

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної енергетики

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ”

2025р.

## **Дипломний проєкт**

**на здобуття ступеня бакалавра  
за освітньо-професійною програмою  
«Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»  
зі спеціальності 144«Теплоенергетика»**

на тему: «Модернізація системи теплопостачання корпусу 22 КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Виконав: студент IV курсу, групи ОТ-11

Дмитро ФРОЛОВ

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник професор, д.т.н., професор Валерій ДЕШКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., доцент

Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент Головний енергоменеджер КПІ ім. Ігоря Сікорського

Дмитро ЯЦЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Науковий керівник

(підпис)

Київ – 2025 року

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти-перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

\_\_\_\_\_

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проєкт студенту**

Дмитру Фролову  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: «Модернізація системи тепlopостачання корпусу 22 КПІ ім. Ігоря Сікорського»

керівник проєкту Валерій Дешко, д.т.н., професор,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «2 » червня 2025р. № 1875-с

2. Термін подання студентом проєкту **16.06.2025р.**

3. Вихідні дані до проєкту: 1) рік побудови: 1974, опалювальна площа - 16810 м<sup>2</sup>; кількість поверхів – 7+технічний; 2) зовнішні огорожувальні конструкції: зовнішні стіни, загальна площа 5482 м<sup>2</sup>; вікна – з подвійними дерев'яними віконними рамами, 7% в металопластикових, загальна площа застклення 4055 м<sup>2</sup>; дах плоский; підлога по ґрунту 2380 м<sup>2</sup>; вхідні двері – центральний вхід – металопластикові з тамбуром, площа 21,6 м<sup>2</sup>, три дерев'яні по 2,25 м<sup>2</sup>; 3) існує джерело тепlopостачання (опалення та ГВП) – міські теплові мережі, розрахунковий температурний графік 150-70 °С, ГВП від ТП буде відключено; 4) ТП переробляється на незалежну схему, СО - вертикальна однотрубна, опалювальні прилади – чавунні радіатори; 5) система вентиляції – механічна, припливно-витяжна, - замінюється на природну.

4. Зміст пояснювальної записки: 1) Загальні дані про об'єкт; 2) Розрахунок теплового навантаження на опалення будівлі (потоків теплоти) та кожного приміщення до та

після термомодернізації на мінімально допустимі термічні опори теплопередачі зовнішніх огорожень, розрахунок заміни внутрішньобудинкової системи

5. опалення та теплопункту (вибір обладнання теплопункту, типу та кількості нагрівальних приладів для кожного приміщення; гідравлічний розрахунок трубопроводів СО, визначення діаметрів трубопроводів, запірно-регулювальної арматури, тощо). 2) Розробка заходів з охорони праці.

6. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1) Схема трубопроводів теплопункту - 1 арк. ф. А1; 2) Вузол обліку - 1 арк. ф. А1; 3) Теплообмінний модуль системи опалення - 1 арк. ф. А1,

7. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		

8. Дата видачі завдання 06.06.25 р.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунок теплового навантаження на опалення будівлі та кожного приміщення до та після термомодернізації	25.05.25	
2	Розрахунок заміни внутрішньобудинкової системи опалення (складання схеми СО; гідравлічний розрахунок трубопроводів, визначення діаметрів трубопроводів, запірно-регулювальної арматури, тощо).	30.05.25	
3	Розрахунок заміни теплопункту (теплообмінник, насоси, запірно-регулювальні прилади тощо)	05.06.25	
4	Охорона праці	13.06.25	
5	Оформлення графічної частини	15.06.25	
6	Оформлення пояснювальної записки	15.06.25	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дмитро ФРОЛОВ

(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Валерій ДЕШКО

(ім'я, прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Модернізація системи тепlopостачання корпусу 22 КПІ ім. Ігоря Сікорського»: пояснювальна записка на 70 ст., 24 рис., 22 табл., креслеників – 3 арк. ф. А1,

Мета проекту – модернізація теплового пункту, який отримує теплову енергію від тепломережі №4 на потреби опалення.

Опираючись на кліматичні умови міста Київ та стан ОК було визначено навантаження на систему опалення, були також впроваджені заходи з утеплення огорожувальних конструкцій та заміни світло-прозорих конструкцій, після чого було запропоновано інтегрувати пластинчатий теплообмінник для забезпечення незалежного теплового пункту з вузлами обліку, можливістю регулювати температуру, впровадженням систем автоматизації, як наприклад, регулювання перепадів тиску.

За результатами розрахунків підібране основне та допоміжне обладнання: розширювальні баки, пластинчасті теплообмінники, насоси і багато іншого.

Передбачені основні заходи з Охорони праці та пожежної безпеки під час процесу модернізації корпусу.

На кресленнях зазначен модернізований тепловий пункт з розташуванням обладнання, креслення вузла обліку теплової енергії, креслення інтеграції ПТО до елеваторних вузлів.

Ключові фрази: Модернізація, тепловий пункт, теплове навантаження, пластинчатий теплообмінник, насос, розширювальні баки, вузли обліку.

## SUMMARY

Diploma project of the first (bachelor's) level of higher education on the topic: "Modernization of the heat supply system of building 22 of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute": explanatory note on 70 p., 24 figures, 22 tables, drawings - 3 sheets of A1 format.

The purpose of the project is to modernize a heat point that receives heat energy from Heat Network No. 4 for heating needs.

Based on the climatic conditions of the city of Kyiv and the state of the OK, the load on the heating system was determined, measures were also implemented to insulate the enclosing structures and replace light-transparent structures, after which it was proposed to integrate a plate heat exchanger to provide an independent heat point with metering units, the ability to regulate temperature, and the introduction of automation systems, such as pressure drop regulation.

Based on the results of the calculations, the main and auxiliary equipment was selected: expansion tanks, plate heat exchangers, pumps and much more.

The main measures for Occupational safety and Fire Safety during the modernization process of the building are provided.

The drawings show the modernized heat point with the location of the equipment, a drawing of the heat energy metering unit, a drawing of the integration of the PTO into the elevator units.

Key phrases: Modernization, heat point, heat load, plate heat exchanger, pump, expansion tanks, metering units.

# **Пояснювальна записка**

**до дипломного проєкту**

на тему: «Модернізація системи теплопостачання корпусу 22 КПІ ім. Ігоря  
Сікорського»

Київ – 2025 року

## ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ....	9
	Вступ .....	11
1	Загальні відомості про об'єкт.....	12
1.1	Характеристика об'єкту.....	12
1.2	Кліматичні данні .....	13
1.3	Висновки за розділом 1 .....	13
2	Теплотехнічна частина.....	14
2.1	Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі .....	14
2.1.1	Зовнішні стіни .....	15
2.1.2	Світлопрозорі огорожувальні конструкції та двері .....	17
2.1.3	Дах та підлога.....	19
2.4	Розрахунок геометричних та теплотехнічних показників даху та підлоги.....	20
2.5	Розрахунок теплового навантаження на середньостатистичну аудиторію .....	22
2.6	Розрахунок теплового навантаження на опалення .....	24
2.7	Розрахунок середнього теплового навантаження .....	25
2.8	Розрахунок річного споживання теплової енергії .....	25
2.9	Розрахунок питомого енергоспоживання .....	26
2.10	Висновки за розділом 2 .....	32
3	Термомодернізація .....	33
3.2	Опалювальні прилади будівлі .....	36
3.3	Влаштування теплоізоляції зовнішніх стін.....	37
3.4	Заміна світлопрозорих конструкцій .....	38
3.5	Влаштування теплогідроізоляції суміщеного покриття.....	39
3.6	Ефект від впровадження запропонованих заходів.....	40
3.7	Розрахунок теплового навантаження на опалення після тепло модернізації .....	41
3.8	Розрахунок середнього теплового навантаження .....	42
3.9	Розрахунок річного споживання теплової енергії .....	42
3.10	Висновки за розділом 3 .....	43

ДП 25 144 07 08 ПЗ										
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>		<i>Фролов</i>								
<i>Перевірів</i>		<i>Дешко</i>								
<i>Т.контр.</i>		<i>Беднарська</i>								
<i>Н. контр.</i>		<i>Боженко</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Черноусенко</i>								
Модернізація системи Теплопостачання			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><i>Стадія</i></td> <td style="width: 33%;"><i>Арквш</i></td> <td style="width: 33%;"><i>Арквшів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">86</td> </tr> </table>	<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>		7	86	КПІ ім. Ігоря Сікорського, Кафедра ТАЕ, ГР. ОТ-11
<i>Стадія</i>	<i>Арквш</i>	<i>Арквшів</i>								
	7	86								
				7						

4	Проектний розрахунок систем опалення та теплопостачання .....	43
4.1	Розрахунок пікового теплового навантаження .....	43
4.2	Витрата води в системі.....	43
4.3	Вибір основного та допоміжного обладнання.....	43
4.4.1	Для циркуляційного насосу системи опалення.....	43
4.4.2	Для живильного насосу системи опалення.....	44
4.4.3	Для розширювального бака.....	45
4.5	Висновки за розділом 4.....	46
5	Охорона праці та пожежна безпека під час модернізації системи теплопостачання .....	47
5.1	Технічна характеристика обладнання .....	48
5.2	Перелік робіт і відповідальні виконавці.....	48
5.3	Характеристика умов праці.....	49
5.4	Виробниче освітлення .....	49
5.5	Визначення шкідливих чинників.....	49
5.6	Вибір відповідних заходів і засобів з обмеження шкідливих чинників.....	50
5.7	Організаційні заходи.....	50
5.8	Розрахунок одного з технічних заходів.....	50
5.9	Заходи з пожежетишіння.....	51
5.10	Висновки за розділом 5.....	51
	Висновки .....	52
	Перелік використаних джерел .....	53
	Додаток А .....	54

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

$\rho$  – густина теплоносія

$\delta$  – товщина

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу

$R$  – термічні опори

$U$  – коефіцієнт теплопередачі

$A$  – площа

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

$\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі

$\delta_i$  – товщина шару

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності шару

$K$  – коефіцієнт теплопередачі

$Q$  – втрати теплоти через огорожувальні конструкції

$F$  – площа огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$ ;

$R$  – опір теплопередачі ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт;

$t_{\text{вн}}$  – температура всередині приміщення,  $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$

$t_{\text{р.о.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки,  $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{C}$

$\beta$  – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат

$n$  – коефіцієнт який враховує зменшення розрахункової різниці температур

$H_{\text{ст}}$  – висота стіни

$H_{X,H}, H_{X,V}$  – теплопередача при нагріванні та охолодженні для кожної конструкції (Вт/К);

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta T$  – різниця між внутрішньою температурою та розрахунковою зовнішньою температурою для Києва тобто  $\Delta T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

$G_{\text{ст}}$  – витрата води через стояк

$a$  – коефіцієнт затікання, показує яка частка води йде через прилад системи з замикаючою ділянкою,

$c$  – теплоємність води.

$\dot{m}$  – витрата води в системі

$\Delta p_{\text{сист}}$  – гідравлічний опір системи опалення

$h_T$  – гідравлічний опір по трубі

$V$  – об'єм

### Скорочення

ОК – огороджувальні конструкції

ГВП – гаряче водопостачання

ДБН – державні будівельні норми

НПАОП – нормативно-правові акти з охорони праці

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Одним із пріоритетних напрямів підвищення енергоефективності вищих навчальних закладів є модернізація будівель та їх теплових пунктів, які мають значні тепловтрати через застарілі огорожувальні конструкції та інженерні мережі. 22 корпус Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського» є типовим прикладом такої будівлі, що експлуатується десятиліттями без належних енергозберігаючих заходів.

В умовах зростання попиту на енергоносії та необхідності скорочення викидів парникових газів, термомодернізація стає не лише економічно доцільною, а й критично важливою для забезпечення сталого розвитку закладу. Зниження теплових втрат, модернізація систем опалення, встановлення енергоефективних вікон та утеплення фасадів сприятимуть створенню комфортних умов для студентів і викладачів, а також значному зменшенню експлуатаційних витрат універс

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



години ранку до половини десятої години вечора.

У закладі освіти наявні 3 факультети НТУУ «КПІ»

Розрахункова загальна площа об'єкту складає 17300 м<sup>2</sup>, а розрахунковий загальний об'єм – 67500 м<sup>3</sup>. Якщо говорити про опалювальну площу та об'єм, то розрахункові значення цих параметрів становлять 17300 м<sup>2</sup> та 67500 м<sup>3</sup> відповідно. У закладі освіти знаходяться аудиторії, наукові лабораторії, 12 комп'ютерних класів, вбиральні, їдальня, спортивна зала, актова зала, архівні кабінети, комори і т.д.

Споруда налічує сім поверхів, розрахункова висота одного поверху становить 3,96 м. Підвал відсутній, на першому поверсі знаходяться усі комунікації тепlopостачання.

Система вентиляції - природна. Система ГВП відсутня. Розрахункова об'ємна витрата повітря – 48000 м<sup>3</sup>/год.

## 1.2 Кліматичні данні

Кліматичні умови для міста Київ, в якому розташований досліджуваний об'єкт, наступні:

- кліматична зона – II (друга);
- розрахункова температура – мінус -22 °С;
- середня опалювальна температура – 0,1 °С;
- кількість опалювальних днів – 176 днів.

Значення середньої температури повітря кожного місяця в місті Київ наведена у таблиці 1,1.

