

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня магістр  
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 144 Теплоенергетика,  
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення виробничо - адміністративної будівлі ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми»

Здобувача(ки) групи ЕМ.м-32  
(шифр групи)

Оніщенко Андрія Андрійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.*

  
(підпис)

Андрій ОНІЩЕНКО  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник завдувач каф. ПГМ, д.т.н. Микола СОТНИК  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Сумський державний університет  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
Микола СОТНИК

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача \_\_\_\_\_ Оніщенко Андрія Андрійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення виробничо-адміністративної будівлі ТОВ "НТК" Дайнемікс" м. Суми»

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р.

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення проектної та статистичної інформації щодо актуальності проведення робіт з обстеження визначеного об'єкта за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних: аналіз результатів вимірювання; опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті. Висновки).

Розділ 2 – Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку термічного опору огорожувальної конструкції, тепловтрат і теплонадходжень. Аналіз обсягів споживання енергоносіїв та води об'єкту дослідження; визначення питомих величин рівня енергоефективності; аналіз енергетичного балансу. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними.. Висновки).

Розділ 3 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним енергозбережним заходом. Аналіз отриманих результатів з розробки заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

Розділ 4 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

Загальні висновки.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 21.10 до 17.11.2024	
2	Захист переддипломної практики	до 20.11.2024	
3	Виконання 1-го розділу	до 17.11.2024	
4	Виконання 2-го розділу	до 27.11.2024	
5	Виконання 3-го розділу	до 05.12.2024	
6	Представлення виконаної роботи	до 08.12.2024	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 14.12.2024	
8	Проведення захисту роботи	з 16.12 до 20.12.2024	

5 Дата видачі завдання 21.10.2024 р

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання



Оніщенко А.А.  
(підпис, прізвище і ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 90 сторінок, 15 рисунків, 14 таблиць, 1 додаток, 27 літературних джерела.

*Метою роботи є:* підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення виробничо - адміністративної будівлі ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі задачі:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- визначення основних напрямків можливої модернізації систем енергопостачання та енергоспоживання будівлі;
- визначення тепловтрат та теплонадходжень виробничо-адміністративної будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

*Предметом дослідження є* системи енергозабезпечення виробничо - адміністративної будівлі ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми.

*Об'єкт дослідження:* виробничо - адміністративна будівля ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, АНАЛІЗ, ЗАХОДИ, СИСТЕМА, НОРМИ, ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВТРАТИ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, УТЕПЛЕННЯ, СТІНИ, ДАХ, ПІДЛОГА, РЕЗУЛЬТАТИ, РОЗРАХУНОК, БУДІВЛЯ, НЕБЕЗПЕЧНІ ТА ШКІДЛИВІ ФАКТОРИ.

*Тема роботи:* «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення виробничо - адміністративної будівлі ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми».

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	9
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	10
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.....	10
1.3.1 Система теплопостачання.....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	13
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення.....	13
1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування.....	14
1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	14
1.4 Висновки за роділом.....	15
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	16
2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	16
2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	17
2.1.2 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	19
2.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії.....	21
2.2.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	23
2.3 Аналіз обсягів споживання води.....	24
2.3.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	25
2.4 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	26
2.4.1 Проведення розрахунку термічного опору огорожувальних конструкцій.....	27
2.4.2 Розрахунок тепловтрат адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс».....	31
2.4.3 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції.....	33
2.5 Висновки за роділом.....	45

3	ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	47
3.1	Опис можливих енергозбережних заходів.....	47
3.2	Утеплення зовнішніх стін екструзійним пінополістеролом.....	47
3.3	Утеплення горизонтального перекриття пінополіуритном.....	54
3.4	Утеплення підлоги пінополіуретаном.....	60
3.5	Встановлення теплового насосу.....	65
3.6	Висновки за роділом.....	71
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	72
4.1	Аналіз можливих небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	72
4.2	Огляд трудового процесу та аналіз праці.....	76
4.3	Фактори які впливають на робочий персонал при роботі з ЕОМ.....	80
	ВИСНОВКИ.....	85
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	87
	ДОДАТОК А.....	90

## ВСТУП

Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України. З огляду на важливість проблеми заощадження енергії в глобальному масштабі, практично у всіх країнах проводяться різні заходи, покликані зменшити кількість споживаної енергії як у промислової, так і в соціальної сферах. У багатьох країнах світу прийняті національні програми по енергозбереженню [1].

Основою проведення енергозберігаючої політики в нашій державі є КДПЕ України. Виходячи з існуючого стану енергозабезпечення та рівня ефективності використання ПЕР в Україні у квітні 1995 р. Президент та Кабінет Міністрів України прийняли рішення про заходи щодо розробки Комплексної державної програми енергозбереження України [1].

Програма призначена для практичного використання на підприємствах та в організаціях, на місцевому, галузевому та державному рівнях; вона містить конкретні, найважливіші енергозберігаючі заходи, які при їх реалізації даватимуть значний енергозберігаючий та економічний ефект [1].

Представлені у програмі розробки зі створення системи державного управління енергозбереженням, його нормативно-правової бази з формування економічного середовища, сприятливого для підвищення ефективного використання ПЕР, фактично створили підґрунтя та сформували основи економічних механізмів у сфері енергозбереження [1].

Об'єктом обстеження є виробничо-адміністративна будівля підприємства НТК «Дайнемікс» засноване в 1997 році ініціативною групою вчених і фахівців-машинобудівників з метою об'єднання зусиль в реалізації власних прикладних розробок і створення сучасного інноваційного машинобудівного виробництва [2].

В даний час колектив підприємства об'єднує вчених, компетентних інженерів-конструкторів, технологів, висококваліфікованих верстатників і слюсарів, що дозволяє ефективно вирішувати завдання створення високотехнологічного обладнання для різних галузей промисловості на всіх етапах: дослідження, проектування, виробництва і впровадження [2].

Відповідність продукції, що випускається європейським стандартам забезпечується діючою на підприємстві системою якості, відповідає Міжнародному стандарту ISO 9001 і сертифікованої німецьким бюро VERITAS.

Патентна чистота продукції і авторські права захищені патентами на винаходи, корисні моделі і промислові зразки [2].

Продукція ТОВ НТК «Дайнемікс» відома в країнах Європи і Азії. Серед постійних споживачів нашої продукції - найбільші підприємства машинобудівної, енергетичної (в тому числі атомної), нафтовидобувної, нафтогазопереробної, нафтогазотранспортної, хімічної та інших галузей промисловості [2].



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є виробничо-адміністративна будівля НТК «Дайнемікс» в місті Суми, за адресою вул. 2-а Заводська буд.1 (рис. 1.1) [5,26].



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі НТК «Дайнемікс»

Технічні характеристики будинку згідно наданої інформації такі [5,26]:

- призначення будівлі – громадська будівля;
- кількість поверхів – 2 поверхи;
- площа забудови – 1285 м<sup>2</sup>;
- опалювальна площа будівлі – 3567 м<sup>2</sup>;
- опалювальний об'єм будівлі – 12960 м<sup>3</sup>;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами – 13580 м<sup>3</sup>.

Кількість людей, які одночасно перебувають в будівлі становить 130 чоловік .

## 1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Під час енергообстеження було встановлено, що фундамент будівлі залізобетонний. Видимі дефекти візуально відсутні.



Стіни будівлі виконані з цегли.  
Плити перекриттів – залізобетонні.  
Перегородки – цегляні, оштукатурені цементним розчином.  
Підлога складається з цементної стяжки та шару плитки, покритої лінолеумом.  
Стеля – залізобетон, керамзит та руберойд.  
Вікна – металопластикові з двохкамерним склопакетом (рис. 1.2).

Рисунок 1.2 – Цегляні стіни з металопластиковим склопакетом

## 1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

Дана будівля має централізовані системи теплопостачання, водопостачання та водовідведення.

Гаряче водопостачання в будівлі відбувається від електричних водонагрівачів, які встановлені в санвузлах [5,26].

### 1.3.1 Система тепlopостачання

Система тепlopостачання є централізованою, де ТОВ «Сумитеплоенерго» є постачальником тепла. Договір на поставку теплової енергії № 520-Т від 27.06.2022 р.

В тепловому пункті встановлений елеваторний вузол (рис. 1.3) та вузол обліку теплової енергії. Схема теплового пункту наведена в додатку А [5].



Рисунок 1.3 – Елеваторний вузол системи тепlopостачання

Система опалення однотрубна з верхнім розведенням. У такій системі рух гарячого теплоносія (води) відбувається зверху вниз через труби та опалювальні прилади. Опалювальні прилади конвективно-радіаційні чавунні батареї (рис. 1.4), підключені до вертикально розташованих трубопроводів з температурою теплоносія 50 – 70°C. Ця система має деякі переваги, такі як менша металоємкість і більш простий монтаж порівняно з двотрубною системою [5,26].



Рисунок 1.4 – Чавунні прилади опалення

Для обліку теплової енергії у будівлі використовується лічильник CALMEX N VKP N2 (рис 1.5) який встановлений на вводі до будівлі, в тепловому пункті перед елеваторним вузлом. Цей лічильник дозволяє виміряти споживану теплову енергію, що надається постачальником [5,26].



Рисунок 1.5 – Лічильник обліку теплової енергії

### 1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 230. підстанції ТП-632, що знаходиться за територією підприємства. Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 0,4 кВ.

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу NIK (рис 1.6) [5,26].



Рисунок 1.6 – Лічильник електричної енергії

### 1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано від КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 324.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 80 мм зі сторони вул. Заводська. На момент обстеження тиск води на вході в будівлю складає  $P_{хв}=0,38$  МПа. Водовідведення в будівлі – централізоване. Трубопроводи холодного водопостачання по будівлі – поліпропіленові. Основними споживачами води є працівники та відвідувачі будівлі [5,26].

Облік води здійснюється лічильником SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 (рис. 1.7), який встановлено на вводі до будівлі.



Рисунок 1.7 – Лічильник обліку холодної води

#### 1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Будівля має природню систему вентиляції. Вона відбувається в результаті теплового та вітрового напору. Вентиляція забезпечує провітрювання виробничих приміщень а також санвузлів.

Система знаходиться в задовільному стані, тому циркуляція свіжого повітря забезпечує належні санітарно-гігієнічні норми [5,26].

#### 1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 01.11.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

- теплова енергія – 2630,57 грн/Гкал;
- водопостачання – 15,98 грн/м<sup>3</sup> ;
- водовідведення – 16,67 грн/м<sup>3</sup> ;
- електрична енергія – 6,2 грн / кВт·год [5,26].

#### 1.4 Висновки за розділом

Об'єктом енергетичного обстеження є виробничо - адміністративна будівля ТОВ "НТК "Дайнемікс" м. Суми.

Засноване в 1997 році ініціативною групою вчених і фахівців-машинобудівників з метою об'єднання зусиль в реалізації власних прикладних розробок і створення сучасного інноваційного машинобудівного виробництва [2].

