вентиляції;
- Заміна приладів опалення та балансування системи;
- Встановлення теплової завіси.

Для зменшення споживання електричної енергії:

- Заміна морозильних камер;
- Заміна кондеціонерів;
- Встановлення СЕС.

Також, було охарактеризовано систему енергетичного менеджменту та моніторингу в місті Чернігів і безпосередньо в закладах охорони здоров'я. Були рекомендації щодо створення служби СЕНМ у нашій лікарні.

Завдяки розробці комплексу заходів із покращенням енергоефективності будівлі, вийшли на клас «С», а до термомодернізації будівлі енергетичний клас є незадовільний – «G».

Усі запропоновані заходи сприяють наближенню до вимог щодо теплового комфорту людей із підвищеною чутливістю та є доцільними для впровадження.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. Hantek вимірювальні прилади та обладнання. FLIR E6 Тепловізор FLIR. URL: <https://hantek.com.ua/flir-e6>.
3. Офіційний сайт платформи «E-Audit»: <https://e-audit.escoua.com/user/sign-in?next=/home/>
4. 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.
5. Енергетичні системи та комплекси. Системи виробництва та розподілу енергії: Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навчальний посібник для студентів напрямів підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології", 6.050601 "Теплоенергетика" / В.В.Дубровська, В.І Шкляр. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 112 с.
6. 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.
7. ДБН В.2.2-10:2022. Заклади охорони здоров'я. Основні положення, чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. 2022.
8. НАКАЗ 27.10.2020 № 261. Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537.
9. 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.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

10. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель, чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. 2021.

11. ДСТУ EN 308-2001 Теплообмінники. Методи випробовування пристроїв регенерування теплоти повітря-повітря та повітря-відпрацьований газ для визначання експлуатаційних характеристик, чинний від 01.07.2003. Вид. офіц. 2002.

12. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, чинний від 01.01.2014. Вид. офіц. 2013.

13. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення, чинний від 01.03.2019, Вид. офіц. 2018.

14. Методичні вказівки та завдання до курсового проектування з дисципліни НП-05 «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» для студентів спеціальності 8.05070103, 7.05070103 „Електротехнічні системи електроспоживання”. Навчальне електронне видання / Укл. М. А. Денисенко, О. І. Соловей, А. І. Замулко. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 175 с.

15. Енергоефективність у чернігівських лікарнях. URL: <https://chernigiv-rada.gov.ua/news/id-314/>.

16. Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та пожежна безпека» для підготовки студентів КПІ ім. І. Сікорського за освітньо-кваліфікаційними рівнем “бакалавр” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; 144 «Теплотехніка» денної та заочної форми навчання / Укл.: Л. Третьякова. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, ІЕЕ, 2021. – 58 с.

17. Третьякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008.

18. ДСТУ EN 352-2:2018 Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні вимоги. Частина 2. Вкладки протишумові (EN 352-2:2002, IDT). Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2018.

19. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2014.

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. НПАОП 0.00-1.15-07. Правилами охорони праці під час виконання робіт на висоті: наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 27.03.2007 №62. Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2007. 25 с.

21. ДСТУ 4034-2001. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробування. З Поправкою. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2001.

22. СОУ НЕК 341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2019.

23. ДСТУ 8635:2016 Геліоенергетика. Площадки для фотоелектричних станцій. Приєднання станцій до електроенергетичної системи. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2016.

24. Дипломний проєкт бакалавра: організація, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.І. Дешко, О.І. Єщенко, В.І. Шкляр, М.М.Шовкалюк. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 58 с. - Режим доступу: URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35005>

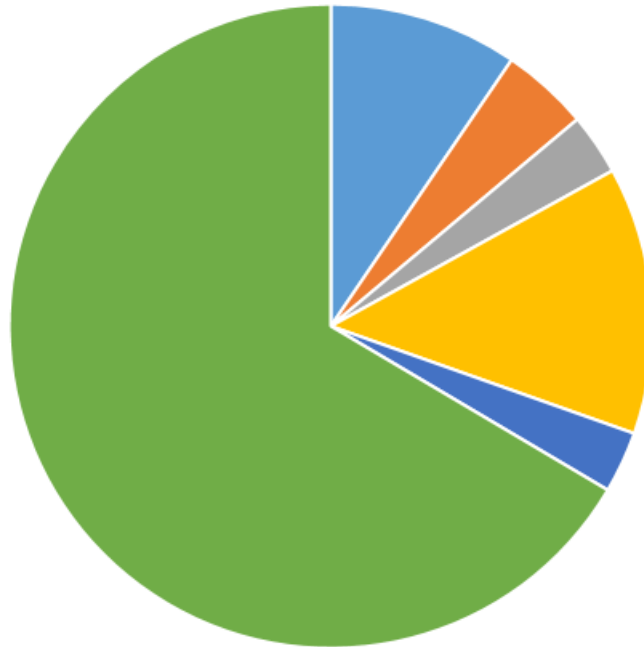
25. Як у Чернігові зменшують енерговитрати будівель бюджетної сфери за допомогою сучасних технологій. <https://chernigiv-rada.gov.ua/news/id-44999/>

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Електричний баланс по групам споживачів після заходів з енергозбереження

Електричний баланс по групам



■ Технічне обладнання ■ побутове обладнання ■ кухонне обладнання
■ медичне обладнання ■ офісне обладнання ■ освітлення

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Пакет першочергових заходів

Перелік заходів	Загальна економія, кВт\рік	Загальна економія, грн\рік	Вартість впровадження, грн	Рb, років
Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін	2 108 083	6 113 441	40 902 500	6,7
Влаштування теплогідроізоляції покриття				
Влаштування теплоізоляції перекриття над неопалювальним підвалом і над проїздами будинку та улаштування теплоізоляції підлоги на ґрунті				
Заміна/ремонт блоків віконних, блоків балконних дверей, вхідних дверей та скління балконів				
модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП)				
Теплова завіса				

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.9105.904 ПЗ

Арк.

ДОДАТОК В

Пакет другочергових заходів

Перелік заходів	Загальна економія, кВт\рік	Загальна економія, грн\рік	Вартість впровадження, грн	Рb, років
Модернізація системи опалення	1 387 986	4 025 159	107 600 000	26,8
Модернізація системи вентиляції				

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Г

Порівняння енергоспоживання будівлі до та після впровадження комплексу заходів з енергоефективності

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання до заходів з енергоефективності		Обсяг енергоспоживання після заходів з енергоефективності	
	тис. кВт·год	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	тис. кВт·год	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]
Енергоспоживання при опаленні	4624,39	[86,67]	90,83	[1,7]
Енергоспоживання при охолодженні	911,26	[17,08]	1490,53	[27,93]
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	622,76	[11,67]	622,76	[11,67]
Енергоспоживання при вентиляції	-	-	519,2	[9,73]
УСЬОГО:	6158,41	[115,42]	2723,32	[51,03]

					НТУУ 001.9105.904 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		