Таблиця 1,1 – Середня місячна температура повітря для Київ, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5

### 1.3 Висновки за розділом 1

Навчальний корпус №22 НТУУ «КПІ» введений в експлуатацію у 1974 році. Він забезпечує комфортне навчальне середовище для понад 1600 осіб. Загальна площа корпусу складає 17 300 м<sup>2</sup>, об'єм – 67 500 м<sup>3</sup>. Будівля має сім поверхів, природну вентиляцію та функціональну інфраструктуру. Кліматичні умови міста Київ, зокрема середньорічна температура та тривалість опалювального періоду, враховуються при розрахунках для подальшої модернізації систем енергозабезпечення.

## ТЕПЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі

У роботі буде застосовуватися методологія деталізованого підходу розрахунку на базі офіційної документації об'єкта..

Теплотехнічний розрахунок необхідний для того, щоб визначити теплові характеристики будівлі. Метою проведення даного розрахунку є визначення чи відповідають існуючі огорожувальні конструкції на об'єкті діючим нормам, і у разі невідповідності, підбір теплоізоляційного матеріалу та товщини для приведення показників відповідно до нормативів.

Отже, перед розрахунком необхідно уточнити всі шари, з яких складаються огорожувальні конструкції досліджуваного об'єкта (табл. 2.1). Варто зазначити, що густина та коефіцієнт теплопровідності матеріалів було взято з офіційної документації об'єкта.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики огорожувальних конструкцій

Конструкція	Матеріал
Зовнішні стіни	1) розчин цементно-піщаний $\delta = 10$ мм; $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,93$ Вт/(м·К); 2) керамічна цегла $\delta = 600$ мм; $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,81$ Вт/(м·К); 3) гіпс $\delta = 37$ мм; $\rho = 1000$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,35$ Вт/(м·К);

										ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
											14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Світлопрозорі конструкції	2) Дерев'яна рама (1 камери), склопакет 4-8-4 3) Металева рама (1 камери), склопакет 4-8-4
Суміщене покриття	1) матеріали бітумні $\delta = 25$ мм; $\rho = 1200$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,22$ Вт/(м·К); 2) цементна стяжка $\delta = 20$ мм; $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,93$ Вт/(м·К); 3) Жорсткі мінеральні плити $\delta = 80$ мм; $\rho = 400$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 0,096$ Вт/(м·К); 4) залізобетон $\delta = 50$ мм; $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> ; $\lambda = 2,24$ Вт/(м·К);

Після того, як попередня інформація була занесена у програму, було розраховано термічні опори та коефіцієнти теплопередачі існуючих огорожувальних конструкцій. Результати розрахунку зведені у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Термічні опори  $R_{\Sigma np}$  та коефіцієнти теплопередачі  $U$  існуючих ОК будівлі

Вид конструкції	A, м <sup>2</sup>	U, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	К-сть м <sup>2</sup> ·К/Вт
Стіни	10560	0,984	1,016
Світлопрозорі конструкції	2456,4	2,80	0,345
Двері	15	2,37	0,421
Суміщене покриття	2250	0,869	1,151

Отже, дивлячись на термічні опори існуючих огорожувальних конструкцій досліджуваного об'єкта, можемо констатувати, що жодна з ОК не відповідає нормативному значенню цього показника. Тому необхідно впроваджувати заходи, які допоможуть довести термічний опір до діючих на сьогоднішній день норм в Україні.

## 2.1.1 Зовнішні стіни

У таблиці 2.3 наведені загальні розміри зовнішніх стін по сторонам світу

Таблиця 2.3 – Загальні розміри зовнішніх стін по сторонам світу

Пн	Пд	Зх	Сх
$m^2$			
5700	5700	570	570

Назва		Тип конструкції	
Стіна		Стіна	
Призначення		Тип	
Конструкційно-теплоізоля		Вироби гіпсові	
λ, Вт/м·К		Товщина, мм	
0.35		13	
Змінити λ, Вт/м·К		R, м²К/Вт	
		0.037	
Призначення		Тип	
Матеріали конструкційні		Кладка цегляна з повноти.	
λ, Вт/м·К		Товщина, мм	
0.81		500	
Змінити λ, Вт/м·К		R, м²К/Вт	
		0.617	
Призначення		Тип	
Матеріали конструкційні		Розчини будівельні	
λ, Вт/м·К		Товщина, мм	
0.93		10	
Змінити λ, Вт/м·К		R, м²К/Вт	
		0.011	
<b>Додати шар</b>			
Коефіцієнт теплопередачі конструкції		Опір теплопередачі конструкції	
1.215		0.823	
Матеріал зовнішнього шару			
Цегла керамічна			

Таблиця 2.1 – Задання зовнішніх стін

У таблиці 2.1 приведено приклад задання зовнішніх стін.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

$$R_{3c.1} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.1)$$

де

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

$\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі,

$\delta_i$  – товщина шару,

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності шару.

$$R_{3,cm} = 0,823 \frac{M^2 \cdot K}{Вт}. \quad (2.2)$$

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

$$U_{3,cm} = \frac{1}{R_{3,cm}}, \quad (2.3)$$

Таким чином:

$$U_{3,cm} = \frac{1}{0,823} = 1,22 \frac{Вт}{M^2 \cdot K}. \quad (2.4)$$

Низький опір теплопередачі призводить до значних тепловтрат через стіни, особливо взимку, що помітно підвищує енергоспоживання будівлі. У таких умовах опалювальні системи змушені працювати з підвищеним навантаженням, аби забезпечити комфортну температуру в приміщеннях.

### 2.1.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції та двері

Розрахункова загальна площа вікон, які встановлені на об'єкті, із світлопрозорою частиною становить 3858 м<sup>2</sup>. На північній стороні 153 вікна. На південній стороні 155 вікон. Всього 308 вікон. У таблиці 2.4 вказана кількість і розміри світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівлі.

Було визначено три типи вікон: на першому поверсі – одинарне скління

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

(металева рама з вітринним склом), у сходовій клітині – подвійне скління в метало-парному переплетенні, а в інших вікнах – подвійне скління з дерев'яним переплетенням. На рисунку 2.2 вказана форма, яку потрібно заповнити для задання типу вікна у програмному комплексі E-Audit.

Коефіцієнт скління фасаду становить 0,23 оскільки загальна площа віконних блоків будівлі займає 23 % від загальної площі фасаду.

Під час візуального огляду світлопрозорих огорожувальних конструкцій, підтвердженого тепловізійним дослідженням, було виявлено значну кількість вікон, що потребують заміни або герметизації. Особливий акцент слід зробити на герметизації місць прилягання віконної рами до зовнішньої стіни.

Таблиця 2.4 – Таблиця кількості і розмірів світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівлі.

Кількість вікон	20	225	26	37
Розмір вікна	3x2,3	5x2,32	5x4,32	*інші (2,44x3,35

\* Взято середнє значення розміру інших вікон, кількість яких менше за 10

Редагування конструкції ×

Назва	Тип конструкції	
Вікна 2-7 поверх	Вікно	
Матеріал	Кількість частин	Товщина профілю, мм
Деревина хвойних порід (U=f(x))	1	68
Ширина профілю, мм	Тип склопакету	Дистанційна рамка
55	4-8-4(Повітря, к.емісії - 0.89) (U=3.1)	Алюміній або сталь

Таблиця 2.2 – Форма, яку потрібно заповнити для задання типу вікна

Є наявність двох типів зовнішніх дверей: центральний вхід оснащений металопластиковими дверима з тамбуром, а задній вхід має дерев'яні двері (рис. 2.3 та табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Тип дверей

Тип дверей	Розміри (ширина×висота)	Площа, м <sup>2</sup>
металопластикові з тамбуром та автодоводчиком	3,6×6	21,6
дерев'яні	0,9×2,5	2,25



Рисунок 2.3 – Відсутність пошкодження облицювання зовнішніх стін

### 2.1.3 Дах та підлога

Покрівля даху складається з шару гравію, трьох шарів руберойду на бітумній мастиці (товщиною 0,01 м), цементної стяжки (0,02 м), мінераловатної плити (0,08 м), пароізоляції та залізобетонної плити (0,05 м).

Існує необхідність оновлення ізоляційного покриття горищного поверху, оскільки за тривалий період експлуатації воно значною мірою втратило свої теплоізоляційні властивості. Загальний стан горища оцінюється як задовільний.

Як уже раніше зазначалось, заклад не має підвалу. В своєму складі підлога має шар кам'яної плитки товщиною 0,012м, цементної стяжки та шлакобетону, основою служить суцільна бетонна плита. У таблиці 2.4 приведено приклад задання даху.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 2.4 – Приклад задання даху

Назва		Тип конструкції	
Дах		Суміщене покриття	
×			
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Бетони конструкційні	Залізобетон (густиною $\rho_0=2500\text{кг/м}^3$ ) ( $\lambda=2.04$ )	
$\lambda$ , Вт/м·К	Змінити $\lambda$ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м <sup>2</sup> К/Вт
2.04		50	0.025
×			
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Матеріали покрівельні, гі,	Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізо	
$\lambda$ , Вт/м·К	Змінити $\lambda$ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м <sup>2</sup> К/Вт
0.22		10	0.045
×			
Призначення	Тип	Матеріал	
Матеріали конструкційні	Метали та скло		
$\lambda$ , Вт/м·К	Змінити $\lambda$ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м <sup>2</sup> К/Вт
0.93		20	0.022
×			
Призначення	Тип	Матеріал	
Теплоізоляційні матеріал	Вироби з природної органі	Блоки кремнезитоцементні (густиною $\rho_0=400\text{кг/м}^3$ ) ( $\lambda=0.0\epsilon$ )	
$\lambda$ , Вт/м·К	Змінити $\lambda$ , Вт/м·К	Товщина, мм	R, м <sup>2</sup> К/Вт
0.096		80	0.833
×			
Додати шар			
Коефіцієнт теплопередачі конструкції		Опір теплопередачі конструкції	
0.923		1.083	
Матеріал зовнішнього шару			
Захисний шар рулонної покрівлі зі світлого гравію			

## 2.4 Розрахунок геометричних та теплотехнічних показників даху та підлоги

Крівля даху в своєму складі має шар гравію та трьох шарів руберойду на бітумній мастиці, товщина 0,01 м; цементної стяжки, товщиною 0,02 м; мінераловатної плити, товщиною 0,08 м; пароізоляції; залізобетонної стіни, товщиною 0,05 м.

Візуальний огляд підтвердив необхідність поновлення ізоляційного покриття горищного поверху. Він втратив більшу частину своїх теплоізоляційних властивостей за значний період експлуатації. Загалом стан горища задовільний.

Данні по показниках опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі є у таблиці 2.6.

Будівля не має підвалу. В своєму складі підлога має шар кам'яної плитки товщиною 0,012м, цементної стяжки та шлакобетону, основою служить суцільна бетонна плита.

Для визначення опору теплопередачі цокольного поверху розділимо його на зони паралельні зовнішнім стінам як представлено на рисунку 2.1. Кожна зона

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має ширину  $f = 2$  м, а площа підлоги, що прилягає до кутів першої зони, враховується двічі.

Таблиця 2.6 – Зведені показники опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі навчального корпусу №22

Огородження	Коефіцієнт теплопередачі	Термічний опір
	$K, \text{Вт} \cdot (\text{м}^2 \cdot \text{С})$	$R, \text{м}^2 \cdot \left(\frac{\text{С}}{\text{Вт}}\right)$
Зовн. Стіни 2-8 поверх	1,251	0,799
Зовн. Стіни 1 поверх	0,813	1,23
Підлога	0,718	2,15
Дах	0,728	1,374
Двері	2,326	0,43
Вікна (металопластик)	2,94	0,34
Вікна (Дерево)	3,23	0,31
Скло першого поверху	3,23	0,31

Втрати теплоти, Вт, через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою:

$$Q = F \cdot \frac{1}{R} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \quad (2.5)$$

де

$F$  – площа огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$ ;

$R$  – опір теплопередачі  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ;

$t_{\text{вн.}}$  – температура всередині приміщення,  $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{С}$

$t_{\text{р.о.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки,  $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{С}$  для першої температурної зони, в якій знаходиться місто Київ;

$\beta$  – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат

$n$  – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря.

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції розраховано та наведено в таблиці 2.7.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 2.7 – Втрати теплоти через огорожувальні конструкції.

	Площа (м <sup>2</sup> )	K	n	$1 + \sum \beta$	Q (Вт)
Стіни	5482	1,251	1	1,1	508,292
Підлога	1055,8	0,572	0,6	-	453,558
Дах	1055,8	0,728	0,9	-	39736,54
Двері	23,85	2,326	1	1,1	2440,465
Вікна	3858	3	1	1,1	707,194
				Сума	1268,486

### 2.5 Розрахунок теплового навантаження на середньостатистичну аудиторію

Щоб не проводити розрахунки конкретної аудиторії яка слабо давала б уявлення про ситуацію в інших аудиторіях, буде проведено «усереднення» аудиторії.