Адреса: вул. 2-а Заводська буд.1, м. Суми, Сумська область, 40022.

Загальний стан будівлі є задовільним. Під час енергообстеження було встановлено, що фундамент будівлі залізобетонний. Видимі дефекти візуально відсутні. Стіни будівлі виконані з цегли. Стеля – залізобетон, керамзит та руберойд. Вікна – металопластикові з двохкамерним склопакетом (рис. 1.2).

Система тепlopостачання є централізованою, де ТОВ «Сумитеплоенерго» є постачальником тепла.

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано від КП «Міськводоканал».

Система електропостачання централізоване від підстанції ТП-632, що знаходиться за територією підприємства, постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми»

Будівля має природню систему вентиляції. Вона відбувається в результаті теплового та вітрового напору.

В будівлі встановлені лічильники обліку енергетичних ресурсів (тепlopостачання, електричної енергії та холодної води). Лічильники повірені.

## 2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води

Структура споживання ПЕР показує місткість потенціалу енергозбереження і дозволяє визначити пріоритетність робіт по економії використовуваних енергоносіїв [5].

У таблиці 2.1 представлені річні обсяги споживання теплоенергії, електроенергії та води.

Таблиця 2.1 – Обсяги, динаміка споживання ПЕР за 2021 - 2024 роки.

<i>Вид ПЕР</i>	<i>Од.вим.</i>	<i>2021 р.</i>	<i>2022 р.</i>	<i>2023 р.</i>	<i>2024 р.</i>
Опалення	Гкал	345,4	282,2	306,8	96,7
Електроенергія	кВт·год	185 226	133 099	169 252	138 992
Холодна вода	м <sup>3</sup>	526	352	453	391
<b><i>Загальні витрати теплової і ел. енергії</i></b>	<b><i>МВт·год</i></b>	<b><i>586,93</i></b>	<b><i>461,3</i></b>	<b><i>526,1</i></b>	<b><i>251,45</i></b>

Помісячні витрати теплової енергії, електроенергії та води за місяцями наведено у таблицях 2.2 - 2.4 відповідно та в графіках на рисунках 2.1 - 2.3 [5].



### 2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії за три повні минулі опалювальні періоди наведено в таблиці 2.2 та на рисунку 2.1 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку теплової енергії об'єкта [5].

Таблиця 2.2 – Величина споживання теплової енергії за 2021 – 2024 роки

<i>Місяці</i>	<i>2021 рік, Гкал</i>	<i>2022 рік, Гкал</i>	<i>2023 рік, Гкал</i>	<i>2024 рік, Гкал</i>
Січень	78,9	79,5	76,1	56,9
Лютий	69,7	18,9	48,1	23,4
Березень	51,1	16,3	42,7	16,4
Квітень	18,8	-	-	-
Травень	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-
Серпень	-	-	-	-
Вересень	-	-	-	-
Жовтень	26,6	21,4	25,1	-
Листопад	42,7	46,9	56,1	-
Грудень	57,6	54,3	58,7	-
<b>Всього</b>	<b>345,4</b>	<b>282,2</b>	<b>306,8</b>	<b>96,7</b>

### Споживання теплової енергії, Гкал

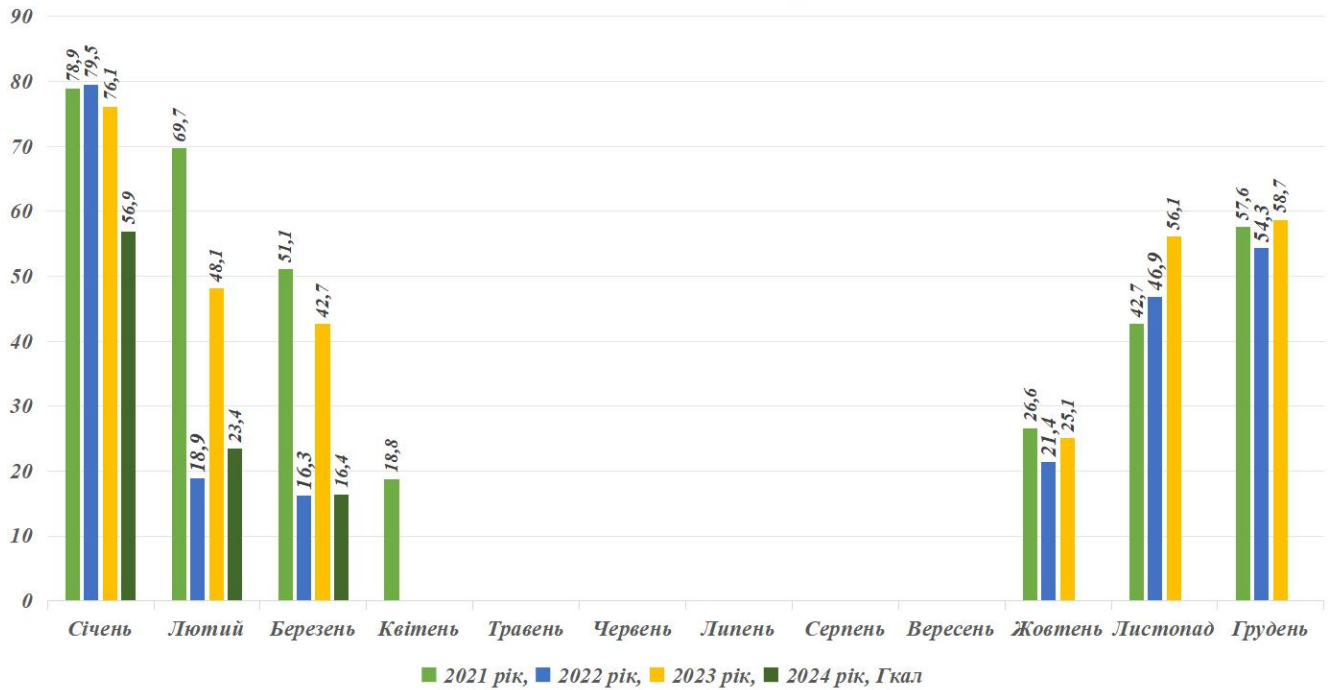


Рисунок 2.1 – Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

З діаграми споживання теплової енергії видно, що її споживання відбувається тільки в опалювальний період, максимум споживання теплової енергії приходить на холодні місяці. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля. Споживання протягом трьох останніх опалювальних періодів більш-менш рівномірне [5,26].

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України [27].

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі, яка обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами. Аналіз ефективності системи тепlopостачання будівлі необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури знаходяться у діапазоні нормованих показників [7, 8].

У подальших аналітичних розрахунках та порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 2021–2022 року, так як цей період характеризується максимально стабільним за режимом роботи системи тепlopостачання і робочим режимом виробничо-адміністративної будівлі [5,27].

### 2.1.2 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

Питома енергопотреба ( $EP$ ) – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі [6]:

$$EP_{use} = \frac{Q_H}{A_f}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (2.1)$$

де  $Q_H$  – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$A_f$  – опалювальна площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [6]:

$$EP_{use} \leq EP_p, \quad (2.2)$$

де  $EP_{use}$  – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_p$  – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, кВт год/м<sup>3</sup> [6].

Нормативна питома енергопотреба для громадських будівель 1–3 поверховістю згідно [6]:

$$EP_p = [38Abci + 15] \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,028 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих об'єктом енергетичного обстеження облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальний рік становлять:

–за 2021-2022 рік –  $Q_{оп} = 345,4$  Гкал;

–за 2022-2023 рік –  $Q_{оп} = 282,2$  Гкал;

–за 2023-2024 рік –  $Q_{оп} = 306,8$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

–за 2021-2022 рік –  $EP = 0,027$  Гкал/м<sup>3</sup>;

–за 2022-2023 рік –  $EP = 0,022$  Гкал/м<sup>3</sup>;

–за 2023-2024 рік –  $EP = 0,024$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить –  $EP = 0,024$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою [6]:

$$\Delta_{EP} = \frac{EP_{use} - EP_p}{EP_p} 100\%, \quad (2.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \frac{0,024 - 0,028}{0,028} 100\% = -14\%$$

Згідно з [6] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «В».

Такий стан усіх технічних та конструктивних елементів, що визначають енергоефективність процесів виробництва та підтримання теплового балансу в будівлі, слід вважати таким, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

Але, враховуючи результати енергетичного обстеження, слід зазначити, що відбір теплової енергії регулюється шляхом "ручної" зміни режиму роботи теплопостачальних установок, тобто примусового зменшення теплоспоживання, в залежності від умов дотримання встановлених для будівлі лімітів теплоспоживання. При цьому будівля обігривається нерівномірно, що призводить до використання додаткових джерел тепла, що збільшує загальні витрати на енергозабезпечення. Така ситуація спричиняє такі проблеми, як порушення циркуляційного тиску теплоносія в системі опалення та відсутність тепловіддачі в крайніх ділянках системи теплопостачання [5,26].

Такі умови слід вважати незадовільними у всіх технічних та конструктивних елементах, що визначають енергоефективність процесу створення та підтримання теплового балансу будівлі [5,26].

## 2.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2021 – 2024 роках наведено в таблиці 2.2 та на рисунку 2.2 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку електроенергії об'єкта [5].

Таблиця 2.3 – Величина споживання електричної енергії за 2021 – 2024 роки

<i>Місяці</i>	<i>2021 рік, кВт·год</i>	<i>2022 рік, кВт·год</i>	<i>2023 рік, кВт·год</i>	<i>2024 рік, кВт·год</i>
Січень	16851	15541	16964	16893
Лютий	16567	4420	12560	14378
Березень	16422	8064	13523	16013
Квітень	16230	7983	12870	15354
Травень	15980	7851	12252	12980
Червень	14894	7324	13237	12156
Липень	14853	12983	13683	13493
Серпень	14453	12450	14652	11684
Вересень	14561	13215	14541	13287
Жовтень	14655	14361	15220	12754
Листопад	14870	14853	14230	-
Грудень	14890	14054	15520	-
<b>Всього</b>	<b>185 226</b>	<b>133 099</b>	<b>169 252</b>	<b>138 992</b>

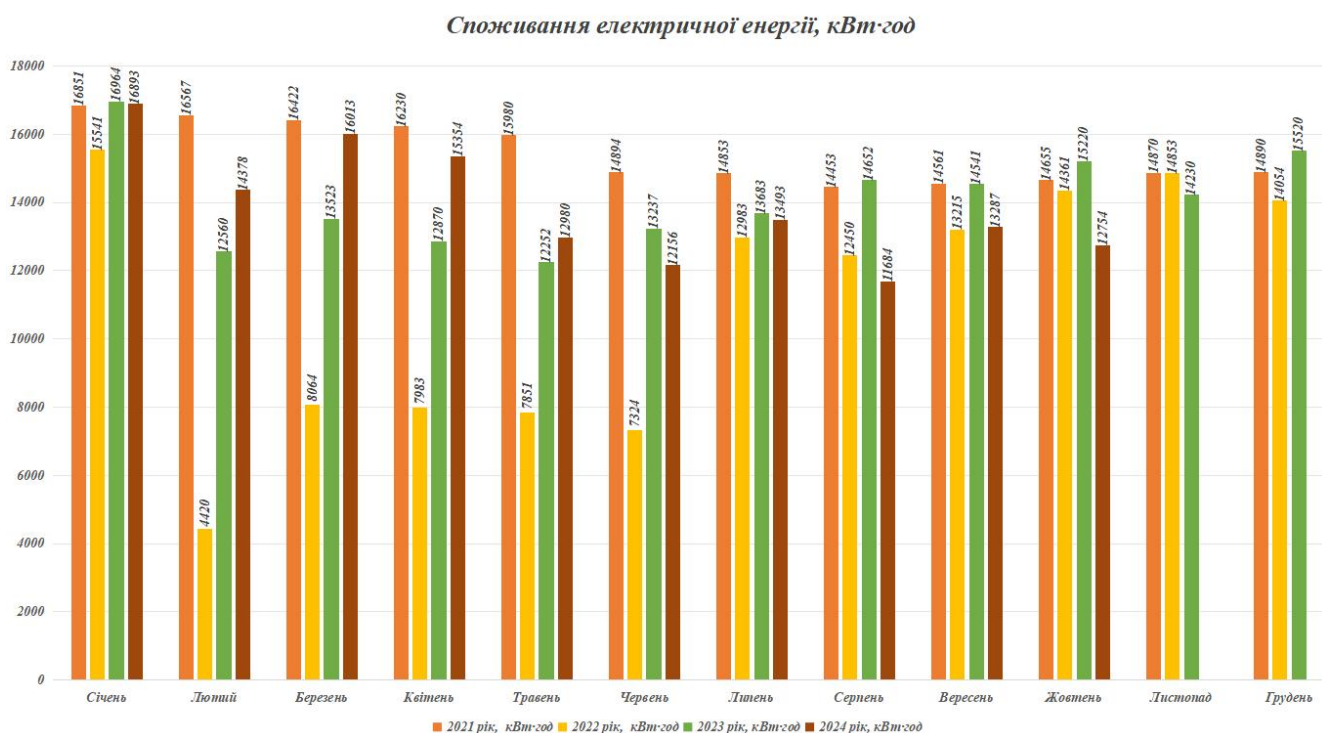


Рисунок 2.2 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2024 роки

З діаграми споживання електроенергії видно, що споживання електричної енергії за 2021-2024 роки майже не змінюється. Електроспоживаюче обладнання працювало в сталому режимі, відбувався контроль за споживанням

Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році. Це є наслідком повномасштабного вторгнення Росії в Україну [5,27].

### 2.2.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням. Згідно з [9 таб.8.1] норма споживання електричної енергії для приміщень адміністративно-управлінських установ складає 115 кВт·год/м<sup>2</sup> корисної площі. Для будівлі НТК «Дайнемікс» фактичне споживання електричної енергії складає [5,26]:

$$\text{- 2021 рік: } \frac{185226 \text{ кВт год}}{3567} = 51,9 \text{ кВт} \cdot \text{ год} / \text{ м}^2;$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{133099 \text{ кВт год}}{3567} = 37,3 \text{ кВт} \cdot \text{ год} / \text{ м}^2;$$

$$\text{- 2023 рік: } \frac{169252 \text{ кВт год}}{3567} = 47,4 \text{ кВт} \cdot \text{ год} / \text{ м}^2;$$

$$\text{- 2024 рік: } \frac{132992 \text{ кВт год}}{3567} = 37,3 \text{ кВт} \cdot \text{ год} / \text{ м}^2.$$

Як видно з розрахунків фактичне значення не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

### 2.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021 – 2024 роках наведено в таблиці 2.4 та на рисунку 2.3 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку води об'єктів.

Таблиця 2.4 – Споживання холодної води за 2021-2024 роки

<i>Місяці</i>	<i>2021 рік, м<sup>3</sup></i>	<i>2022 рік, м<sup>3</sup></i>	<i>2023 рік, м<sup>3</sup></i>	<i>2024 рік, м<sup>3</sup></i>
Січень	51	49	40	43
Лютий	49	8	38	36
Березень	47	9	37	48
Квітень	48	7	32	35
Травень	42	16	33	39
Червень	44	18	34	41
Липень	43	39	35	34
Серпень	42	37	34	37
Вересень	40	38	45	40
Жовтень	38	42	42	38
Листопад	42	44	43	-
Грудень	40	45	40	-
<b>Всього</b>	<b>526</b>	<b>352</b>	<b>453</b>	<b>391</b>



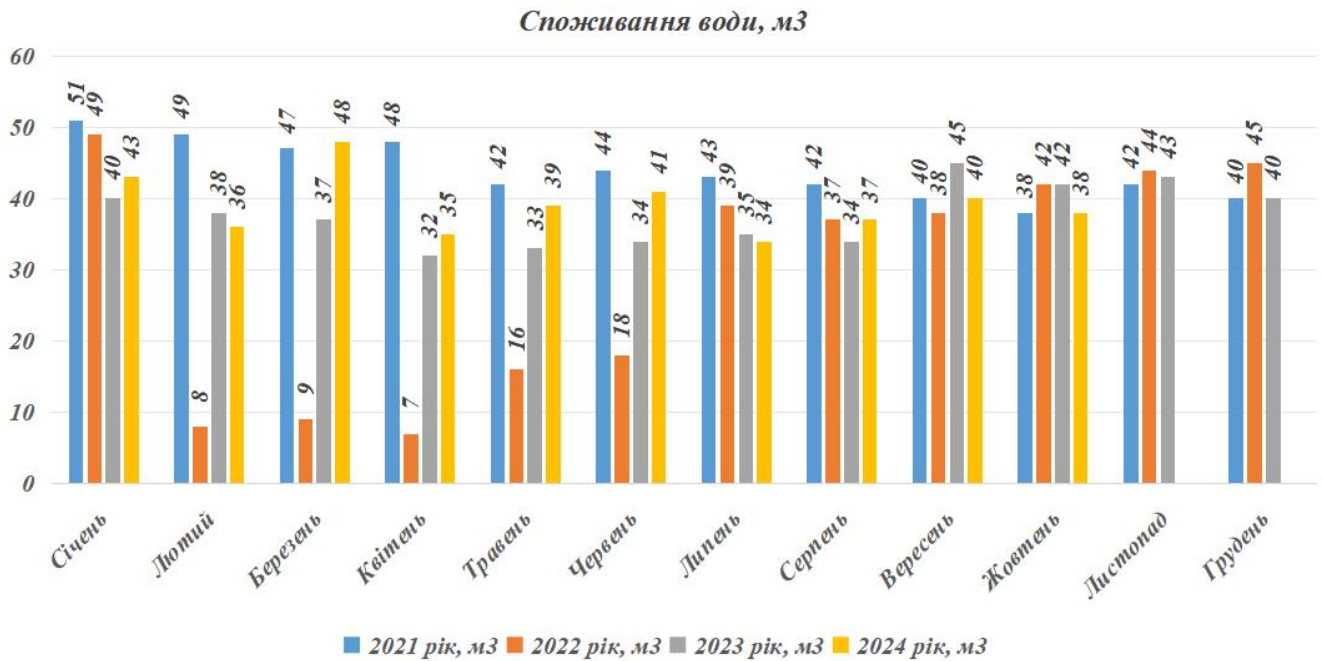


Рисунок 2.3 - Діаграма споживання води за 2021-2024 роки

Споживання холодної води протягом 2021-2024 років майже не змінюється. Це пояснюється контролем за рівнем споживання. Найменше води споживалося в 2022 році. Це є наслідком повномасштабного вторгнення Росії в Україну [5,27].

### 2.3.1 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [10]. Норма витрат води для а будівлі на одного працівника становить – 15 л/добу на 1 працівника [26].

- 2021 рік ( $\frac{526000}{130}$ )/365 = 11,1 л/добу;

- 2022 рік ( $\frac{352000}{130}$ )/365 = 7,4 л/добу;

- 2023 рік ( $\frac{453000}{130}$ )/365 = 9,5 л/добу;

- 2024 рік ( $\frac{391000}{130}$ )/365 = 8,2 л/добу.

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення не перевищують нормовані. Це є задовільним показником.

#### 2.4 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій виробничо-адміністративної будівлі, яка обстежується, отримані за методикою [3] та представлені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Конструктивний елемент	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Теплопровідність, $\lambda_i$ , Вт/м·К.	$R_{\Sigma пр}$ , $\frac{m^2 \cdot K}{B}$	$R_{qmin}$ , $\frac{m^2 \cdot K}{BT}$
Зовнішні стіни	Цегла на цементно-гірничому розчині	0,51	0,81	0,815	4.0
	Штукатурка цементно-піщана	0,03	0,81		
Горищне перекриття	Штукатурка цементно-піщана	0,03	0,81	0,861	7.0
	Залізобетон	0,24	2,04		
	Керамзит	0,2	0,41		
	Руберойд	0,005	0,17		
Підлога	Бетон на щебені з природного каменю	1	1,86	0,71	5.0
	Залізобетон	0,23	2,04		
	Цементна стяжка	0,03	0,81		
	Лінолеум	0,005	0,23		
Вікна	ПВХ	0.1	-	0,52	0,9
Двері	Пластикові	0.2	-	0,52	0,7

#### 2.4.1 Проведення розрахунку термічного опору огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  повинний бути не менше за мінімальні значення  $R_{q \min}$ , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [3].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд внутрішніх між квартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  та більше, обов'язкове виконання умови [3]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min} , \quad (2.4)$$

де  $R_{\Sigma пр}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [3].

Мінімально допустиме значення,  $R_{q \min}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

Термічний опір  $i$ -го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} , \quad (2.5)$$

де  $\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma пр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , непрозорої огорожувачої конструкції розраховується за формулою

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (2.6)$$

де  $\alpha_в$ ,  $\alpha_з$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$n$  – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс» виконаємо згідно методики [3].

#### Зовнішні стіни:

Товщина  $i$ -го шару конструкції [26]:

$\delta_{с1} = 0,5 \text{ м}$  – цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині;

$\delta_{с2} = 0,03 \text{ м}$  – розчин цементно-піщаний.

Теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації:  $\lambda_{с1} = 0,81 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{с2} = 0,81 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$ .

За формулою (2.5) знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

$$R_{с1} = \frac{0,5}{0,81} = 0,62 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_{с2} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції дорівнює  $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , а зовнішньої  $\alpha_{з} = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ .

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховуємо за формулою (2.6):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + (0,62 + 0,037) + \frac{1}{23} = 0,815 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює  $R_{qmin} 4.0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  [6].