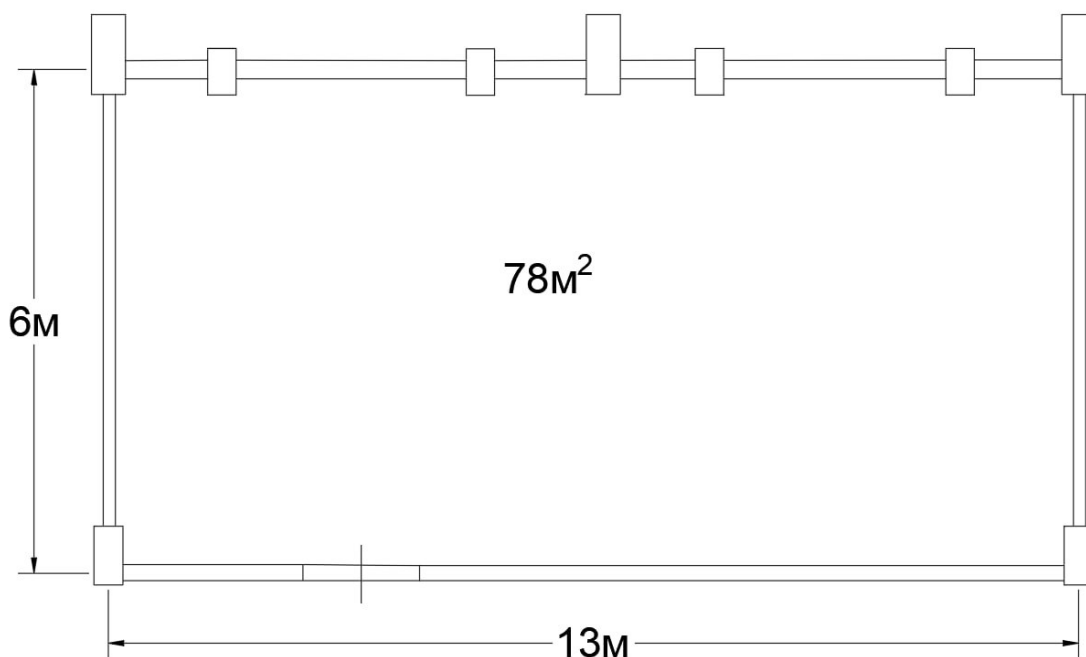


Рисунок 2.5 – Приклад середньостатистичної аудиторії

Середньостатистична аудиторія має наступні характеристики:

Зовнішні розміри огороження

$$a_1 = 6\text{м};$$

$$b_1 = 13\text{м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 3,96\text{м}.$$

Розрахункова різниця температур:  $\Delta t = 25^\circ\text{C}$ .

Площа поверхні ділянки огороження:

$$F_1 = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 6 \cdot 3,96 = 23,76\text{м}^2.$$

$$F_2 = b_1 \cdot H_{\text{ст}} = 13 \cdot 3,96 = 51,48\text{м}^2$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_1 \cdot b_1 = 6 \cdot 13 = 78\text{м}^2.$$

Враховуючи те, що лише одна стіна цієї кімнати є зовнішньою, маємо (табл. 2.8):

Таблиця 2.8 – Результати теплового навантаження приміщення.

Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, $F_i$ , м	Розрахункова різниця температур, $\Delta t_i$ , $^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі, $K_i$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	теплові втрати, $Q$ , $\text{Вт}$
$b_1 \cdot H_{\text{ст}}$	51,48	40	1,215	3001

Розрахуємо втрати з повітрообміном:

$$Q_{\text{вент}} = c_p \cdot \rho \cdot V \cdot n \cdot \Delta t \quad (2.6)$$

де

$c_p$  — питома теплоємність повітря, приблизно **1005 Дж/(кг·°C)**

$\rho$  — густина повітря, приблизно **1,2 кг/м<sup>3</sup>**

$n$  — кратність повітрообміну (раз/год) (наприклад 0,5 для природної

вентиляції)

$$Q_{\text{вент}} = 0,34 \cdot 370,5 \cdot 0,5 \cdot 25 = 2519,4 \text{ Вт}$$

Сумарні втрати:

$$Q_{\text{сум}} = Q + Q_{\text{вент}} = 3001 + 2519,4 = 5520,4 \text{ Вт} \quad (2.7)$$

## 2.6 Розрахунок теплового навантаження на опалення

Розрахункове теплове навантаження на опалення визначається за формулою:

$$Q_{\text{оп}} = \sum (H_{X,H} + H_{X,V}) \times \Delta T \quad (2.8)$$

де:

- $H_{X,H}, H_{X,V}$  — теплопередача при нагріванні та охолодженні для кожної конструкції (Вт/К);
- $\Delta T$  — різниця між внутрішньою температурою (наприклад,  $+20^\circ\text{C}$ ) та розрахунковою зовнішньою температурою для Києва (наприклад,  $-20^\circ\text{C}$ ), тобто  $\Delta T=25^\circ\text{C}$ .

Характеристики теплопередачі трансмісією

Вид конструкції	A, м <sup>2</sup>	U, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R <sub>зпр</sub> , м <sup>2</sup> ·К/Вт	H <sub>х,н</sub> , Вт/К	H <sub>х,с</sub> , Вт/К
Стіни	8906.36	1.21	0.82	10813.94	10813.94
Світлопрозорі конструкції	3612.04	2.99	0.34	10799.93	10799.93
Двері	21.6	2.37	0.42	30.75	0.0
Суміщене покриття	2250.0	0.87	1.15	1954.13	1954.13
Усього	14790.0			23598.75	23568.0

Таблиця 2.6 – Характеристика теплопередачі трансмісією

Використовуючи дані з таблиці 2.6 отримаємо:

$$Q_{\text{оп}} = ((10813,94) + (10799,93 + 10799,93) + (30,75 + 0) + (1954,13 + 1954,13)) \times 25 \approx 1,38 \text{ МВт}$$

Як ми можемо бачити, як і розрахунок за допомогою E аудиту, так і розрахунок за допомогою формул дають схоже значення з контрольним значенням сумарного розрахунку всіх кімнат корпусу в Додатку А.

## 2.7 Розрахунок середнього теплового навантаження

Середнє теплове навантаження протягом опалювального періоду можна визначити за допомогою коефіцієнта використання максимального навантаження  $K$ , який залежить від типу будівлі та кліматичних умов. Для Києва можна прийняти  $K=0,3-0,5$ ,

Розрахункове значення  $Q_{оп}$  візьмемо з Додатку А.

$$Q_{сер} = Q_{оп} \times K = 1,366 \text{ МВт} \times 0,4 = 0,5464 \text{ МВт} \quad (2.9)$$

## 2.8 Розрахунок річного споживання теплової енергії

Річне споживання теплової енергії на опалення можна розрахувати за формулою:

$$Q_{річне} = Q_{сер} \times t_{оп} \quad (2.10)$$

$t_{оп}$  — тривалість опалювального періоду в годинах. Для Києва опалювальний сезон триває приблизно 180 діб, тобто  $180 \times 24 = 4320$  годин.

$$Q_{річне} = 0,5464 \text{ МВт} \times 4320 \text{ год} = 2360,44 \text{ МВт/год}$$

## 2.9 Розрахунок питомого енергоспоживання

Було виконано розрахунок питомого енергоспоживання будівлі. Для цього попередньо ураховані всі необхідні дані, зокрема розміри будівлі, характеристики внутрішньої та зовнішньої температури, кількість людей у приміщенні, а також наявне обладнання.

Крім того, було враховано інші важливі параметри, такі як тип будівельних матеріалів, рівень теплоізоляції, розташування вікон і дверей, а також особливості використання приміщень. У таблицях 2.7–2.8 наведено приклад процесу введення даних.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.7 – Приклад задання фасаду будівлі

Фасад # 1 - пн S=5700.00, S стін=3874.09, S вікон=1804.31, S дверей=21.60  
Стіна

Орієнтація: пн | Тип стіни: Стіна (U=1.214) | Кут затінення: 40 | Висота: 38 | Ширина: 150

Некондиціонований об.

Теплопровідні включення  | Корируюча поправка

Конструкція	Елемент	Завіси	Засклений балкон/лоджія/Тамбур	H	W	Q	S	U
Вікна 2-7 поверх	Вікно	Білі завіси щільні	<input type="checkbox"/>	2.32	5	112	1299.20	2.90
Вхідні двері	Двері	Білі завіси щільні	<input checked="" type="checkbox"/>	6	3.6	1	21.60	2.37
Вікно 1 поверх	Вікно	Білі завіси щільні	<input type="checkbox"/>	2.3	3	10	69.00	4.43
Вікна останній поверх	Вікно	Білі завіси щільні	<input type="checkbox"/>	4.32	5	13	280.80	3.05
Інші вікна	Вікно	Білі завіси щільні	<input type="checkbox"/>	3.35	2.44	19	155.31	3.04

Таблиця 2.8 – Приклад задання загальних даних до розрахунку

Загальні дані (внесення та редагування)

Загальна площа	Загальний об'єм	Опалювальна площа	Опалювальний об'єм
16632.00	77925.00	16810.00	77925.00
Поверхи	Кількість входів	Кількість Дітей	Кількість Дорослих
8	3	0	1634
Рік	Формат виведення року		
1974	YYYY. Проект, капітальний рем		

Фактичний опалювальний період

Рік періоду	Початок	Кінець
2023	15.10	15.04

Це охоплює такі параметри, як тип і ефективність джерела тепла, тепловий режим приміщення та специфічні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції. Усі ці дані є важливими для точного розрахунку енергоефективності будівлі.

Таблиця 2.9 – Параметри системи опалення навчального закладу

**Система опалення** ^

---

<b>% опалювальної площі</b>	<b>Тип джерела</b>	<b>Ефективність джерела, %</b>
100	Централізоване ▾	97
<b>Енергоносієй/послуга</b>	<b>Джерело теплозабезпечення</b>	
Централізоване теплопостачання ▾	Централізоване теплопостачання з тепловими пунктами квартирного типу ▾	
<b>Тепловий режим приміщення</b>	<b>Ефективність нагрівальних поверхонь</b>	
Постійний тепловий режим ▾	Вільнообітні нагрівальні поверхні (радіатори) ▾	
<b>Регулювання температури приміщення</b>	<b>Температурний напір (за температури повітря 20 °С)</b>	
Відсутнє ▾	60 К (наприклад, 90/70) ▾	
<b>Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження</b>	<b>Впливовий фактор</b>	
Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни ▾	вікно без радіаційного захисту ▾	
<b>Тип системи</b>	<b>Впливовий фактор</b>	
Однотрубна (постійний гідравлічний) ▾	Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (гориз) ▾	

Опалення будівлі забезпечуватиметься від Київської тепломережі №4, Постачання гарячої води здійснюється відповідно до договору на постачання теплової енергії №910610 від 01.05.1999 р. Джерелом тепла для системи опалення є міська тепла мережа, підключена до вхідного клапана будівлі через трубопровід ДУ 100 завдовжки 8 метрів.

Розрахунок споживання теплової енергії здійснюється на основі наявних теплових точок будівлі, розташованих з правого боку на першому поверсі. У теплових насосах передбачено встановлення манометрів, термометрів та інших засобів обліку. Розрахунковий температурний режим подачі теплоносія становить  $T_1/T_2 = 95/70$  °С.

У будівлі вентиляція відбувається природним способом, зумовленим нещільностями у віконних конструкціях, вентиляційними каналами, інтегрованими в будівлю, а також періодичним провітрюванням приміщень через відкривання вікон.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк. 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'ємна витрата повітря, м³/год.: 39741.750, Кратність: 0.510

Витрата повітря згідно ДБН В.2.5-67:2013, м³/год.: 83538, Кратність: 1.072

Кратність інфільтрацією

0.01

Природна вентиляція

кратність

0.5

об'ємна витрата повітря, м³/год.

нічне

охолодження



Таблиця 2.10 – Параметри системи вентиляції

У результаті внесення даних було проведено комплексний аналіз енергоспоживання будівлі, розраховано питомі показники споживання енергії та визначено клас енергоефективності. У таблицях 2.11-2.16 позначені характеристики огорожувальних конструкцій.

Сумарна теплопередача через трансмісію визначається за формулою:

$$Q_{tr} = H_{tr}(\theta_{int.set.H} - \theta_C)\tau, \quad (2.11)$$

де

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

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

$\theta_C$  – середньомісячна зовнішня температура;

$\tau$  – тривалість місяця.