#### Горищне перекриття:

Товщина  $i$ -го шару конструкції [26]:

$\delta_{Стл1} = 0,005 \text{ м}$  – руберойд;

$\delta_{Стл2} = 0,24 \text{ м}$  – залізобетон;

$\delta_{Стл3} = 0,2 \text{ м}$  – керамзит;

$\delta_{Стл4} = 0,03 \text{ м}$  – розчин цементно-піщаний;

Теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації:  $\lambda_{Стл1} = 0,17 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{Стл2} = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{Стл3} = 0,41 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{Стл4} = 0,81 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ .

За формулою (2.5) знаходимо термічний опір кожного шару стелі:

$$R_{Cml1} = \frac{0,005}{0,17} = 0,029 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{Cml2} = \frac{0,24}{2,04} = 0,117 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{Cml3} = \frac{0,2}{0,41} = 0,48 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{Cml4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні перекриття горища дорівнює  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , а зовнішньої  $\alpha_3 = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ .

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховуємо за формулою (2.6):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + (0,029 + 0,117 + 0,48 + 0,037) + \frac{1}{12} = 0,861 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі горищного покриття громадських будинків дорівнює  $R_{qmin} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  [6].

Підлога:

Товщина  $i$ -го шару конструкції [26]:

$\delta_{пдл1} = 1 \text{ м}$  – стрічково-бутовий фундамент (бетон на щебені з природного каменю);

$\delta_{пдл2} = 0,23 \text{ м}$  – залізобетон;

$\delta_{пдл3} = 0,03 \text{ м}$  – цементна стяжка;

$\delta_{пдл4} = 0,005 \text{ м}$  – лінолеум на тканевій основі;

Теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації:  $\lambda_{пдл1} = 1,86 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{пдл2} = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{пдл3} = 0,81 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $\lambda_{пдл4} = 0,23 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ .

За формулою (2.5) знаходимо термічний опір кожного шару підлоги:

$$R_{пдл1} = \frac{1}{1,86} = 0,538 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{пдл2} = \frac{0,23}{2,04} = 0,113 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{пдл3} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{пдл4} = \frac{0,005}{0,23} = 0,022 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma пдл} = 0,538 + 0,113 + 0,037 + 0,022 = 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

## Вікна

Приведений термічний опір пластикових вікон визначаємо за таблицею М1 з [3]:  $R_{\Sigma np} = 0,52 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ .

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює  $R_{qmin} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  [6,26].

## Пластикові двері:

Приведений термічний опір пластикових дверей визначаємо за таблицею М1 з [3]:  $R_{\Sigma np} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі вхідних дверей в громадські будинки дорівнює  $R_{qmin} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Як видно з розрахунків дійсний термічний опір огорожувальної конструкції виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс» не відповідає мінімально допустимим значенням [6, таб.1; 26].

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій НТК «Дайнемікс» представлені у таблиці 2.5

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс» виконувався згідно методики [3].

### 2.4.2 Розрахунок тепловтрат адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс»

Методика розрахунку теплових втрат наведено в [3] і представлена на рисунку 2.4.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень, обчислюються за такою формулою[3]:

$$\Sigma Q_{втр} = Q_o + Q_d + Q_{inf} + Q_B, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де  $\Sigma Q_o$  – сумарні втрати теплоти крізь огорожувальні конструкції будівлі, Вт;  
 $\Sigma Q_d$  – сумарні додаткові втрати теплоти крізь огорожувальні конструкції, Вт;  
 $\Sigma Q_{inf}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;  
 $\Sigma Q_B$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, світлові та дверні прорізи, ворота, стелі або неопалювальні горищні і дахові перекриття, неутеплені підлоги, які розташовані над холодним підвальним приміщенням та приміщенням із набагато меншою температурою або яке повністю контактує із зовнішнім середовищем), визначаються за загальною формулою [3]:

$$Q = \frac{F_{orp}}{R_0} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де  $F_{orp}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup> ;  
 $R_0$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків  $R_{q\ min}$ ), м<sup>2</sup> ·°С/Вт;  
 $t_B, t_3$  – температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С ;  
 $n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно [3], таблиця 12.

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції визначаються за формулою:

$$\Sigma Q_o = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{зд} + \Sigma Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$



де  $\sum Q_{ст}$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження, обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\sum Q_{вкн}$  – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\sum Q_{з.д}$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні двері (ворота), обчислені для приміщень у яких є вихід на зовнішню сторону будинку, Вт;

$\sum Q_{пдл}$  – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги, обчислені по кожному приміщенню з такими підлогами, Вт.

#### 2.4.3 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів, що підвищують величини основних тепловтрат на деякі частки від їхніх значень [3].

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [3]:

$$Q_{ор}^Д = Q_{ст} \cdot \beta_{ор}, Вт \quad (2.10)$$

де  $Q_{ст}$  – тепловтрати через кожну зовнішню стіну приміщень, Вт;

$\beta_{ор}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації, приймати  $\beta_{ор} = 0,08$  – при одній зовнішній стіні в приміщенні, і  $\beta_{ор} = 0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні [3]

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей:

$$Q_{з.д}^Д = Q_{з.д} \cdot \beta_{відк}, Вт \quad (2.11)$$

де  $Q_{з,д}$  - втрати теплоти через зовнішні двері (ворота), Вт;

$\beta_{відк}$  – коефіцієнт добавки на відкривання дверей, що має значення: для одинарних дверей для громадських будинків  $\beta_{откр}=3$ ;

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [3]:

$$Q_{пдл}^Д = 0,05 \cdot Q_{пдл}, Вт \quad (2.12)$$

де  $Q_{пдл}$  – втрати теплоти через неутеплені підлоги, Вт.

Сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги:

$$\sum Q_{пдл}^Д = \sum_i^n Q_{i, пдл}^Д, Вт \quad (2.13)$$

де  $Q_{i, пдл}^Д$  – втрати теплоти через неутеплені підлоги по кожному приміщенню, Вт [3];

$n$  – кількість приміщень де є неутеплені підлоги, для яких розраховано значення  $Q_{i, пдл}^Д$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції [3]:

$$\sum Q_Д = \sum Q_{ор}^Д + \sum Q_{з,д}^Д + \sum Q_{пдл}^Д, Вт \quad (2.14)$$

де  $\sum Q_{op}^A$  – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\sum Q_{з,д}^A$  – сумарні додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей, Вт;

$\sum Q_{пдл}^A$  – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$Q_{ВКН}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н.ВКН} \cdot F_{ВКН} \cdot c \cdot (t_B - t_{з,р}) \cdot n_B, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

$t_B$ ,  $t_{з,р}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{н.ВКН}$  – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг/(м<sup>2</sup>·год);

$F_{ВКН}$  – площа віконного прорізу, м<sup>2</sup>

$n_B$  – кількість однотипних вікон.

Сумарні тепловтрати через нещільності світлових прорізів:

$$\sum Q_{ВКН}^{инф} = \sum_i^n Q_{i \text{ ВКН}}^{инф}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

де  $Q_{i \text{ ВКН}}^{инф}$  – втрати теплоти на інфільтрацію, обчислені по кожному світловому прорізу в приміщенні, Вт;

$n$  – кількість світлових прорізів, для яких розраховано значення  $Q_{i \text{ ВКН}}^{инф}$ .

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи:

$$Q_{з.д}^{інф} = 0,28 \cdot G_{з.д} \cdot c \cdot (t_B - t_{з.р}) n_B, Вт \quad (2.17)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005$  кДж/(кг·°С);

$t_B, t_{з.р}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{з.д}$  – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність дверного прорізу, кг/год

$$G_{з.д} = b_{н.д} \cdot L_{н.д} \cdot v_{ср.н.д} \cdot m_n \cdot 3600 \quad (2.18)$$

де  $b_{н.д}$  – ширина встановленої дверної нещільності;

$L_{н.д}$  – загальна довжина нещільності дверного прорізу, м;

$v_{ср.н.д}$  – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільності дверного прорізу за результатами виконаних вимірів;

$m_n$  – маса  $1$  м<sup>3</sup> повітря, рівна  $1,3$  кг.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

$$\sum Q_{інф} = \sum Q_{вкн}^{інф} + \sum Q_{з.д}^{інф}, Вт \quad (2.19)$$

Додаткові тепловтрати на витягну природну вентиляцію, розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності [3]:

$$Q_B = 0,28 \cdot V_{П} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_{з.р}) \cdot n_K \cdot k_V \quad (2.20)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг}\cdot\text{°C}$ ;

$t_b$  і  $t_{z,p}$  - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря,  $\text{°C}$ ;

$V_{\Pi}$  – внутрішній об’єм приміщення,  $\text{м}^3$  ;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho=1,3 \text{ кг/м}^3$

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення ,  $\text{год}^{-1}$  ;

$k_V$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об’єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається  $k_V=0,85$ ).

Середня кратність повітрообміну громадської будівлі, визначається за сумарними повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою [3]:

$$n_k = \frac{\left[ \left( \frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left( \frac{G_{\text{инф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{инф}}}{24 \cdot \rho \cdot c} \right) \right]}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ год}^{-1} \quad (2.21)$$

де  $L_V$  - кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції,  $\text{м}^3/\text{год}$ , для: будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління -  $4F_p$ ; де  $F_p$  - розрахункова площа громадських будинків,  $\text{м}^2$  .

$n_V$  - кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;

$\eta$  - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить  $\eta = 0,7$ .

$G_{\text{инф}}$  - кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час,  $\text{кг/год}$ , приймається  $G_{\text{инф}} = 0,5 \cdot v_V \cdot V_{\Pi}$  ;

$n_{\text{инф}}$  - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня,  $\text{год}$ ;

$V_{\Pi}$  - опалювальний об’єм приміщення,  $\text{м}^3$  ;

$\nu_V$  - коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається  $\nu_V = 0,85$ ;

$\rho_c$  - середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації,  $2,20 \text{ кг/м}^3$

Проведення розрахунку тепловтрат виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс».

Тепловтрати через зовнішні стіни розраховуємо за формулою (2.8):

$$Q_{ст} = \frac{896,4}{0,815} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 49\,494,5 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через горішнє перекриття розраховуємо за формулою (2.8):

$$Q_{стл} = \frac{1280}{0,861} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 66\,899 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу розраховуємо за формулою (2.8):

$$Q_{пдл} = \frac{1285}{0,71} \cdot (20 - (+6)) \cdot 1 = 25\,338 \text{ Вт}$$

Температура в підвальному приміщенню згідно вимірювань склала  $+6^\circ\text{C}$  [5].

Тепловтрати через вікна розраховуємо за формулою (2.8):

$$Q_{вкн} = \frac{150}{0,52} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 12\,980,8 \text{ Вт}$$

Площа пластикових вікон –  $150 \text{ м}^2$  [5].

Тепловтрати через дверні прорізи розраховуємо за формулою (2.8):

$$Q_{двери} = \frac{18}{0,52} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 1\,557,7 \text{ Вт}$$

Площа вхідних пластикових дверей – 18 м<sup>2</sup> [5].

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс» за формулою (2.9):

$$\sum Q_o = 49\,494,5 + 66\,899 + 21\,633,8 + 12\,980,8 + 1\,557,7 = 156\,270 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків розраховуємо за формулою (2.10):

$$Q_{op}^A = 1\,557,7 \cdot 0,13 = 6\,434,3 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на відкриття зовнішніх дверей (2.11):

$$Q_{з,д}^A = 1\,557,7 \cdot 3 = 4\,673,1 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами (2.12):

$$Q_{пдл}^A = 0,05 \cdot 21\,633,8 = 1\,081,7 \text{ Вт}$$

Розраховуємо суму додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції (2.14):

$$\sum Q_d = 6\,434,3 + 4\,673,1 + 1\,081,7 = 12\,189,1 \text{ Вт}$$

Розрахуємо додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи вікон розраховуються за формулою (2.15):

$$Q_{ВКН}^{інф} = 0,28 \cdot 6 \cdot 150 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) = 11\,396,7 \text{ Вт}$$

де  $G_{ВКН} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  – нормативна повітропроникність світлопрозорих конструкцій житлових та громадських будинків згідно [3].

$F_{ВКН} = 150 \text{ м}^2$  - площа вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи розраховуються за формулою (2.17):

$$Q_{з,д}^{інф} = 0,28 \cdot 28,1 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) \cdot 3 = 1\,067,5 \text{ Вт}$$

де  $G_{з,д} = 0,005 \cdot 2 \cdot (2 + 4) \cdot 0,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 28,1 \text{ м}^2$  - масова витрата інфільтраційного повітря через двері.

Розрахуємо сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря за формулою (2.19):

$$\sum Q_{інф} = 11\,396,7 + 1\,067,5 = 12\,464,2 \text{ Вт}$$

Розрахуємо додаткові тепловтрати на витяжну природну вентиляцію, розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності (2.20):

$$Q_B = 0,28 \cdot 12960 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,15 \cdot 0,85 = 27\,201,6 \text{ Вт}$$

$$n_K = \frac{\left[ \left( \frac{4 \cdot 4650 \cdot 2}{24} \right) + \left( \frac{(0,5 \cdot 0,85 \cdot 12960) \cdot 0,8 \cdot 2}{24 \cdot 2,20} \right) \right]}{0,85 \cdot 12960} = 0,15 \text{ год}^{-1}$$



Розрахуємо сумарні розрахункові тепловтрати виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс», графічне зображення на рисунку 2.4:

$$\sum Q_B = 156\,270 + 12\,189,1 + 12\,464,2 + 27\,201,6 = 208\,124,2 \text{ Вт}$$

*Види тепловтрат адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс»*

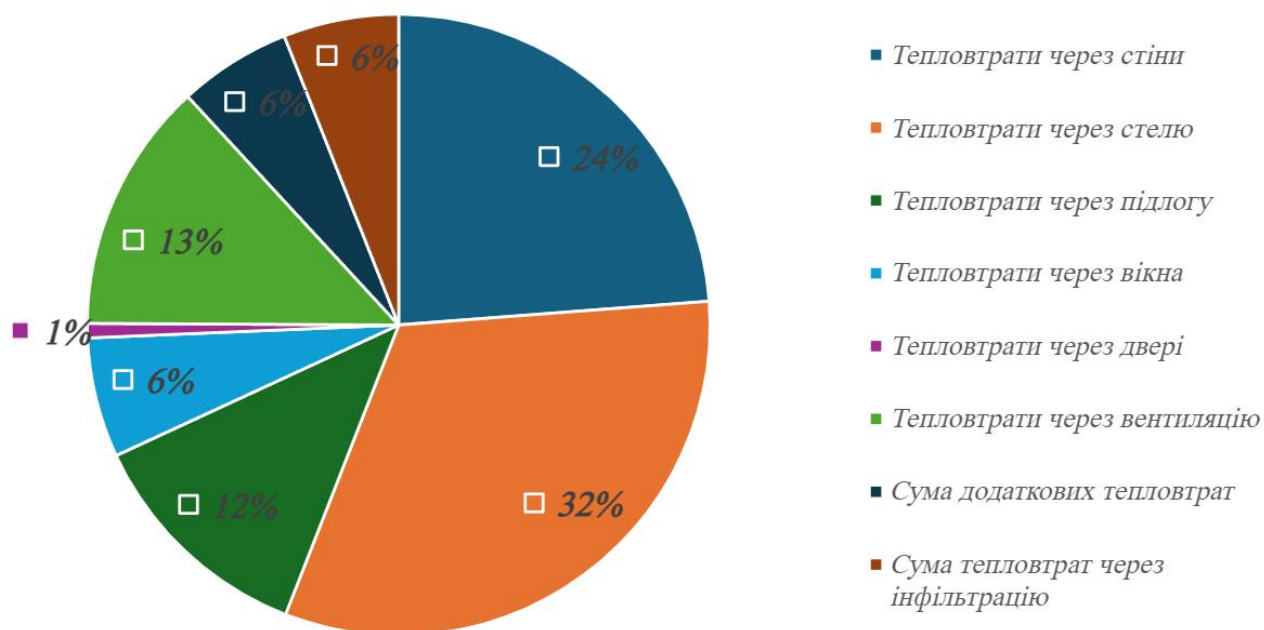


Рисунок 2.4 - Види тепловтрат адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс»

### 2.4.3 Розрахунок теплонадходжень виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс»

Методика розрахунку теплонадходжень наведено в [3].

Теплонадходження від людей [3]:

$$Q_L = q_L \cdot n_L, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

де  $q_L$  – теплонадходження від людей, Вт;

$n_L$  – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування [3]:

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, Вт \quad (2.23)$$

де  $N_{ел}$  – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

$k_{II}$  – коефіцієнт завантаження ( $k_{II}=0,9$ );

$\eta$  – ККД електроустаткування (приймається 0,9);

$k_T$  – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ( $k_T=0,8$ );

$k_c$  – коефіцієнт попиту на електроенергію ( $k_c=0,15$ ).

Теплонадходження від джерел освітлення [3]:

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_з, Вт \quad (2.24)$$

де  $N_{л}$  – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення –  $k_{осв}=0,95$ );

$k_з$  – коефіцієнт завантаження освітлення (за умовою завдання до курсової роботи);

$n_{л}$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації [3]

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c \cdot q_T \cdot F_T) \cdot k_{0.П}, Вт \quad (2.25)$$

де  $q_c$ ,  $q_T$  – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м<sup>2</sup> скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м<sup>2</sup> ( $q_c=250$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_T=100$  Вт/м<sup>2</sup>);

$F_c$  ,  $F_T$  – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених,  $m^2$  ;

$k_{o,п}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу (за умовами завдання  $k_{o,п}=0,5$ ).

Сумарні теплонадходження [3]:

$$\sum Q_{тн} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, Вт \quad (2.26)$$

Проведення розрахунку теплонадходжень виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс»[3].

Теплонадходження від людей розраховуємо за формулою (2.22):

$$Q_{л} = 103 \cdot 130 = 13\,390 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування (2.23) :

$$Q_{ел} = 9000 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,15 = 1\,131,3 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення (2.24):

$$Q_{осв} = 75 \cdot 120 \cdot 0,95 \cdot 0,9 + 18 \cdot 70 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 8\,375,4 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації (2.25):

$$Q_{рад} = (250 \cdot 75 + 100 \cdot 75) \cdot 0,5 = 13\,125 \text{ Вт}$$

Сумарні теплонадходження (2.26):

$$\sum Q_{TH} = 13\,390 + 1\,131,3 + 8\,375,4 + 13\,125 = 36\,021,7 \text{ Вт}$$

Теплова потужність всієї будівлі згідно формули [3]:

$$\Delta Q = Q_B - Q_{TH}, \text{ Вт} \quad (2.27)$$

$$\Delta Q = 208\,124,2 - 36\,021,7 = 172\,102,5 \text{ Вт}$$

Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ будуть становити [3]:

$$\Delta Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_B^{cp} - t_{cp,оп})}{(t_B^{cp} - t_{з,р})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.28)$$

де  $\Delta Q$  – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

$t_B^{cp}$  – внутрішня температура приміщень будівлі (осереднена за приміщеннями), °С;

$t_{cp,оп}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період 2023-2024 р.р., °С;  $t_{cp,оп} = 0,6$  °С [12];

$t_{з,р}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С;

$n_{оп}$  – тривалість опалювального періоду (151 доба - 2023-2024 р.р).

$$\begin{aligned} \Delta Q_{оп} &= 172\,102,5 \cdot \frac{(20 - (+0,6))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 268\,883,77 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \approx \\ &\approx 231,2 \text{ Гкал/рік} \end{aligned}$$

## 2.5 Висновки за розділом

У даному розділі було проаналізовано та представлено в таблицях (2.1-2.4) та рисунках (2.1-2.3) обсяги споживання енергоносіїв та води по місяцям з 2021-2024 рр. і порівняно з нормованими показниками для громадських приміщень [7,8,9,10,11,27].

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

– за 2021-2022 рік –  $EP = 0,027$  Гкал/м<sup>3</sup>;

– за 2022-2023 рік –  $EP = 0,022$  Гкал/м<sup>3</sup>;

– за 2023-2024 рік –  $EP = 0,024$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Значення фактичного споживання електроенергії становить:

- 2021 рік:  $\frac{185226 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3567} = 51,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ ;

- 2022 рік:  $\frac{133099 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3567} = 37,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ ;

- 2023 рік:  $\frac{169252 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3567} = 47,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ ;

- 2024 рік:  $\frac{132992 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3567} = 37,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

Значення фактичних питомих витрат холодної води в л/особу за добу становлять:

- 2021 рік  $(\frac{526000}{130})/365 = 11,1 \text{ л/добу}$ ;

- 2022 рік  $(\frac{352000}{130})/365 = 7,4 \text{ л/добу}$ ;

- 2023 рік  $(\frac{453000}{130})/365 = 9,5 \text{ л/добу}$ ;

- 2024 рік  $(\frac{391000}{130})/365 = 8,2 \text{ л/добу}$ .

Порівнявши фактичні та нормовані показники, можна зробити висновок, що виробничо-адміністративна будівля НТК «Дайнемікс» за більшістю параметрів відповідає сучасним нормативним вимогам [7,8,9,10,11].

Також треба зазначити, що значне зменшення у споживанні енергоносіїв у будівлі за 2022 рік є наслідком воєного стану в країні і тому показники не рівномірні [27].

Результати про розрахунковий аналіз показників енергоефективності (таб.2.5) свідчать про не відповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх вертикальних стінових огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [6, табл. 1]. Незадовільні теплозахисні властивості ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$ ) вимагають впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі [27].

Також в розділі був проведений розрахунок тепловтрат і теплової потужності будівлі і визначені такі показники :

- Сумарні розрахункові тепловтрати виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс», графічне зображення на рисунку 2.4:  $\sum Q_B = 208\,124,2 \text{ Вт}$ ;
- Теплова потужність всієї будівлі:  $\Delta Q = 172\,102,5 \text{ Вт}$

## 3 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 3.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Після розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (див. табл. 2.5), отримані результати свідчать про не відповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх вертикальних стінових огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [6, табл. 1].