Сумарна теплопередача через вентиляцію обчислюється за формулою:

$$Q_{ve} = H_{ve}(\theta_{int.set.H,z} - \theta_e)\tau, \quad (2.12)$$

де

$H_{ve}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі через вентиляцію;

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

$\theta_C$  – середньомісячна зовнішня температура;

$\tau$  – тривалість місяця.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 2.11 – Сумарна теплопередача трансмісією для опалення

Сумарна теплопередача трансмісією (для опалення)



Місяць року	$\theta_{с}$ , °C	Кількість днів	Тривалість роботи системи опалення, год	Тривалість скидання, год	$Q_{тр}$ без скидання, кВт·год	$Q_{тр}$ зі скиданням, кВт·год	$Q_{тр}$ , кВт·год
1	-4.7	31	464.0	280.0	270460.59	163208.98	433669.56
2	-3.6	28	448.0	224.0	249504.9	124752.45	374257.34
3	1.0	31	480.0	264.0	215220.63	118371.35	333591.97
4	9.0	11	160.0	104.0	41533.81	26996.97	68530.78
5	-	-	-	-	0	0	0
6	-	-	-	-	0	0	0
7	-	-	-	-	0	0	0
8	-	-	-	-	0	0	0
9	-	-	-	-	0	0	0
10	8.1	16	240.0	144.0	67398.04	40438.82	107836.86
11	1.9	30	480.0	240.0	205025.97	102512.98	307538.95
12	-2.5	31	480.0	264.0	254866.53	140176.59	395043.13
Усього					1304010.45	716458.14	2020468.59

Таблиця 2.12 – Сумарна теплопередача вентиляцією для опалення

Сумарна теплопередача вентиляцією (для опалення)



Місяць року	$\theta_{с}$ , °C	Кількість днів	$Q_{інфільтрації}$ , кВт·год	$Q_{природної}$ , кВт·год	$Q_{механічної}$ , кВт·год	$Q$ , кВт·год
1	-4.7	31	4725.64	144411.5	0	149137.14
2	-3.6	28	4078.23	133222.28	0	137300.51
3	1.0	31	3635.11	114916.31	0	118551.42
4	9.0	11	746.77	22176.83	0	22923.6
5	-	-	0	0	0	0
6	-	-	0	0	0	0
7	-	-	0	0	0	0
8	-	-	0	0	0	0
9	-	-	0	0	0	0
10	8.1	16	1175.08	35986.95	0	37162.03
11	1.9	30	3351.21	109472.91	0	112824.12
12	-2.5	31	4304.73	136085.1	0	140389.84
Усього			22016.78	696271.87	0	718288.65

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

29

Таблиця 2.13 – Розрахунок елементів сонячних надходжень до огороджувальних конструкцій

Елементи сонячних теплонадходжень

^ / ✕

Місяць року	Кількість днів	$\Phi_{\text{засклені елементи, Вт}}$	$\Phi_{\text{стіни, Вт}}$	$\Phi_{\text{дах, Вт}}$	$\Phi_{\text{сол, Вт}}$	$Q_{\text{сол, кВт-год}}$
1	31	36679.1	-6678.82	-2642.67	27357.62	20354.07
2	28	57331.39	-3646.37	-1167.99	52517.03	35291.45
3	31	77983.68	-411.24	1125.97	78698.42	58551.62
4	30	83039.24	670.33	3747.64	87457.2	62969.18
5	31	104758.08	4153.0	7133.95	116045.04	86337.51
6	30	112859.11	5466.98	8062.46	126388.56	90999.76
7	31	107421.84	4752.45	7625.52	119799.81	89131.06
8	31	89616.53	2078.98	5713.89	97409.39	72472.59
9	30	77382.61	-237.57	2709.89	79854.94	57495.55
10	31	54503.08	-3984.19	-512.57	50006.33	37204.71
11	30	29496.49	-7708.25	-2697.29	19090.95	13745.48
12	31	25572.26	-8271.72	-3188.85	14111.69	10499.09
Усього	365	856643.42	-13816.41	25909.95	868736.96	635052.07

Таблиця 2.14 – Розрахунок внутрішніх теплонадходжень до будівлі

Внутрішні теплонадходження

^ / ✕

Місяць року	$Q_{\text{людей, кВт-год}}$	$Q_{\text{освітлення, кВт-год}}$	$Q_{\text{обладнання, кВт-год}}$	$Q_{\text{утилізовані від ГВП, кВт-год}}$	$Q_{\text{інт, кВт-год}}$
1	24374.5	24374.5	20892.43	0	69641.43
2	23534.0	23534.0	20172.0	0	67240.0
3	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
4	24374.5	24374.5	20892.43	0	69641.43
5	24374.5	24374.5	20892.43	0	69641.43
6	23534.0	23534.0	20172.0	0	67240.0
7	26055.5	26055.5	22333.29	0	74444.29
8	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
9	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
10	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
11	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
12	25215.0	25215.0	21612.86	0	72042.86
Усього	297537.0	297537.0	255031.71	0	850105.71

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

30

Таблиця 2.15 – Розрахунок на потреби опалення будівлі

Енергопотреба для опалення



Місяць року	$Q_{H,ht}$ , кВт·год	$Q_{H,gn}$ , кВт·год	$\eta_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ , кВт·год
1	582806.7	89995.49	0.15	1.0	492876.55
2	511557.85	102531.45	0.2	1.0	409215.09
3	452143.39	130594.48	0.29	0.99	322401.25
4	91454.38	48623.89	0.53	0.95	45029.58
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	144998.9	56385.84	0.39	0.98	89594.33
11	420363.07	85788.34	0.2	1.0	334742.99
12	535432.96	82541.95	0.15	1.0	452950.58
Усього					2146810.37

Таблиця 2.16 – Розрахунок енергоспоживання опалення

Енергоспоживання при опаленні



Місяць року	$Q_{H,em,ls}$ , кВт·год	$Q_{H,em,in}$ , кВт·год	$Q_{H,dis,ls, nrvd}$ , кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$ , кВт·год	$Q_{H,user}$ , кВт·год	$W_{dis, aux}$ , кВт·год
1	197470.99	690347.53	0	21350.95	711698.49	0
2	163952.03	573167.12	0	17726.82	590893.94	0
3	129170.06	451571.32	0	13966.12	465537.44	0
4	18041.1	63070.68	0	1950.64	65021.32	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	35895.97	125490.3	0	3881.14	129371.44	0
11	134114.78	468857.76	0	14500.76	483358.52	0
12	181474.65	634425.23	0	19621.4	654046.63	0
Усього	860119.57	3006929.94	0	92997.83	3099927.78	0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

31

## 2.10 Висновки до розділу 2

За результатами детального розрахунку термічних опор і коефіцієнтів теплопередачі існуючих ОК встановлено, що всі вони не відповідають сучасним нормативам. Це призводить до значних тепловтрат і потребує впровадження термомодернізаційних заходів.

На основі розрахунків питомого енергоспоживання було визначено клас енергоефективності будівлі, який вказує на низький рівень теплоізоляції та потребу в енергоефективних заходах.

Отримані показники (високі U-коефіцієнти, значне річне споживання енергії) чітко демонструють доцільність утеплення зовнішніх стін, заміни світлопрозорих конструкцій, утеплення покрівлі й підлоги та модернізації внутрішньобудинкової системи опалення для зниження теплових втрат і експлуатаційних витрат.

## 3 ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ

### 3.1 Загальний аналіз фактичного споживання енергії на об'єкті

#### Теплопостачання:

Опалення будівлі здійснюється від Київської тепломережі №4. Джерелом тепла для системи опалення виступає міська тепла мережа, підключення до якої відбувається через ділянку довжиною 8 метрів до вхідного клапана корпусу діаметром 100 мм. Тепловий пункт не має систем регулювання параметрів, вузлів обліку та автоматизації, має елеваторний вузол підключення. На етапі проектування було передбачене ГВП, але пізніше від нього відмовились. Вентиляція природна, але в перспективі є змога впровадити механічну. Температурний режим роботи теплоносія визначений як 150/70 °С.

Основою модернізації в навчальному корпусі – реконструкція системи опалення: замість залежної схеми пропонується запровадити незалежну, а також оновити теплові пункти. Метою модернізації є забезпечення

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

можливості регулювання споживання теплової енергії шляхом від'єднання внутрішньої системи опалення від центральної тепломережі за допомогою пластинчастих теплообмінників. Проект модернізації передбачає такі технічні параметри теплостанції:

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції – 1366кВт

Характеристики теплоносія з боку джерела тепла:

- температура на вході — 110 °С;
- температура на виході — 70 °С.

Параметри нагрітого теплоносія для внутрішньої системи:

- температура подачі — 65 °С;
- температура зворотного потоку — 95 °С.

Тиск на вході до теплового пункту:

- у подаючому трубопроводі — 8 кгс;
- у зворотному трубопроводі — 5 кгс.

У процесі оновлення системи опалення буде здійснено перехід від залежної схеми до незалежної однетрубною радіаторної мережі гарячого водопостачання з верхнім підключенням. Для вирівнювання тиску між стояками та забезпечення рівномірного розподілу теплоносія буде встановлено регулювальні клапани, що дозволяють змінювати гідравлічний опір окремих ділянок. На кожному стояку внизу встановлюються клапани, що дозволяють регулювати подачу теплоносія, а на радіаторах змонтовано термостатичні головки виробництва DANFOSS (модель RTD 1320) із фіксацією температурного режиму.

Після реконструкції у вузлі теплопостачання з'явиться додатковий теплообмінник, що забезпечує розділення між центральною системою і внутрішньою мережею будівлі. Підключення тепломережі до модулів здійснюється через першу камеру теплового пункту за допомогою трубопроводів, прокладених у лотках. Перед теплообмінником (первинний контур) встановлений головний вузол обліку, а на лінії до повітряної завіси –

										ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							33

вторинний. Для обмеження подачі теплоносія до 13038 кг/год встановлена дросельна шайба, а також запірна арматура, що дозволяє ізолювати систему.

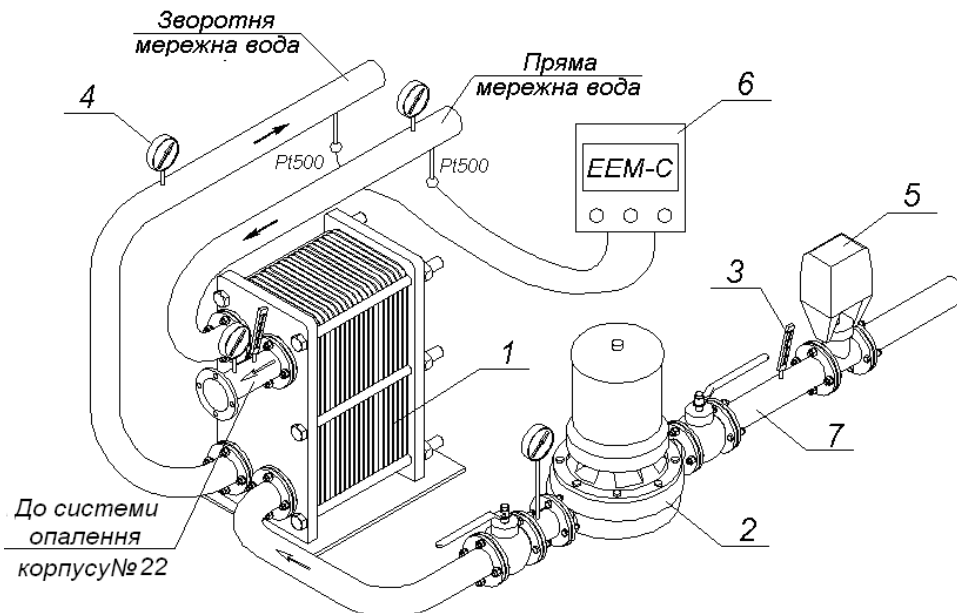
З метою захисту від забруднень у трубопроводі встановлено сітчастий фільтр великого діаметра (100 мм). Внутрішня циркуляція теплоносія забезпечується комбінованим насосом Danfoss Inline LMD 80-160/173 із приводом AMV 523, потужністю 25 м<sup>3</sup>/год. Регулювання швидкості насоса здійснюється через спеціальний електронний блок, який керується аналоговим сигналом від електромагнітного витратоміра. Для запобігання засміченню також встановлено фільтр грубого очищення та запірний клапан. Щоб стабілізувати тиск у прямому та зворотному трубопроводах, застосовано регулятори тиску Danfoss AFP.

Теплообмінник пластинчастого типу Alfa Laval M10-MFG (рисунок 3.1) (позначений на 1) з'єднує центральну систему з внутрішнім контуром опалення через трубопроводи з фланцями, штуцерами тощо (як на рисунку 3.2). Встановлений манометр (позначений як 4) дозволяє контролювати тиск

у магістралі першого контуру, а також фіксувати температурні показники, обсяг теплоносія та споживання теплової енергії. Для обліку використовується теплотічильник SONOCAL 3000, який включає ультразвуковий витратомір ЕЕМ-С і пару температурних датчиків типу Pt 500,

У другому контурі (зі сторони холодного теплоносія) встановлені манометри для фіксації тиску та спиртові термометри (позначені як 3), які контролюють температуру у ключових точках прямого і зворотного трубопроводів. Також встановлено електромагнітний витратомір MAGFLO 3100 (5) з електроприводом AMV 523, який забезпечує вимірювання об'єму теплоносія у зворотній лінії. Швидкість роботи насоса коригується за допомогою спеціального електронного керуючого модуля.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 - пластинчастий теплообмінник Alfa Laval; 2 - відцентровий насос;  
 3 - термометр; 4 - манометр; 5 - електромагнітний витратомір;  
 6 - тепловий лічильник SONOCAL 3000; 7 - з'єднувальні трубопроводи