Перелік енергозберігаючих заходів :

1. Утеплення зовнішніх стін екструзійним пінополістеролом.
2. Утеплення горищного перекриття пінополіуританом.
3. Утеплення підлоги пінополіуританом.
4. Встановлення теплового насосу.

### 3.2 Утеплення зовнішніх стін екструзійним пінополістеролом

Утеплення зовнішніх стін - одна із основних задач по теплоізоляції будівлі, саме через погано ізольовані стіни, в залежності від конструкції, будинок втрачає до 35% тепла [13].

Оптимальним варіантом утеплення стін з точки зору тепловологообміну є розташування утеплювача із зовнішнього боку конструкції. При цьому, на відміну від утеплення з внутрішньої сторони, велика частина стіни по товщині має позитивну температуру. В обох випадках сумарний опір теплопередачі у стін однаковий, матеріали та вартість робіт одні й ті ж. Але завдяки грамотному взаємному розташуванні шарів стіна, утеплена зовні, більш суха і тепла [13].

Крім того, така система збільшує термін служби захисної конструкції, оскільки захищає її від опадів, вітру, промерзання, температурних коливань, до того ж при правильному підборі товщини теплоізоляції і за умови продуманого розрахунку паропроникності всіх шарів системи не дає водяній парі конденсуватися всередині несучої стіни [13].

Теплоізоляційним матеріалом для утеплення зовнішніх стін пропонується використати екструдований пінополістирол “ПЕНОПЛЕКС GENERAL” - високоефективний теплоізоляційний матеріал останнього покоління, що виготовляється методом екструзії з полістиролу загального призначення. Нульове водопоглинання, висока міцність, низька теплопровідність і екологічність - основні переваги утеплювача “ПЕНОПЛЕКС” в порівнянні з іншими матеріалами.

Призначений для використання в промисловому і цивільному будівництві, є універсальним матеріалом для застосування в будь-яких конструкціях (стіни, скатна та плоска покрівлі, фундамент, фасад, цоколь, підлога, перегородки, встеляючи та ін.) [14].

Розрахуємо необхідну товщину теплоізоляційного шару, визначаємо за формулою [3]:

$$\delta_{ут.ог.к} = (R_{q\ min} - R_{\Sigma ПРст}) \cdot \lambda_{ут} \quad (3.1)$$

де  $\lambda_{ут} = Вт/(м \cdot К)$  – теплопровідність ізолюючого матеріалу [14].

$R_{q\ min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить  $4,0\ м^2 \cdot К/Вт$  [6].

$$\delta_{ут.ст} = (4 - 0,815) \cdot 0,032 = 0,10\ м$$

Отже, товщина екструзійного пінополістеролоу становить 100 мм.



Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі [3]:

$$Q_{огр} = \frac{F_{огр}}{R_0} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, Вт \quad (3.2)$$

$$Q_{огр}^{із} = \frac{896,4}{4} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 10\,085 Вт$$

Розрахуємо різницю між втратами тепла через не утеплені стіни і утеплені знайдемо по формулі [3]:

$$\Delta Q_{ог.к} = Q_{ог.к} - Q_{ог.к}^{із} \quad (3.3)$$

$$\Delta Q_{ст} = 49\,495 - 10\,085 = 39\,410 Вт$$

Розрахуємо тепловтрати крізь стіни за опалювальний період (для м. Суми в середньому складає 187 діб) по формулі [3,12]:

$$Q_{ог.к}^{річ} = \Delta Q_{ог.к} \cdot \frac{(t_B - t_{ср.оп})}{(t_B - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} \quad (3.4)$$

$$Q_{ст}^{річ} = 39\,410 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 84\,112,5 кВт \cdot год/рік \approx 72,3 Гкал$$

Розрахуємо річну економію в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 72,3 \cdot 2\,630,6 = 190\,192,4 \text{ грн/рік}$$

Вартість 1 Гкал становить - 2630,6 грн.

За даними інтернет магазину “КУБ” вартість 1 м<sup>2</sup> екструзійного пінополістеролу “ПЕНОПЛЕКС GENERAL” становить 105 грн, а вартість робіт включаючи матеріали (рис.4.1) становить 700 грн/м<sup>2</sup> [13,15].

#### Матеріали для утеплення стін

1. Полімерно-цементний клей
2. Утеплювач (плитовий)
3. Дюбель тарілчастий
4. Базовий шар клею
5. Сітка фасадна (склосітка)
6. Покриваючий шар клею
7. Пофарбований декоративний шар з ґрунтовкою
8. Комплектуючі системи (кутовий профіль, цокольний профіль та ін.)

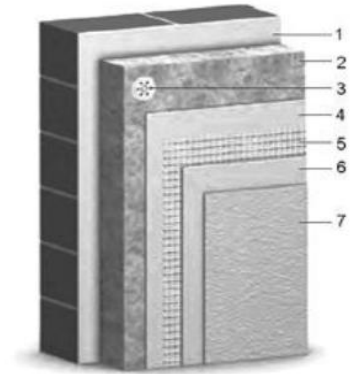


Рисунок 4.1 - Матеріали для утеплення стін [13]

Визначимо вартість впровадження заходу:

$$K = (C_{\text{тов}} + C_{\text{роб}}) \cdot F_{\text{ог}} \quad (3.5)$$

де  $C_{\text{тов}}$  – вартість одиниці продукції, грн.;

$C_{\text{роб}}$  - вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн;

$F_{\text{ог}}$  - площа стін.

$$K = (105 + 700) \cdot 896,4 = 721\,602 \text{ грн}$$

Визначимо простий термін окупності встановлення:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta E} \quad (3.6)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{721\,602}{190\,192,4} = 3,8 \text{ років}$$

Також для впровадження енергозберігаючих заходів пропонується визначити економічну ефективність дисконтованим методом та термін окупності, згідно методики [4].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно за формулою:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (3.7)$$

де  $P_t$  – чистий грошовий потік (грошові надходження) у році  $t$ ;

$I_0$  – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проекту;

$r$  – дисконтна ставка, що використовується для приведення доходів та інвестиційних витрат до єдиного моменту часу (виражається у частках одиниць);

$t_n$  – момент отримання першого доходу;

$T$  – термін реалізації (життєвий цикл) інвестиційного проекту, років.

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.1. Ставку дисконту візьмемо на рівні 13 % (0,13) за даними Мінфіну [25].

Розрахунки проведені згідно формул та методики рохрахунків [4].

Таблиця 3.1 - Оцінка NPV для утеплення стін

Рік	Інвестиції I, грн	Дохід Д, грн	Чистий грошовий потік $P_t$ , грн	Дисконтований множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтована вартість, грн	NPV, грн
0	-721 602	-721 602	-	1	-	-721 602
1	-	190 192,4	-531 409,6	0,88	168 311,86	-553 290,14
2	-	190 192,4	-341 217,2	0,78	148 948,55	-404 341,59
3	-	190 192,4	-151 024,8	0,69	131 812,87	-272 528,72
4	-	190 192,4	39 167,6	0,61	116 648,56	-155 880,16

Продовження таблиці 3.1

5	-	190 192,4	229 360	0,54	103 228,81	-52 651,35
6	-	190 192,4	419 552,4	0,48	91 352,93	38 701,59
7	-	190 192,4	609 744,8	0,43	80 843,30	119 544,89
8	-	190 192,4	799 937,2	0,38	71 542,75	191 087,64
9	-	190 192,4	990 129,6	0,33	63 312,17	254 399,80
10	-	190 192,4	1 180 322	0,29	56 028,46	310 428,27
<b>IRR</b>		<b>23 %</b>	<b>Разом</b>		<b>1 032 030,27</b>	

$$NPV = 1\,032\,030,27 - 721\,602 = 310\,428,27 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку  $NPV > 0$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Також із таблиці 3.1 бачимо, що з урахуванням дисконтної ставки проект окупається – за 5 років.

Чистий дохід проекту становить 1 032 030,27 грн.

Чистий дисконтований дохід дорівнює 310 428,27 грн [4].

Розрахуємо індекс дохідності PI за формулою [4]:

$$PI = \frac{1\,032\,030,27}{721\,602} = 1,43$$

Оскільки  $PI > 1$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Розрахуємо внутрішню норму доходності:

Розрахунок внутрішньої норми доходності, IRR проводиться у програмі Microsoft Excel у такій послідовності [4 п.4.2, таб.4.4].

$$IRR = 23 \%$$

$IRR > 13 \%$ , внутрішня норма доходності перевищує мінімальну ціну інвестицій цього проекту. Проект можна прийняти [4].

Розрахуємо дисконтований термін окупності [4]:

$$PP = 5 + \frac{721\,602 - 668\,950,65}{91\,352,93} = 5,58 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу [4]

№	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	721 602
2	Річна економія	190 192,4
3	Чистий дисконтований дохід, грн	310 428,27
4	Індекс доходності	1,43
5	Внутрішня норма доходності, %	23
6	Дисконтований термін окупності, роки	5,58

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$  - ставки дисконтування [25].

### 3.3 Утеплення горищного перекриття пінополіуритном

Для утеплення даху було обрано пінополіуритан. Тому що пінополіуретан – це найефективніший на сьогодні будівельний матеріал-утеплювач. З ним намагаються конкурувати такі утеплювачі, як мінеральна вата, пінопласт, пінополістерол. Пінополіуретан відноситься до групи легких, але досить міцних матеріалів, має дуже низьку теплопровідність ( $0,019 - 0,035 \text{ Вт/(м*К)}$ ), малу паропроникність і високу адгезію до будь-яких матеріалів (крім поліетилену, тефлону) [16].

Низька теплопровідність матеріалу дозволяє зменшити енерговитрати на опалення будинку взимку і кондиціонування – влітку. Завдяки технології напилення, пінополіуретан покриває поверхні будь-якої складності, форми та конфігурації і ми отримуємо покриття без стиків, щілин та порожнин, додатково забезпечуючи хороший рівень термо-, гідро- та шумоізоляції. Безшовність утеплювача дозволяє уникнути проникнення холодного повітря і за рахунок цього не утворюється конденсат. Ефективність теплозбереження пінополіуретану, як утеплювача, значно вище, ніж у рулонних і листових теплоізолюючих матеріалів.

При правильній експлуатації його термін використання – більше 30 років [16].

В залежності від вихідної сировини (видів компонентів, їх пропорції) отримують легкий – відкритопористий і жорсткий – закритопористий пінополіуретан [17].

Легкий пінополіуретан (відкритопористий) – це полімер, комірки якого мають відкриту структуру, схожу на губку.

Відкритопористий ППУ складається з пов'язаних між собою комірок, які заповнені вуглекислим газом. Газ ( $\text{CO}_2$ ), який забезпечує спінювання цього ППУ, поступається за властивостями теплоізоляції фреону, який міститься у жорсткому ППУ.