Рисунок 3.1 – Теплопункт

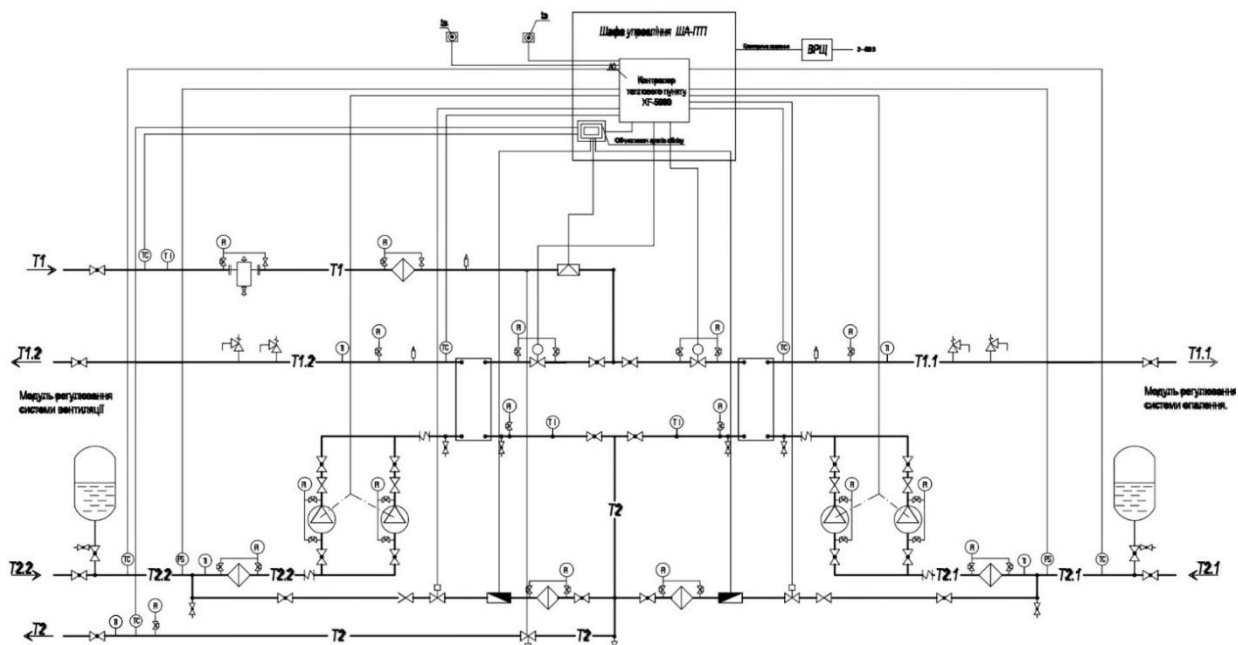


Рисунок 3.2 – Схема індивідуального теплового пункту (модулі опалення та приклад потенційного встановлення вентиляції) на базі регулятора перепаду тиску та регулятора температури

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Вибір приладу проводиться по стандартній тепловій потужності  $Q_p$ , яка визначається і може бути задана виробником по температурному перепаду  $\Delta t_p$ , який різниться для різних стандартів: DIN 4704, EN 442, Наприклад, для DIN 4704 - це температури на вході  $t_1$ , виході  $t_2$  та повітря  $t_{пов}$  відповідно 90/70/20°, для EN 442 - 75/65/20°, для НИИСТ -  $\Delta t_p = 70^\circ$ .

Вибір радіатора по тепловій потужності  $Q_p$  проводиться перерахунком на значення теплової потужності  $Q_{при}$ , яка враховує вистигання води в стояках при проектному перепаді температури води в радіаторі у місці встановлення,  $t_{1i}$ ,  $t_{2i}$

$$Q_{при} = Q_p \left[ \frac{\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{пов}}{70} \right]^{1,3} \quad (3.2)$$

де

$t_{2i}$  визначається співвідношенням

$$Q_{при} = G_{при} c (t_{1i} - t_{2i}) \quad (3.3)$$

В проекті розглянуто умови використання системи тепlopостачання будівлі в результаті збільшення опору теплопередачі оболонки будівлі. При зменшенні теплового навантаження на систему опалення і незмінному гідравлічному режимі показано, що використання запропонованої системи опалення можливе при пониженому температурному графіку опалення.

Якщо при незмінній витраті води в системі опалення  $G_o$  розрахункова потреба на опалення будівлі  $Q_o = G_o c (t_{п} - t_3)$  зменшується до  $Q_{o1}$ , то це дозволяє зменшити загальний перепад температури системи опалення. Нові значення температур подавальної  $t_{п1}$  та зворотної  $t_{з1}$  гілок визначаються із системи рівнянь

$$Q_{o1} = G_o c (t_{п1} - t_{з1}),$$

$$Q_{o1} = Q_o \left[ \frac{\frac{t_{п1} + t_{з1}}{2} - t_{пов}}{\frac{t_{п} + t_3}{2} - t_{пов}} \right]^{1,3} \quad (3.4)$$

Останнє рівняння в загальному вигляді враховує зміну теплової потужності приладів системи опалення при зміні умов теплопередачі від поверхні радіаторів до повітря.

При зменшенні розрахункової потужності системи опалення з 1,3 МВт до 0,9 МВт можливий перехід системи опалення з температурного графіка 95/70 на 65/48.

### 3.3 Влаштування теплоізоляції зовнішніх стін

Зовнішні стіни будівлі закладу виконані з цегли товщиною 0,5 м. Стіни оштукатурені.

Середній коефіцієнт опору теплопередачі стін  $R(\text{середнє}) = 1,016 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  ( $U=0,984 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ) не відповідає нормативному коефіцієнту опору теплопередачі  $R = 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  ( $U=0,3 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ). Нормативний коефіцієнт опору теплопередачі для II температурної зони визначено відповідно до ДБН В.2,6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

#### Опис заходу:

Для покращення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій необхідно виконати додаткову теплову ізоляцію зовнішніх стін, що дозволить зменшити наднормові втрати тепла та покращити зовнішній вигляд будівлі. В якості утеплювача пропонується використати спіненого пінополістиролу товщиною 100 мм з щільністю 15 кг/м<sup>3</sup> та коефіцієнтом теплопровідності 0,055 Вт/(м·°C). Технологія виконання роботи по утепленню фасаду запропонована як скріплена ізоляція.

Утеплення фасаду необхідно здійснювати згідно вимог ДБН В.2,6-33 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією».

До початку виконання проектних робіт по утепленню стін необхідно провести обстеження технічного стану будівельних конструкцій закладу та виготовити відповідний Звіт з висновками про результати обстеження. На вказані у Звіті заходи розробити проект відновлення несучої здатності

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

огороджувальних конструкцій та виконати відповідні ремонтні роботи, передбачені Звітом.

### 3.4 Заміна світлопрозорих конструкцій

Вікна в будівлі закладу на 2-8 поверсі повністю дерев'яні, на першому ж металеві. В існуючих вікнах з дерев'яними рамами спостерігаються нещільності (між віконною коробкою і рамою). Що призводить до ще більших втрат тепла. Роботи по встановленню металопластикових вікон не проводились.

Середнє значення коефіцієнту опору теплопередачі  $R = 0,345 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  ( $U=2,9 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ), що не відповідає нормативному коефіцієнту опору теплопередачі  $R = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  ( $U=1,33 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ).

Нормативний коефіцієнт теплопередачі визначено відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

#### Опис заходу:

В рамках заходу пропонується виконати заміну дерев'яних та металопластикових (із ненормативним коефіцієнтом опору теплопередачі) вікон на нові, що дозволить зменшити наднормові втрати тепла. Пропонуємо заміну вікон на 3-х камерні склопакети з товщиною профілю не менше 70 мм з зовнішнім енергозберігаючим склом. Опір теплопередачі вікон повинен становити не менше  $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

В разі відсутності необхідних обсягів коштів для повної заміни дерев'яних та металопластикових вікон, що не відповідають нормативному коефіцієнту опору теплопередач, пропонується заміна лише дерев'яних вікон. Разом з тим, у подальшому необхідно розглянути можливість заміни склопакетів на енергоефективні у металопластикових вікнах, що не відповідають ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення роботи існуючої системи самоплинної витяжної вентиляції в конструкції вікон необхідно передбачити режим мікропрівітрювання.

### 3.5 Влаштування теплогідроізоляції суміщеного покриття

Згідно з результати теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій корпусу було виявлено, що приведений опір теплопередачі перекриттів не відповідає мінімальним вимогам.

#### Опис заходу:

Для того, щоб зменшити кількість понаднормових втрат теплоти через наше суміщене перекриття, в рамках даного заходу пропонується виконати утеплення перекриття шаром утеплювача.

В якості утеплювача для перекриття було обрано жорсткий пінополіуретан густиною  $\rho = 60 \text{ кг/м}^3$  та коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda = 0,041 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Необхідна товщина також була вибрана за допомогою підбору та має становити 100 мм, щоб задовольнити діючі норми.

### 3.6 Ефект від впровадження запропонованих заходів

Як уже зазначено раніше, в програмі були враховані дані. Після чого можна побачити основні результати розрахунків.

Варто приділити окремо увагу до опорів теплопередачі та розподілу втрат тепла через огорожувальні конструкції корпусу після впровадження усіх запропонованих заходів з енергозбереження. Основні показники цього розрахунку наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники розрахунку

Вид конструкції	A, м <sup>2</sup>	U, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R <sub>Σпр</sub> , м <sup>2</sup> ·К/Вт
Стіни	10560	0,353	2,834
Світлопрозорі кон- струкції	2456,4	1,265	0,79
Двері	45	2,37	0,421
Суміщене покриття	2250	0,869	3,590



### 3.7 Розрахунок теплового навантаження на опалення після теплодернізації

Використовуючи дані з таблиці отримаємо:

$$Q_{оп} = (2874,34 + 7473,38 + 21,36 + 964,17 + 2874,34 + 7473,38 + 0 + 964,17) \times 42 = 893094,96 \approx 0,893 \text{ МВт}$$

Вид конструкції	A, м²	U, Вт/(м²·К)	R <sub>Σпр</sub> , м²·К/Вт	H <sub>х,н</sub> , Вт/К	H <sub>х,с</sub> , Вт/К
Стіни	8088.6	0.27	2.4	3374.34	3374.34
Світлопрозорі конструкції	2456.4	3.04	0.33	7473.38	7473.38
Двері	15.0	2.37	0.42	21.36	0.0
Суміщене покриття	2250.0	0.28	2.33	964.17	964.17
Усього	12810.0			11833.24	11811.88

Таблиця 3.6 – Характеристика теплопередачі трансмісією

### 3.8 Розрахунок середнього теплового навантаження

Середнє теплове навантаження протягом опалювального періоду можна визначити за допомогою коефіцієнта використання максимального навантаження K, який залежить від типу будівлі та кліматичних умов. Для Києва можна прийняти K=0,3-0,5.

$$Q_{сер} = Q_{оп} \times K = 0,893 \times 0,4 = 0,3572 \text{ МВт} \quad (3.5)$$

### 3.9 Розрахунок річного споживання теплової енергії

Річне споживання теплової енергії на опалення можна розрахувати за формулою:

$$Q_{річне} = Q_{сер} \times t_{оп} \quad (3.6)$$

$t_{оп}$  — тривалість опалювального періоду в годинах. Для Києва опалювальний сезон триває приблизно 180 діб, тобто  $180 \times 24 = 4320$  годин.

$$Q_{річне} = 0,3572 \times 4320 = 1543 \text{ МВт/год}$$

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

### 3.10 Висновки за розділом 3

Проведені заходи з від'єднання внутрішньої системи опалення та встановлення сучасних теплообмінників створили основу для незалежного й гнучкого регулювання параметрів тепlopостачання.

Заміна застарілих радіаторів і конвекторів на прилади нового покоління сприяла зменшенню витрат теплоносія та вирівнюванню температури в приміщеннях.

Утеплення огорожувальних конструкцій та заміна віконних блоків на високоефективні склопакети значно знизили тепловтрати крізь стіни та світлопрозорі поверхні.

Комплексне утеплення покрівлі й перекриття над підвалом забезпечило додатковий бар'єр проти виходу тепла з будівлі.

Впровадження всіх перелічених заходів виявилось ефективним з точки зору підвищення комфорту в приміщеннях та зниження споживання теплової енергії.

Реалізація термомодернізації виявила економічну доцільність за рахунок зниження експлуатаційних витрат та підвищення енергоефективності будівлі.

Надалі доцільно впровадити автоматизовану систему контролю та обліку теплової енергії, а також розглянути можливості рекуперації тепла в системі вентиляції.

## 4 ПРОЄКТНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

### 4.1 Розрахунок пікового теплового навантаження

Розрахуємо систему опалення за наступними характеристиками:

$$Q_{\text{оп}} = 0,893 \text{ МВт}$$

$$c_p = 4,186 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), \quad \Delta T = 110 - 70 = 40^\circ\text{C}$$

### 4.2 Витрата води в системі

$$\dot{m} = \frac{Q_{\text{оп}}}{c_p \Delta T}, \quad (4.1)$$

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$\dot{m} = \frac{0,893 \cdot 10^6}{4,186 \cdot 10^3 \cdot 40} \approx 2,97 \text{ кг/с} = 19,26 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для проекту приймаємо: 25 м<sup>3</sup>/год (10 % резерв).

### 4.3 Вибір основного та допоміжного обладнання

Необхідні вихідні дані для розрахунку (зібрані):

#### 4.4.1 Для циркуляційного насосу системи опалення

Параметр	Значення
Теплове навантаження $Q_o$	0,893 МВт = 893 кВт (після термомодернізації)
Температура подачі $t_{\text{прям}}$	110 °С (згідно умови користувача)
Температура зворотна $t_{\text{звор}}$	70 °С
Густина води $\rho$	977 кг/м <sup>3</sup> (приблизно при 90 °С)
Теплоємність $c$	4,186 кДж/(кг·К) = 4,186 кДж/кг·°С
Висота будівлі	7 поверхів × 3,96 м = 27,72 м
Запас до висоти	5 м

Разом для гідр. опору висоти 33 м (як в прикладі)

Тож маємо, витрата води через систему опалення:

$$G = \frac{Q_o \cdot 3600}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{893 \cdot 3600}{4,186 \cdot 977 \cdot 40} \approx 21,85 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.2)$$

Гідрравлічний опір системи опалення:

$$\Delta p_{\text{сист}} = \Delta p_{\text{ф}} + \Delta p_{\text{ср}} + h + 5 = 2 + 3 + 27,72 + 5 = 37,72 \text{ м вод. ст.} \quad (4.3)$$

Циркуляційний насос для системи опалення має відповідати вимогам продуктивності 25 м<sup>3</sup>/год (з урахуванням резерву) та напору 38 м. Рекомендованою моделлю є Grundfos TP 50-120/2 — відцентровий насос з «мокрим» ротором, спеціально призначений для систем опалення. Альтернативним варіантом може

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

бути циркуляційний насос Sprut 3VP-DN32, який забезпечує продуктивність до 25 м<sup>3</sup>/год і напір до 40 м.