Так як, у нього більший коефіцієнт теплопровідності ніж у жорсткого пінополіуретану, відповідно наносити його потрібно з більшою товщиною (100-150 мм). Цей матеріал відмінно поглинає шум, але він менш міцний і відсутні гідроізоляційні властивості, а значить, не рекомендується його застосовувати для зовнішнього утеплення, і для утеплення з високою концентрацією вологості.

Якщо мова йде про необхідність утеплення дахів, внутрішніх перекриттів або перегородок, то його використання цілком виправдано. Також, легкий ППУ – це ідеальний варіант для дерев'яного та каркасного домобудівництва [17].



Рисунок 4.2 - Застосування ППУ на даху [17]

Теплопровідність легкого пінополіуретану низької щільності (25-35 кг/м<sup>3</sup>), складає  $\lambda_{ут} = 0,025 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [17].

Розрахуємо необхідну товщину теплоізоляційного шару, визначаємо за формулою [3]:

$$\delta_{ут.ог.к} = (R_{q \text{ min}} - R_{\Sigma \text{ ПРСТ}}) \cdot \lambda_{ут} \quad (3.7)$$

де  $\lambda_{ут} = Вт/(м \cdot К)$  – теплопровідність ізолюючого матеріалу [17].

$R_{q\ min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі даху, що становить  $7,0\ м^2 \cdot К/Вт$  [6].

$$\delta_{ут.дах} = (7 - 0,861) \cdot 0,025 = 0,15\ м$$

Отже, товщина легкого ППУ становить 150 мм.

Розрахуємо втрати через дах після ізоляції по формулі [3]:

$$Q_0^{із} = \frac{1285}{7} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 8\ 260,7\ Вт$$

Розрахуємо різницю між втратами тепла через не утеплений дах і утеплений знайдемо по формулі[3]:

$$\Delta Q_{дах} = 66\ 898,9 - 8\ 260,7 = 58\ 638,2\ Вт$$

Розрахуємо тепловтрати крізь дах за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [3,12]:

$$Q_{дах}^{річ} = 58\ 638,2 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 125\ 151\ кВт \cdot год/рік \approx 107,6\ Гкал$$

Розрахуємо річну економію в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 107,6 \cdot 2\ 630,6 = 283\ 052,56\ грн/рік$$

Вартість 1 Гкал становить - 2630,6 грн.



За даними сайту PPU Protection ціна за 1 м<sup>2</sup> товщиною 50 мм при площі покриття більше 1000 м<sup>2</sup> включаючи матеріал, роботу і транспортні витрати складає 300 грн [18].

Визначимо вартість впровадження заходу:

$$K = (300 \cdot 3) \cdot 1285 = 1\,156\,500 \text{ грн}$$

Визначимо простий термін окупності встановлення:

$$T_{ок} = \frac{1\,156\,500}{283\,052,56} = 4,1 \text{ років}$$

Також для впровадження енергозберігаючих заходів пропонується визначити економічну ефективність дисконтованим методом та термін окупності, згідно методики [4].

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.3. Ставку дисконту візьмемо на рівні 13 % (0,13). [25]

Розрахунки проведені згідно формул та методики розрахунків [4].

Таблиця 3.3 - Оцінка NPV для утеплення даху

Рік	Інвестиції I, грн	Дохід Д, грн	Чистий грошовий потік P <sub>t</sub> , грн	Дисконтований множник за ставкою r=r <sub>1</sub>	Приведена дисконтована вартість, грн	NPV, грн
0	-1 156 500	-1156500	-	1	-	-1 156 500
1	-	283 052,56	-873 447,44	0,88	250 488,99	-906 011,01
2	-	283 052,56	-590 394,88	0,78	221 671,67	-684 339,34
3	-	283 052,56	-307 342,32	0,69	196 169,62	-488 169,71
4	-	283 052,56	-242 89,76	0,61	173 601,44	-314 568,28

Продовження таблиці 3.3

5	-	283 052,56	258 762,8	0,54	153 629,59	-160 938,69
6	-	283 052,56	541 815,36	0,48	135 955,39	-24 983,30
7	-	283 052,56	824 867,92	0,43	120 314,50	95 331,20
8	-	283 052,56	1 107 920,48	0,38	106 473,01	201 804,22
9	-	283 052,56	1 390 973,04	0,33	94 223,90	296 028,12
10	-	283 052,56	1 674 025,6	0,29	83 383,99	379 412,11
<b>IRR</b>		<b>21 %</b>	<b>Разом</b>		<b>1 535 912,11</b>	

$$NPV = 1\,535\,912,11 - 1\,156\,500 = 379\,412,11 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку  $NPV > 0$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Також із таблиці 3.3 бачимо, що з урахуванням дисконтної ставки проект окупається – за 6 років.

Чистий дохід проекту становить 1 535 912,11 грн.

Чистий дисконтований дохід дорівнює 379 412,11 грн [4].

Розрахуємо індекс дохідності PI за формулою [4] :

$$PI = \frac{1\,535\,912,11}{1\,156\,500} = 1,32$$

Оскільки  $PI > 1$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Розрахуємо внутрішню норму доходності:

Розрахунок внутрішньої норми доходності, IRR проводиться у програмі Microsoft Excel у такій послідовності [4 п.4.2, таб.4.4].

$$IRR = 21 \%$$

$IRR > 13 \%$ , внутрішня норма доходності перевищує мінімальну ціну інвестицій цього проекту. Проект можна прийняти [4].

Розрахуємо дисконтований термін окупності [4]:

$$PP = 6 + \frac{1\,156\,500 - 1\,131\,516,7}{120\,314,5} = 6,21 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу [4]

№	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	1 156 500
2	Річна економія	283 052,56
3	Чистий дисконтований дохід, грн	379 412,11
4	Індекс доходності	1,32
5	Внутрішня норма доходності, %	21
6	Дисконтований термін окупності, роки	6,21

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$  - ставки дисконтування [25].

### 3.4 Утеплення підлоги пінополіуретаном

Багато хто недооцінює важливість утеплення підлог і перекриттів. Хоча, через них відбувається витік тепла в розмірі 9 – 12%. Внутрішня теплоізоляція перекриття та підлоги – один із ключових пунктів в утепленні, що дозволить суттєво економити на обігріві приміщення, захистити стіни і стелю від сирості і грибка. А також, не дозволить теплу виходити з приміщень і холоду заходити знизу [19].

Якщо розглядати підлогу, як окремий елемент, то її можна вважати найхолоднішою частиною. Це обумовлено ефектом конвекції та фізичними властивостями розігрітих газів у повітрі. Тобто, тепле повітря завжди піднімається вгору, а холодне – опускається вниз. В результаті виникає своєрідний кругообіг, тому по підлозі завжди “тягне холодом”. А якщо підлога не утеплена належним чином, то вона сама є джерелом цього холоду, і повітря в кімнаті ніколи не прогрівається повністю.

Якщо вибирати матеріал і технологію утеплення пінополіуретаном, то можна досягти хороших показників в плані енергозбереження та комфорту. Наслідком цього стане відсутність будь-якої вологості, протягів і холоду, що тягнуться по підлозі [19].



Рисунок 4.3 - Застосування ППУ на підлозі [19]

Розрахуємо необхідну товщину теплоізоляційного шару, визначаємо за формулою [3]:

$$\delta_{ут.ог.к} = (R_{q\ min} - R_{\Sigma ПРСТ}) \cdot \lambda_{ут} \quad (3.8)$$

де  $\lambda_{ут} = Вт/(м \cdot К)$  – теплопровідність ізолюючого матеріалу [17].

$R_{q\ min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги, що становить  $5,0\ м^2 \cdot К/Вт$  [6].

$$\delta_{ут.підл} = (5 - 0,71) \cdot 0,025 = 0,11\ м$$

Отже, товщина жосткого ППУ становить 110 мм.

Розрахуємо втрати через підлогу після ізоляції по формулі [3]:

$$Q_0^{із} = \frac{1285}{5} \cdot (20 - (+6)) \cdot 1 = 3\ 598\ Вт$$

Розрахуємо різницю між втратами тепла через не утеплену підлогу і утеплену, знайдемо по формулі [3]:

$$\Delta Q_{підл} = 25\ 338 - 3\ 598 = 21\ 740\ Вт$$

Розрахуємо тепловтрати крізь підлогу за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [3,12]:

$$Q_{підл}^{річ} = 21\ 740 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (+6))} \cdot 24 \cdot 187 = 149\ 141,4\ кВт \cdot год/рік \approx \approx 128,2\ Гкал$$

Розрахуємо річну економію в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 128,2 \cdot 2\,630,6 = 337\,242,92 \text{ грн/рік}$$

Вартість 1 Гкал становить - 2630,6 грн.

За даними сайту PPU Protection ціна за 1 м<sup>2</sup> товщиною 50 мм при площі покриття більше 1000 м<sup>2</sup> включаючи матеріал, роботу і транспортні витрати складає 300 грн [18].

Визначимо вартість впровадження заходу:

$$K = (300 \cdot 2,2) \cdot 1285 = 848\,100 \text{ грн}$$

Визначимо простий термін окупності встановлення:

$$T_{ок} = \frac{848\,100}{337\,242,92} = 2,5 \text{ років}$$

Також для впровадження енергозберігаючих заходів пропонується визначити економічну ефективність дисконтованим методом та термін окупності, згідно методики [4].

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.5. Ставку дисконту візьмемо на рівні 13 % (0,13). [25]

Розрахунки проведені згідно формул та методики розрахунків [4].

Таблиця 3.5 - Оцінка NPV для утеплення підлоги

Рік	Інвестиції I, грн	Дохід Д, грн	Чистий грошовий потік P <sub>t</sub> , грн	Дисконтований множник за ставкою r=r <sub>1</sub>	Приведена дисконтована вартість, грн	NPV, грн
0	-848 100	-848 100	-	1	-	-848 100
1	-	337 242,92	-510 857,08	0,88	298 445,06	-549 654,94
2	-	337 242,92	-173 614,16	0,78	264 110,67	-285 544,26
3	-	337 242,92	163 628,76	0,69	233 726,26	-51 818,00
4	-	337 242,92	500 871,68	0,61	206 837,40	155 019,40
5	-	337 242,92	838 114,6	0,54	183 041,95	338 061,34
6	-	337 242,92	1 175 357,52	0,48	161 984,02	500 045,36
7	-	337 242,92	1 512 600,44	0,43	143 348,69	643 394,06
8	-	337 242,92	1 849 843,36	0,38	126 857,25	770 251,31
9	-	337 242,92	2 187 086,28	0,33	112 263,05	882 514,36
10	-	337 242,92	2 524 329,2	0,29	99 347,83	981 862,19
<b>IRR</b>		<b>38 %</b>	<b>Разом</b>		<b>1 829 962,19</b>	

$$NPV = 1\,829\,962,19 - 848\,100 = 981\,862,19 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку  $NPV > 0$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Також із таблиці 3.3 бачимо, що з урахуванням дисконтної ставки проект окупається – за 3 років.