#### 4.4.2 Для живильного насосу системи опалення

Параметр	Значення
Висота будівлі $h$	27,72 м
Запас по висоті	5 м
$\lambda$	0,03 (як у прикладі)
$u$	1 м/с (швидкість теплоносія)
$d$	50 мм = 0,05 м
$G_o$	25 м <sup>3</sup> /год (з розрахунку)

Площа трубопроводу (для уточнення)  $\approx$  приймемо за аналогією

Тож маємо, витрата для живильного насосу:

$$G_{\text{жив}} = 0,2 \cdot G = 0,2 \cdot 25 \approx 5 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.4)$$

Гідрравлічний опір по трубі (для живильного насоса):

$$h_T = \frac{\lambda \cdot u^2}{2 \cdot g \cdot d} = \frac{0,03 \cdot 1^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05} \approx 0,0306 \text{ м} \quad (4.5)$$

Загальний напір для живильного насоса:

$$H_{\text{жив}} = h + 5 + h_T = 27,72 + 5 + 0,0306 \approx 32,75 \text{ м вод. ст.} \quad (4.6)$$

Живильний насос для системи опалення має забезпечувати продуктивність 4,37 м<sup>3</sup>/год і напір 32,75 м. Рекомендованою моделлю є Grundfos CR 3-9 — вертикальний багатоступеневий насос, який підходить для систем з високим напором. Альтернативою може виступати насос для підвищення тиску Sprut HPF 350 112105 із продуктивністю до 4,5 м<sup>3</sup>/год і напором до 35 м.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

#### 4.4.3 Для розширювального бака

Параметр	Значення
Кількість радіаторів	≈ 687 шт (з таблиці по поверхах)
Середній об'єм одного радіатора	~0,007 м <sup>3</sup> (як у прикладі)
$\beta$ – коефіцієнт трубопроводів	1 (як в прикладі)
$p_0$ – тиск у баку при відсутності води	30 м вод. ст.
$t_{max} = 110^{\circ}\text{C}; t_{min} = 42,8^{\circ}\text{C}$	$\Delta n = 3,59 - 0,874 = 2,716$

Тож маємо, об'єм води в системі опалення:

$$V_a = N \cdot V_{\text{одн}} = 687 \cdot 0,007 = 4,809 \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

Об'єм розширення:

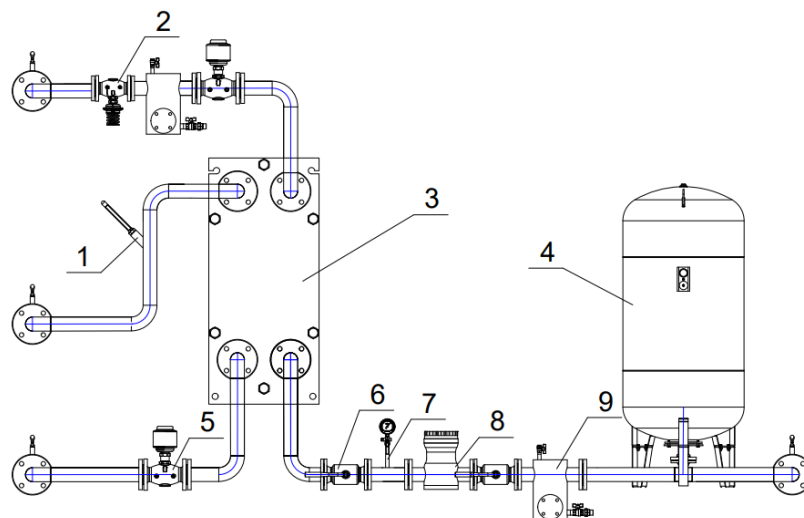
$$V_e = \frac{V_a \cdot n}{100} = \frac{4,809 \cdot 2,716}{100} \approx 0,1306 \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

Мінімальний об'єм води у баку:

$$V_v = \frac{V_a \cdot 0,5}{100} = \frac{4,809 \cdot 0,5}{100} \approx 0,0240 \text{ м}^3 \quad (4.9)$$

$$V_{\text{мін}} = (V_e + V_v) \cdot \frac{p_e}{p_e - p_0} = (0,1306 + 0,024) \cdot \frac{70}{70 - 30} \approx 0,2696 \text{ м}^3 \quad (4.10)$$

Мінімальний об'єм розширювального бака:



Розширювальний бак для системи опалення повинен мати мінімальний

						ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк. 46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

об'єм 0,27 м<sup>3</sup> (270 л). Рекомендованою моделлю є Grundfos GT-U+ 300 — бак об'ємом 300 л, призначений для роботи при температурі до 110°C. Як альтернативу можна використовувати резервуар для стисненого повітря ВІС В8803201 об'ємом 270 л, який також придатний для використання в опалювальних системах

Рисунок 4.1 – Незалежне інтегрування пластинчатого теплообмінника в старі схеми з елеваторними вузлами

#### 4.5 Висновки за розділом 4

У розділі наведено технічне обґрунтування та методику виконання проєктного розрахунку системи опалення й теплопостачання, що включає визначення теплового навантаження, витрат теплоносія та трубопровідної схеми

Розрахунок витрат теплоносія в системі дозволив обґрунтувати необхідні параметри циркуляційного і живильного насосного обладнання, що забезпечує стабільний та рівномірний розподіл тепла по всіх поверхах будівлі

Вибір основного та допоміжного обладнання здійснено на основі зібраних вихідних даних і технічних характеристик сучасних моделей, що гарантують енергоефективність та експлуатаційну надійність системи

При підборі циркуляційного насоса враховано гідравлічний опір трубопроводів і оптимальний хід робочих параметрів, що сприяє зменшенню споживання електроенергії та зниженню шумового навантаження в системі

Розрахунок і вибір розширювального бака та запірно-регулювальної арматури забезпечують підтримку безпечного експлуатаційного тиску та можливість оперативного обслуговування системи в разі потреби

Запропонована трубопровідна схема і параметри обладнання відповідають нормативним вимогам до проєктування опалювальних систем та забезпечують можливість подальшої автоматизації і диспетчеризації процесів теплопостачання.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

### 5.1 Технічна характеристика обладнання

Проектована будівля осв ітнього призначення має 7 основних поверхів та технічний рівень, загальна площа – 16810 м<sup>2</sup>. Для забезпечення опалення використовується незалежна система теплозабезпечення з водяним теплоносієм, що циркулює при температурному графіку 110/70°C. Модернізована система опалення включає:

- Пластинчастий теплообмінник Alfa Laval M10-MFG;
- Відцентрові насоси Danfoss Inline LMD 80-160;
- Теплолічильник SONOCAL 3000;
- Електромагнітний витратомір MAGFLO 3100;
- Термостатичні головки DANFOSS RTD 1320;
- Автоматичні регулятори температури і тиску;
- Розширювальні баки

Монтаж системи виконано з дотриманням вимог:

- ДБН В.2.5-67:2013 щодо проектування систем опалення;
- ДБН В.2.5-77:2014, що регламентує вимоги до котельень;
- НПАОП 0.00-1.81-18 – щодо безпеки обладнання, яке працює під тиском.

Для уникнення аварійних ситуацій під час експлуатації рекомендовано застосовувати енергоефективне обладнання, яке пройшло сертифікацію та відповідає вимогам надійності, захисту від корозії та зношення. Особливу увагу приділяють правильному гідравлічному розрахунку та ізоляції трубопроводів.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

## 5.2 Перелік робіт і відповідальні виконавці

### Види робіт:

Демонтаж старих трубопроводів;

Монтаж теплообмінного обладнання;

Прокладка нових трубопроводів та ізоляція;

Встановлення насосів і регуляторів;

Утеплення стін і перекриттів;

Заміна вікон;

Налагодження автоматичного управління.

Тестування системи під навантаженням

### Виконавці:

Монтажники – встановлення та демонтаж

Інженери-сантехніки – обв'язування та гідравлі

Електрика – підключення живлення та захист

Підрядник з теплоізоляції

Будівельна бригада

ІТ-фахівці – налаштування автоматики;

Інженер з охорони праці – контроль за дотриманням норм.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 5.3 Характеристика умов праці

Мікроклімат у приміщеннях підтримується на рівні, що відповідає нормам ДСН 3.3.6.042-99, тобто 18-22 °С та вологість на рівні 40-60%. Опалення забезпечує комфортну температуру в холодну пору року. Вологість і швидкість повітря залишаються в межах допустимих значень завдяки ефективній роботі системи опалення. Системи ГВП у будівлі не передбачено, що враховано при проектуванні теплообміну. Шум не перевищує 80 дБ, що також задовільняє норми.

### 5,4 Виробниче освітлення

Загальне освітлення забезпечується лампами типу ДРЛ, а в допоміжних зонах (сходові клітини тощо) використовуються лампи розжарювання. Системи освітлення проектується згідно з ДБН В.2.5-28:2018. Освітленість на робочих місцях – не менше 300 лк. Для безпеки також реалізоване аварійне та місцеве освітлення зі зниженою напругою (42 В і 12 В відповідно).

### 5,5 Визначення шкідливих чинників

Електричний струм	Обладнання 220 В	Ураження струмом
Механічні травми	Робочі інструменти	Порізи, забої
Підвищена температура	Теплоносій до 110 °С	Опіки
Шум	Насоси, інструменти	Зниження слуху
Пил і аерозолі	Монтаж, утеплення	Захворювання дихальних шляхів
Робота на висоті	Утеплення фасаду	Падіння

### 5.6 Вибір відповідних заходів і засобів з обмеження шкідливих чинників

Електробезпека: Захисне заземлення, автоматичне відключення живлення, діелектричні рукавички.

Механічна безпека: Захисні кожухи, огороження, інструктажі.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурна безпека: Охолодження перед обслуговуванням, ізоляція труб, термостійкі рукавиці.

Захист від шуму: Використання навушників, планування робіт у менш шумний час.

Захист від пилу: Респіратори, місцева вентиляція, захисні окуляри.

Робота на висоті: Страхувальні пояси, риштування, дозвіл на висотні роботи

### 5.7 Організаційні заходи

Одне із самих дієвих заходів, щоб уникнути шкідливих чинників — Інструктаж з ТБ. А також своєчасний контроль за станом обладнання та використання допусків, щоб тільки кваліфіковані особи могли знаходитись у зонах, де є потенціальна небезпека

### 5.8 Розрахунок одного з технічних заходів

Розрахуємо товщину ізоляції труб, для того щоб уникнути опіків та надлишкового перегріву повітря, тобто на рівні не більше, ніж 45 °C на поверхні ізоляції:

$$\delta = \lambda \cdot (T_1 - T_2) / q_{\text{доп}} = 0,04 \cdot (110 - 45) / 65 = 40 \text{ мм} \quad (5.1)$$

Це значення відповідає нормативним значенням відповідно до ДСН.

### 5.9 Заходи з пожежетишіння

Усі рішення щодо пожежної безпеки повинні відповідати діючим стандартам та нормам:

- НАПБ А.01,001-2004;
- ДБН В.2,5-56:2014;
- ДСТУ EN 54 серії щодо пожежної сигналізації.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечено:

Використання негорючих матеріалів електропроводки; становлення захисних автоматів проти коротких замикань; наявність порошкових вогнегасників та ВУ-5 для гасіння електрообладнання; Монтаж систем пожежної сигналізації з датчиками диму, температури та полум'я. Розміщення пожежних щитів, гідрантів, планів евакуації, регулярний огляд усіх систем на справність.

Система пожежної сигналізації підключена до центрального пульта. У разі загрози вона забезпечує оповіщення персоналу, що мінімізує ризик для життя і здоров'я.

### **5.10 Висновки до розділу**

Під час модернізації теплопостачання в 22 корпусі запропоновано усі необхідні заходи стосовно охорони праці та пожежної безпеки. Вони без сумнівів знижують ризики шкідливих та небезпечних чинників. Після їх розробки можна бути впевненим, що модернізована система опалення буде надійно і довго слугувати, а працівники будуть у безпеці.

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У ході енергетичного огляду корпусу та опитування персоналу була зібрана необхідна інформація. На основі наданих даних був проаналізований поточний стан будівлі та її інженерних систем, а також ефективність використання теплової енергії на об'єкті.

Завдяки проведеному теплотехнічному розрахунку було виявлено, що існуючий стан усіх огорожувальних конструкцій будівлі поганий та потребує уваги. Згідно з балансом тепловтрат через ОК, найбільші втрати тепла йдуть саме через зовнішні стіни та вікна.

Результатом детального аналізу досліджуваного об'єкту є розроблені заходи, які спрямовані на зниження нераціонального використання енергії.

Для того, щоб підвищити ефективність будівлі закладу освіти та знизити втрати теплової енергії, було запропоновано 4 заходи, а саме: Модернізація теплового пункту, утеплення зовнішніх стін та суміжного перекриття, заміна світлопрозорих конструкцій, обладнання тощо.

**Коефіцієнт теплопередачі конструкцій** у після модернізації значно менший за рахунок кращих показників теплоізоляції

**Висока різниця в теплових витратах** підтверджує, що вибір матеріалів та конструкцій з нижчими коефіцієнтами теплопередачі значно знижує потребу в тепловій енергії.

**Зниження річного споживання теплової енергії** дає уявлення, що модернізація великою мірою покращила ситуацію

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, Будівельна кліматологія. К., 2011, 127 с.
2. 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.
3. ДБН В.2.5-67:2013, Опалення, вентиляція та кондиціонування [Чинний з 01.01.2014]. К.: Державне підприємство "Укранархбудінформ", 2014, 141 с.
4. Офіційний сайт платформи «E-Audit» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-audit.escoua.com/user/sign-in?next=/home/>
5. ДСТУ Б В.2.6-189:2013, Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.01.2014]. К. Мінрегіонбуд України, 2014, 55 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021, Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний з 01.09.2022]. К., 2022, 23 с.
7. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ М-ва регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комун. госп-ва Ук-раїни від 11.07.2018 р. № 169: станом на 28 груд. 2020 р.
8. Методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та пожежна безпека» для підготовки студентів КПШ ім. І. Сікорського за освітньо-кваліфікаційними рівнем “бакалавр” спеціальності 141 Електротехніка, 144 Теплоенергетика
9. Боженко, М. Ф. Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання
10. М.Ф.Боженко Системи Опалення, Вентиляції і Кондиціонування Повітря

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ помещения	наименование	Площадь помещения	Ограждение	Ориентация ограждения	Размер ограждения	Площадь ограждения	Коэффициент теплопередачи ограждения	(tв-тн)n	1+b	Теплопотери через ограждение	Теплопотери на вентиляцию	Бытовые тепловыделения	Теплопотери помещения
		Fп			a*b	Fo=a²в	Ko			Qогр.	Qвв.	Qбыт.	SQ
		м²	м		м	м²	Вт/(м²*С)	°С		Вт	Вт	Вт	Вт
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101		151,0	НС	С	7,6*4,2	31,92	0,813	40	1,1	1142			
			НС	В	15,3*4,2	64,26	0,813	40	1,1	2299			
			НС	Ю	12,2*4,2	51,24	0,813	40	1	1666			
			ОК	С	3*2,3	6,9	2,127	40	1,1	646			
			ОК	Ю	3*2,3*2	13,8	2,127	40	1	1174			
			ПЛ1		12*2+7,3*2+15*2	68,6	0,428	40	1	1174			
			ПЛ2		10*2+5,3*2+11*2	52,6	0,223	40	1	469			
			ПЛ3		8*2+3,3*2+7*2	36,6	0,114	40	1	167			
	ПЛ4		3*6	18	0,070	40	1	50					
										<b>8788</b>	<b>7127</b>		<b>15915</b>
101a		18,7	НС	С	4,6*4,2	19,32	0,813	40	1,1	691			
			ОК	С	3*2,3	6,9	2,127	40	1,1	646			
			ПЛ1		4,6*2	9,2	0,428	40	1	158			
			ПЛ2		4,6*2	9,2	0,223	40	1	82			
										<b>1576</b>	<b>881</b>		<b>2457</b>
102		69,9	НС	С	12*4,2	50,4	0,813	40	1,1	1803			
			ОК	С	3*2,3*2	13,8	2,127	40	1,1	1292			
			ПЛ1		12*2	24	0,428	40	1	411			
			ПЛ2		12*2	24	0,223	40	1	214			
										109			
										<b>3829</b>	<b>3299</b>		<b>7128</b>
102a		34,5	НС	С	6*4,2	25,2	0,813	40	1,1	901			
			ОК	С	3*2,3	6,9	2,127	40	1,1	646			
			ПЛ1		6*2	12	0,428	40	1	205			
			ПЛ2		6*2	12	0,223	40	1	107			
										55			
										<b>1914</b>	<b>1628</b>		<b>3543</b>
103		69,9	НС	С	12*4,2	50,4	0,813	40	1,1	1803			
			ОК	С	3*2,3*2	13,8	2,127	40	1,1	1292			
			ПЛ1		12*2	24	0,428	40	1	411			
			ПЛ2		12*2	24	0,223	40	1	214			
										109			
										<b>3829</b>	<b>3299</b>		<b>7128</b>
104		34,5	НС	С	6*4,2	25,2	0,813	40	1,1	901			
			ОК	С	3*2,3	6,9	2,127	40	1,1	646			
			ПЛ1		6*2	12	0,428	40	1	205			
			ПЛ2		6*2	12	0,223	40	1	107			
										55			
										<b>1914</b>	<b>1628</b>		<b>3543</b>
105		69,9	НС	С	12*4,2	50,4	0,813	40	1,1	1803			
			ОК	С	3*2,3*2	13,8	2,127	40	1,1	1292			
			ПЛ1		12*2	24	0,428	40	1	411			
										214			





212		65,1	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3073</b>		<b>6802</b>
19		18,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	3,16*2,32	7,3312	1,689	40	1	495			
										<b>1576</b>	<b>859</b>		<b>2435</b>
214		33,5	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1581</b>		<b>3446</b>
213		31,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1482</b>		<b>3347</b>
215		163,0	HC	Ю	24*3,6	86,4	1,251	40	1	4323			
			OK	Ю	5*2,32*4	46,4	1,689	40	1	3135			
										<b>7458</b>	<b>7694</b>		<b>15152</b>
216		32,0	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1510</b>		<b>3375</b>
216a		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
216б		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
	холл	40,2	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1897</b>		<b>3948</b>
301		68,3	HC	В	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			HC	С	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1,1	2538			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
										<b>5639</b>	<b>3385</b>		<b>9024</b>
302		65,7	HC	С	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3101</b>		<b>7203</b>
302a		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
303		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
304		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
305		99,7	HC	С	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	С	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>4706</b>		<b>10859</b>
306		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
307		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
307a		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

58

											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
308a		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
308		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
309		65,7	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378				
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724				
											<b>4102</b>	<b>3101</b>		<b>7203</b>
309a		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
310		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
311		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
311a		23,4	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189				
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862				
											<b>2051</b>	<b>1104</b>		<b>3155</b>
313		99,7	HC	C	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567				
			OK	C	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586				
											<b>6153</b>	<b>4706</b>		<b>10859</b>
313a		33,1	HC	C	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290				
			HC	3	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,05	1231				
			OK	C	5*2,32*3	34,8	1,689	42	1,1	2716				
											<b>5237</b>	<b>1638</b>		<b>6875</b>
314		102,7	HC	3	9,4*3,6	33,84	1,251	42	1,05	1867				
			HC	Ю	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1	2308				
			OK	3	1,7*3,15	5,355	1,689	42	1,05	399				
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1	1646				
											<b>6219</b>	<b>5088</b>		<b>11307</b>
314a		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081				
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784				
											<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
314б		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081				
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784				
											<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
315a		35,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081				
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784				
											<b>1865</b>	<b>1670</b>		<b>3534</b>
315		34,8	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081				
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784				
											<b>1865</b>	<b>1643</b>		<b>3507</b>
316		66,7	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162				
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567				
											<b>3729</b>	<b>3148</b>		<b>6877</b>
317a		63,1	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162				
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567				
											<b>3729</b>	<b>2978</b>		<b>6707</b>
317б		18,0	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081				
			OK	Ю	3,16*2,32	7,3312	1,689	40	1	495				

										1576	850		2426
318		33,1	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										1865	1562		3427
319		65,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										3729	3077		6807
320		65,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*3,22*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										3729	3077		6807
321		45,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										3729	2133		5863
40		11,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										1865	548		2412
38		12,1	HC	Ю	4,5*3,6	16,2	1,251	40	1	811			
			OK	Ю	4,2*2,32	9,744	1,689	40	1	658			
										1469	571		2040
37		3,3	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	0,8*2,32	1,856	1,689	40	1	125			
										396	156		551
322		68,3	HC	Ю	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1	2308			
			HC	В	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1	1646			
										5243	3385		8628
401		68,3	HC	В	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			HC	С	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1,1	2538			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
										5639	3385		9024
402		65,7	HC	С	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										4102	3101		7203
402a		34,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										2051	1628		3679
403		65,7	HC	С	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										4102	3101		7203
404		32,6	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										2051	1539		3590
405		65,4	HC	С	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										4102	3087		7189
406a		34,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										2051	1628		3679
406		34,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										2051	1628		3679
407a		34,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										2051	1628		3679

407		67,9	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3205</b>		<b>7307</b>
408		65,4	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3087</b>		<b>7189</b>
409		98,2	HC	C	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	C	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>4635</b>		<b>10788</b>
409a		35,2	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1661</b>		<b>3712</b>
410		65,4	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3087</b>		<b>7189</b>
411	буфер	116,6	HC	C	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1,1	2538			
			HC	3	11,6*3,6	41,76	1,251	42	1,05	2304			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
			OK	3	1,7*3,15	5,355	1,689	42	1,05	399			
										<b>7051</b>	<b>5778</b>		<b>12829</b>
411a		21,3	HC	3	3,8*3,6	13,68	1,251	42	1,05	755			
			HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	42	1	1135			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	42	1	823			
										<b>2713</b>	<b>1056</b>		<b>3768</b>
411б		19,5	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>921</b>		<b>2786</b>
411в		15,4	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	1*2,32	2,32	1,689	40	1	157			
										<b>427</b>	<b>727</b>		<b>1154</b>
411г		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
412		63,8	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3011</b>		<b>6740</b>
413		65,4	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3087</b>		<b>6816</b>
414		65,7	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3101</b>		<b>6830</b>
414a		18,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	3,17*2,32	7,3544	1,689	40	1	497			
										<b>1578</b>	<b>861</b>		<b>2439</b>
415		31,1	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1468</b>		<b>3332</b>
416a		56,1	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>2647</b>		<b>6376</b>
416		40,5	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1910</b>		<b>3775</b>

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

61

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

417		96,6	HC	Ю	18*3,6	64,8	1,251	40	1	3243			
			OK	Ю	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1	2351			
										<b>5594</b>	<b>4560</b>		<b>10153</b>
418б		11,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>548</b>		<b>2412</b>
418а		12,1	HC	Ю	4,5*3,6	16,2	1,251	40	1	811			
			OK	Ю	4,2*2,32	9,744	1,689	40	1	658			
										<b>1469</b>	<b>571</b>		<b>2040</b>
418в		3,3	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	0,8*2,32	1,856	1,689	40	1	125			
										<b>396</b>	<b>156</b>		<b>551</b>
418		68,3	HC	Ю	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1	2308			
			HC	В	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			OK	В	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
										<b>5408</b>	<b>3385</b>		<b>8793</b>
501		169,7	HC	Ю	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1	2308			
			HC	В	15,4*3,6	55,44	1,251	42	1,1	3204			
			HC	С	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1,1	2538			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1	1646			
			OK	В	1,7*1,7*3,15	9,1035	1,689	42	1,1	710			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
										<b>12217</b>	<b>8410</b>		<b>20627</b>
502		100,8	HC	С	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	С	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>4758</b>		<b>10911</b>
503		100,8	HC	С	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	С	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>4758</b>		<b>10911</b>
504		69,6	HC	С	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	С	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3285</b>		<b>7387</b>
505		35,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1676</b>		<b>3727</b>
	ХОЛЛ	107,1	HC	С	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	С	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>5055</b>		<b>11208</b>
506		34,9	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1647</b>		<b>3698</b>
507		34,7	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1638</b>		<b>3689</b>
508		35,1	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1657</b>		<b>3708</b>
509		35,8	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1690</b>		<b>3741</b>
509а		34,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	С	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1628</b>		<b>3679</b>
510		35,5	HC	С	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			

			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1676</b>		<b>3727</b>
510б		35,1	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1657</b>		<b>3708</b>
510а		87,0	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>4106</b>		<b>8208</b>
500а		70,0	HC	C	12,2*3,6	43,92	1,251	42	1,1	2538			
			HC	3	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,05	1231			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	42	1,1	1810			
										<b>5580</b>	<b>3469</b>		<b>9049</b>
500б		28,9	HC	3	4,8*3,6	17,28	1,251	40	1,05	908			
			OK	3	1,7*3,15	5,355	1,689	40	1,05	380			
										<b>1288</b>	<b>1365</b>		<b>2652</b>
500в		23,0	HC	3	4,4*3,6	15,84	1,251	42	1,05	874			
			HC	Ю	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1	1173			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	42	1	823			
										<b>2869</b>	<b>1140</b>		<b>4010</b>
500г		22,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1057</b>		<b>2921</b>
500д		15,4	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	1*2,32	2,32	1,689	40	1	157			
										<b>427</b>	<b>727</b>		<b>1154</b>
500е		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
511		69,7	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3290</b>		<b>7019</b>
512		35,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1661</b>		<b>3526</b>
513		35,0	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1652</b>		<b>3517</b>
514		35,0	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1652</b>		<b>3517</b>
515		34,7	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1638</b>		<b>3502</b>
515а		18,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	3,17*2,32	7,3544	1,689	40	1	497			
										<b>1578</b>	<b>861</b>		<b>2439</b>
516		35,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1661</b>		<b>3526</b>
517		69,0	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3257</b>		<b>6986</b>
518		34,0	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

63

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

										<b>1865</b>	<b>1605</b>		<b>3469</b>
519		35,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1661</b>		<b>3526</b>
520		35,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1671</b>		<b>3535</b>
520a		33,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1567</b>		<b>3432</b>
5016		11,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>548</b>		<b>2412</b>
501a		12,1	HC	Ю	4,5*3,6	16,2	1,251	40	1	811			
			OK	Ю	4,2*2,32	9,744	1,689	40	1	658			
										<b>1469</b>	<b>571</b>		<b>2040</b>
501b		3,3	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	0,8*2,32	1,856	1,689	40	1	125			
										<b>396</b>	<b>156</b>		<b>551</b>
601		33,4	HC	B	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			HC	C	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	42	1,1	905			
										<b>3485</b>	<b>1655</b>		<b>5140</b>
602		65,2	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3077</b>		<b>7179</b>
603		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
603a		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
604		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
605		65,2	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3077</b>		<b>7179</b>
606		65,2	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3077</b>		<b>7179</b>
607		32,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1539</b>		<b>3590</b>
	холл	106,4	HC	C	18*3,6	64,8	1,251	40	1,1	3567			
			OK	C	5*2,32*3	34,8	1,689	40	1,1	2586			
										<b>6153</b>	<b>5022</b>		<b>11175</b>
608		69,7	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3290</b>		<b>7392</b>
609		68,3	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3224</b>		<b>7326</b>
610		34,5	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

64

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1628</b>		<b>3679</b>
611		35,6	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1680</b>		<b>3731</b>
611a		35,2	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1661</b>		<b>3712</b>
612		66,7	HC	C	12*3,6	43,2	1,251	40	1,1	2378			
			OK	C	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1,1	1724			
										<b>4102</b>	<b>3148</b>		<b>7250</b>
613		35,4	HC	C	6*3,6	21,6	1,251	40	1,1	1189			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	40	1,1	862			
										<b>2051</b>	<b>1671</b>		<b>3722</b>
614		34,8	HC	C	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,1	1290			
			HC	3	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,05	1231			
			OK	C	5*2,32	11,6	1,689	42	1,1	905			
										<b>3427</b>	<b>1725</b>		<b>5151</b>
615		34,8	HC	3	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1,05	1231			
			HC	Ю	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1	1173			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	42	1	823			
										<b>3227</b>	<b>1725</b>		<b>4952</b>
616		35,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1671</b>		<b>3535</b>
616a		15,4	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	1*2,32	2,32	1,689	40	1	157			
										<b>427</b>	<b>727</b>		<b>1154</b>
6166		15,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>727</b>		<b>2591</b>
617		62,9	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>2969</b>		<b>6698</b>
618		65,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3077</b>		<b>6807</b>
619		69,7	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3290</b>		<b>7019</b>
619a		18,2	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	3,17*2,32	7,3544	1,689	40	1	497			
										<b>1578</b>	<b>859</b>		<b>2437</b>
620		31,4	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1482</b>		<b>3347</b>
621		65,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			
										<b>3729</b>	<b>3076</b>		<b>6806</b>
622		32,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1539</b>		<b>3403</b>
623		65,2	HC	Ю	12*3,6	43,2	1,251	40	1	2162			
			OK	Ю	5*2,32*2	23,2	1,689	40	1	1567			

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

65

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

										3729	3077		6807
624		31,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1492</b>		<b>3356</b>
625a		11,6	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>548</b>		<b>2412</b>
625б		12,1	HC	Ю	4,5*3,6	16,2	1,251	40	1	811			
			OK	Ю	4,2*2,32	9,744	1,689	40	1	658			
										<b>1469</b>	<b>571</b>		<b>2040</b>
625в		3,3	HC	Ю	1,5*3,6	5,4	1,251	40	1	270			
			OK	Ю	0,8*2,32	1,856	1,689	40	1	125			
										<b>396</b>	<b>156</b>		<b>551</b>
625		34,8	HC	Ю	6*3,6	21,6	1,251	40	1	1081			
			OK	Ю	5*2,32	11,6	1,689	40	1	784			
										<b>1865</b>	<b>1643</b>		<b>3507</b>
626		35,4	HC	Ю	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1	1173			
			HC	Ю	6,2*3,6	22,32	1,251	42	1	1173			
			OK	В	5*2,32	11,6	1,689	42	1,1	905			
										<b>3251</b>	<b>1754</b>		<b>5005</b>
701		230,0	HC	Ю	12,2*6	73,2	1,251	42	1	3846			
			HC	В	15,4*6	92,4	1,251	42	1,1	5340			
			HC	С	12,2*6	73,2	1,251	42	1,1	4231			
			OK	Ю	5*4,32*2	43,2	1,689	42	1	3065			
			OK	В	1,7*5,15	8,755	1,689	42	1,1	683			
			OK	С	5*4,32*2	43,2	1,689	42	1,1	3371			
										<b>20536</b>	<b>####</b>		<b>31935</b>
702		65,2	HC	С	12*6	72	1,251	40	1,1	3963			
			OK	С	5*4,32*2	43,2	1,689	40	1,1	3210			
										<b>7174</b>	<b>3077</b>		<b>10251</b>
703		65,2	HC	С	12*6	72	1,251	40	1,1	3963			
			OK	С	5*4,32*2	43,2	1,689	40	1,1	3210			
										<b>7174</b>	<b>3077</b>		<b>10251</b>
704		168,6	HC	С	12,2*6	73,2	1,251	42	1,1	4231			
			HC	3	15,4*6	92,4	1,251	42	1,05	5098			
			HC	Ю	12,2*6	73,2	1,251	42	1	3846			
			OK	С	5*4,32*2	43,2	1,689	42	1,1	3371			
			OK	3	1,7*5,15	8,755	1,689	42	1,05	652			
			OK	Ю	5*4,32*2	43,2	1,689	42	1	3065			
										<b>20262</b>	<b>8356</b>		<b>28618</b>
704a		15,4	HC	Ю	1,5*6	9	1,251	40	1	450			
			OK	Ю	1*4,32	4,32	1,689	40	1	292			
										<b>742</b>	<b>727</b>		<b>1469</b>
704б		15,4	HC	Ю	6*6	36	1,251	40	1	1801			
			OK	Ю	5*4,32	21,6	1,689	40	1	1459			
										<b>3261</b>	<b>727</b>		<b>3988</b>
705		126,5	HC	Ю	12*6	72	1,251	40	1	3603			
			OK	Ю	5*4,32*2	43,2	1,689	40	1	2919			
										<b>6521</b>	<b>5971</b>		<b>12492</b>
706		129,5	HC	Ю	12*6	72	1,251	40	1	3603			
			OK	Ю	5*4,32*2	43,2	1,689	40	1	2919			
										<b>6521</b>	<b>6112</b>		<b>12634</b>
707		126,8	HC	Ю	12*6	72	1,251	40	1	3603			
			OK	Ю	5*4,32*2	43,2	1,689	40	1	2919			

					ДПБ 144 25 07 08 ПЗ								Арк.
													66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									

										<b>6521</b>	<b>5985</b>		<b>12506</b>
707a		18,2	HC	Ю	6*6	36	1,251	40	1	1801			
			OK	Ю	3,16*4,32	13,6512	1,689	40	1	922			
										<b>2724</b>	<b>859</b>		<b>3583</b>
708		31,6	HC	Ю	6*6	36	1,251	40	1	1801			
			OK	Ю	5*4,32	21,6	1,689	40	1	1459			
										<b>3261</b>	<b>1492</b>		<b>4752</b>
709		190,1	HC	Ю	18*6	108	1,251	40	1	5404			
			OK	Ю	5*4,32*3	64,8	1,689	40	1	4378			
										<b>9782</b>	<b>8973</b>		<b>18755</b>
710		190,1	HC	Ю	18*6	108	1,251	40	1	5404			
			OK	Ю	5*4,32*3	64,8	1,689	40	1	4378			
										<b>9782</b>	<b>8973</b>		<b>18755</b>
701a		11,6	HC	Ю	6*6	36	1,251	40	1	1801			
			OK	Ю	3,16*4,32	13,6512	1,689	40	1	922			
										<b>2724</b>	<b>548</b>		<b>3271</b>
701б		12,1	HC	Ю	4,5*6	27	1,251	40	1	1351			
			OK	Ю	4,2*4,32	18,144	1,689	40	1	1226			
										<b>2577</b>	<b>571</b>		<b>3148</b>
701в		3,3	HC	Ю	1,5*6	9	1,251	40	1	450			
			OK	Ю	0,8*4,32	3,456	1,689	40	1	233			
										<b>684</b>	<b>156</b>		<b>840</b>
	корридор	583,8	HC	С	102*6	612	1,251	40	1,1	33687			
			HC	С	5,4*4,32*17	396,576	1,251	40	1,1	21829			
										<b>55516</b>	<b>####</b>		<b>83071</b>
801			HC	Ю	6,2*2,9	17,98	1,251	32	1	720			
			HC	В	9,4*2,9	27,26	1,251	32	1,1	1200			
			HC	С	6,2*2,9	17,98	1,251	32	1,1	792			
			ПТ		6,2*9,4	58,28	0,728	28,8	1	1222			
										<b>3934</b>			<b>3934</b>
802			HC	С	18*2,9	52,2	1,251	32	1,1	2299			
			ПТ		6,2*18	111,6	0,728	28,8	1	2340			
										<b>4638</b>			<b>4638</b>
803			HC	С	36*2,9	104,4	1,251	32	1,1	4597			
			HC	Ю	36*2,9	104,4	1,251	32	1	4179			
			ПТ		15,4*36	554,4	0,728	28,8	1	11624			
										<b>20400</b>			<b>20400</b>
804			HC	С	18*2,9	52,2	1,251	32	1,1	2299			
			ПТ		6,2*18	111,6	0,728	28,8	1	2340			
										<b>4638</b>			<b>4638</b>
805			HC	С	36*2,9	104,4	1,251	32	1,1	4597			
			HC	Ю	36*2,9	104,4	1,251	32	1	4179			
			ПТ		15,4*36	554,4	0,728	28,8	1	11624			
										<b>20400</b>			<b>20400</b>
806			HC	С	18*2,9	52,2	1,251	32	1,1	2299			
			ПТ		6,2*18	111,6	0,728	28,8	1	2340			
										<b>4638</b>			<b>4638</b>
807			HC	С	6,2*2,9	17,98	1,251	32	1,1	792			
			HC	З	9,4*2,9	27,26	1,251	32	1,05	1146			
			HC	Ю	6,2*2,9	17,98	1,251	32	1	720			
			ПТ		6,2*9,4	58,28	0,728	28,8	1	1222			
										<b>3879</b>			<b>3879</b>
808			HC	Ю	12*2,9	34,8	1,251	32	1	1393			
			ПТ		6,2*12	74,4	0,728	28,8	1	1560			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

67

										<b>2953</b>			<b>2953</b>
809			HC	Ю	6*2,9	17,4	1,251	32	1	697			
			ПТ		6,2*6	37,2	0,728	28,8	1	780			
										<b>1477</b>			<b>1477</b>
810			HC	Ю	6*2,9	17,4	1,251	32	1	697			
			ПТ		6,2*6	37,2	0,728	28,8	1	780			
										<b>1477</b>			<b>1477</b>
811			HC	Ю	12*2,9	34,8	1,251	32	1	1393			
			ПТ		6,2*12	74,4	0,728	28,8	1	1560			
										<b>2953</b>			<b>2953</b>
JK1			HC	B	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,1	585			
			HC	Ю	6,2*21,5	133,3	0,813	38	1	4118			
			HC	3	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,05	558			
			OK	Ю		151,25	2,417	38	1	13892			
			ПТ		6,2*7,2	44,64	0,728	34,2	1	1111			
										<b>20264</b>			<b>20264</b>
JK2			HC	B	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,1	585			
			HC	Ю	6,2*21,5	133,3	0,813	38	1	4118			
			HC	3	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,05	558			
			OK	Ю		151,25	2,417	38	1	13892			
			ПТ		6,2*7,2	44,64	0,728	34,2	1	1111			
										<b>20264</b>			<b>20264</b>
JK3			HC	B	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,1	585			
			HC	Ю	6,2*21,5	133,3	0,813	38	1	4118			
			HC	3	0,8*21,5	17,2	0,813	38	1,05	558			
			OK	Ю		151,25	2,417	38	1	13892			
			ПТ		6,2*7,2	44,64	0,728	34,2	1	1111			
										<b>20264</b>			<b>20264</b>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ 144 25 07 08 ПЗ

Арк.

68

# ДОДАТОК Б

## ПРЕВІРКА ПРОЄКАТА НА АКАДЕМІЧНУ ДОБРОЧЕСНІСТЬ



StrikePlagiarism.com

Автор  
Фролов Дмитро

Науковий керівник / Експерт  
Валерій Дешко

### Звіт подібності

#### метадані

Назва організації

**National Technical University of Ukraine Igor Sikorskyi Kyiv Politech Institute**

Заголовок

**Модернізація системи тепlopостачання корпусу 22 КПІ ім. Ігоря Сікорського**

підрозділ

**IATE, К-ра теплової та альтернативної енергетики**

#### Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

25.46%

25.46%

КП 1

**10**

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

**8997**

Кількість слів

**85679**

Кількість символів

#### Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		45	^ v
Інтервали		1	^ v
Мікропробіли		537	^ v
Білі знаки		15362	^ v
Парафрази (SmartMarks)		138	^ v