Чистий дохід проекту становить 1 829 962,19 грн.

Чистий дисконтований дохід дорівнює 981 862,19 грн [4].

Розрахуємо індекс дохідності PI за формулою [4]:

$$PI = \frac{1\,829\,962,19}{848\,100} = 2,16$$

Оскільки  $PI > 1$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Розрахуємо внутрішню норму доходності:

Розрахунок внутрішньої норми доходності, IRR проводиться у програмі Microsoft Excel у такій послідовності [4 п.4.2, таб.4.4].

$$IRR = 38 \%$$

$IRR > 13 \%$ , внутрішня норма доходності перевищує мінімальну ціну інвестицій цього проекту. Проект можна прийняти [4].

Розрахуємо дисконтований термін окупності [4]:

$$PP = 3 + \frac{848\,100 - 796\,282}{206\,837,4} = 3,25 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.6.



Таблиця 3.6 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу [4]

№	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	848 100
2	Річна економія	337 242,92
3	Чистий дисконтований дохід, грн	981 862,19
4	Індекс дохідності	2,16
5	Внутрішня норма дохідності, %	38
6	Дисконтований термін окупності, роки	3,25

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$  - ставки дисконтування [25].

### 3.5 Встановлення теплового насосу.

Тепловий насос - представляє собою пристрій, що дозволяє передати теплоту від більш холодного тіла до більш нагрітого за рахунок використання додаткової енергії (частіше всього - механічної).

Головне застосування теплових насосів в даний час - нагрів теплоносія для систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель. Однак, їх можна використовувати й для технологічних цілей. [20,27]



Рисунок 3.2 – Тепловий насос повітряний - «повітря-вода»[21]

Навколишнє повітря - невичерпне джерело теплової енергії. Навіть за невеликих мінусових температур повітряний тепловий насос витягує тепло із зовнішнього повітря і багаторазово примножує його, передаючи воді в системі опалення та ГВП. Витрачаючи 1 кВт електроенергії отримується до 5 кВт тепла.

Але ефективність роботи теплового насоса повітря-вода залежить від зовнішньої температури: що нижче температура назовні, то більше енергії витрачається для отримання необхідної кількості тепла.

Повітряний ТН складається з одного або кількох блоків, причому, блок з вентилятором встановлюється зовні будинку, а внутрішній тихий - компактно на стіні або підлозі. Можуть встановлюватися та працювати з радіаторами, теплою підлогою та фанкойлами, у каскаді для отримання потрібної потужності по теплу/холоду [21,27].

Рекомендується встановити тепловий насос після проведення енергозберігаючих заходів, тобто утеплення огорожувальних конструкцій, щоб уникнути більших витрат.

Розрахуємо загальну теплову потужність всієї будівлі після впровадження ЕЗЗ та після за формулою (2.26):

$$\Delta Q = 124\,819,3 - 36\,021,7 = 88\,797,6 \text{ Вт} = 88,8 \text{ кВт}$$

Розрахуємо теплову потужність для теплового насосу в середньорічну зиму, тобто середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{\text{ср.оп}} \approx -1,4 \text{ }^\circ\text{C}$  [12] :

$$\Delta Q_{\text{ТН}} = 88,8 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 1,2 \approx 50 \text{ кВт}$$

Розрахуємо розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі після впровадження ЕЗЗ і середньою тривалістю опалювального періоду становити  $n_{оп} \approx \approx 187$  днів [3,12]:

$$\Delta Q_{оп} = 88,8 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 189\,525,25 \text{ кВт} \cdot \text{год} \approx 163 \text{ Гкал}$$

Розрахуємо річну витрату при централізованому опаленні та при використанні теплового насосу в грошовому еквіваленті, але при розрахунку ТН потрібно ще враховувати коефіцієнт COP (COP=4,6) [22]:

Витрати в грошовому еквіваленті для централізованого опалення:

$$\Delta B_{ц}^{оп} = 163 \cdot 2\,630,6 = 428\,787,8 \text{ грн/рік}$$

Вартість 1 Гкал становить - 2630,6 грн.

Витрати в грошовому еквіваленті на опалення за допомогою ТН :

$$\Delta B_{ТН}^{оп} = (189\,525,25 \cdot 6,2)/4,6 = 255\,447 \text{ грн/рік}$$

Вартість 1 кВт становить - 4,6 грн.

Визначимо річну економію впровадження теплового насосу в грошовому еквіваленті в порівнянні з централізованим опаленням.

$$\sum \Delta E_{ЕК}^{рік} = 428\,787,8 - 255\,447 = 173\,340,8 \text{ грн/рік}$$

Пропонується встановити тепловий насос повітря-вода Logic Power LP-27, роторний потужністю 27,1 кВт, коефіцієнтом COP 4,6 і максимальною температурою на виході 60°C. Моноблочний тепловий насос із зовнішнім компресором – ефективне рішення для встановлення на комерційних об'єктах. Компресорний блок із вбудованим теплообмінником фреон – вода розташовується зовні [22].

Переваги моноблочного теплового насоса:

- Надійна конструкція з мінімальною кількістю додаткових елементів, які можуть спричинити поломку механізму.
- Проста установка на рівні звичайних сантехнічних робіт.
- Стабільна робота компресора на заводських параметрах з однаковим споживанням електроенергії.
- Простота та комфортність в експлуатації. Тепловий насос повітря вода для квартири, будинку чи бізнесу не потребує спеціального обслуговування під час використання.
- Інтелектуальна система віддаленого керування дозволяє налаштувати основні параметри та контролювати роботу теплового насоса, підключившись до нього через Wi-Fi за допомогою контролера, що входить до стандартної комплектації.

Мінуси:

- Високий пусковий струм. Виділена електрична потужність може бути обмежена, особливо у разі використання генератора.
- Відсутність захисту від вимкнення електрики, вода у зовнішньому блоці може замерзнути [22].

Загальна сума всіх витрат ( $K$ , грн), яка складається разом з вартості всього комплекту обладнання, необхідного для організації та функціонування системи двох теплових насосів, та вартості проектних робіт і робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить – 440 000 грн з ПДВ +30% [22].

Визначимо простий термін окупності встановлення теплового насосу [3]:

$$T_{ок} = \frac{(440\,000 \times 0,3) + 440\,000}{173\,340,8} = 3,3 \text{ років}$$

Також для впровадження енергозберігаючих заходів пропонується визначити економічну ефективність дисконтованим методом та термін окупності, згідно методики [4].

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.7. Ставку дисконту візьмемо на рівні 13 % (0,13). [25]

Розрахунки проведені згідно формул та методики рохрахунків [4].

Таблиця 3.7 - Оцінка NPV для встановлення теплового насосу

Рік	Інвестиції I, грн	Дохід Д, грн	Чистий грошовий потік P <sub>t</sub> , грн	Дисконтований множник за ставкою r=r <sub>1</sub>	Приведена дисконтована вартість, грн	NPV, грн
0	-572 000	-572 000	-	1	-	-572 000
1	-	173 340,8	-398 659,2	0,88	153 398,94	-418 601,06
2	-	173 340,8	-225 318,4	0,78	135 751,27	-282 849,79
3	-	173 340,8	-51 977,6	0,69	120 133,87	-162 715,92
4	-	173 340,8	121 363,2	0,61	106 313,16	-56 402,76
5	-	173 340,8	294 704	0,54	94 082,44	37 679,68
6	-	173 340,8	468 044,8	0,48	83 258,80	120 938,48
7	-	173 340,8	641 385,6	0,43	73 680,35	194 618,83
8	-	173 340,8	814 726,4	0,38	65 203,85	259 822,68
9	-	173 340,8	988 067,2	0,33	57 702,52	317 525,21
10	-	173 340,8	1 161 408	0,29	51 064,18	368 589,39
<b>IRR</b>		<b>28 %</b>	<b>Разом</b>		<b>940 589,39</b>	

$$NPV = 940\,589,39 - 572\,000 = 368\,589,39 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку  $NPV > 0$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Також із таблиці 3.3 бачимо, що з урахуванням дисконтної ставки проект окупається – за 4 років.

Чистий дохід проекту становить 940 589,39 грн.

Чистий дисконтований дохід дорівнює 368 589,39 грн [4].

Розрахуємо індекс дохідності PI :

$$PI = \frac{940\,589,39}{572\,000} = 1,64$$

Оскільки  $PI > 1$ , дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [4].

Розрахуємо внутрішню норму доходності:

Розрахунок внутрішньої норми доходності, IRR проводиться у програмі Microsoft Excel у такій послідовності [4 п.4.2, таб.4.4].

$$IRR = 28 \%$$

$IRR > 13 \%$ , внутрішня норма доходності перевищує мінімальну ціну інвестицій цього проекту. Проект можна прийняти [4].

Розрахуємо дисконтований термін окупності [4]:

$$PP = 4 + \frac{572\,000 - 515\,597,24}{94\,082,44} = 4,6 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу [4]

№	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	572 000
2	Річна економія	173 340,8
3	Чистий дисконтований дохід, грн	368 589,39
4	Індекс дохідності	1,64
5	Внутрішня норма дохідності, %	28
6	Дисконтований термін окупності, роки	4,6

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$  - ставки дисконтування [25].

### 3.6 Висновки за розділом

У розділі були запропоновані такі енергозберігаючі заходи: утеплення стін, даху, підлоги та встановлення теплового насосу. Серед цих проектів в першу чергу найбільш доцільно зробити утеплення будівлі. Потім встановлювати тепловий насос, оскільки в не утеплену будівлю потібен потужніший ТН, а це марна витрата грошей. Ці два теплових насоса Logic Power LP-27 розрахованні вже на утеплену будівлю і потребують менший бюджет.

Ці енергоощадні заходи є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$ , результати розрахунків представлені в таблицях 3.1-3.8.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз можливих небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Виробничі фактори за характером впливу на людину можна розділити на шкідливі і небезпечні.

*Небезпечний виробничий фактор* – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я.

*Шкідливий виробничий фактор* – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання [23].

Розглянемо класифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть відноситись до об'єкту обстеження (НіШВФ) відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[23].

*Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:*

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні і його різка зміна;
- невідповідні параметри мікроклімату;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухливість повітря;
- відсутність або нестача природного світла;



- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги) [23].

Кожен фактор окремо начебто і не становить особливої небезпеки для здоров'я людини при короткочасному впливі. Але часто працівник перебуває тривалий час у їх оточенні, та ще відразу декількох, тому їх вплив стає цілком відчутним [24].

*Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори включають наступні біологічні об'єкти:*

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, найпростіші і інші), а також продукти їх життєдіяльності;
- макроорганізми, що негативно впливають на людину.

*Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори за характером дії підрозділяються на наступні:*

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

*Фізичні перевантаження підрозділяються на:*

- статичні;
- динамічні.

*Нервово-психічні перевантаження підрозділяються на:*

- розумове перенапруження;
- перенапруження аналізаторів;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

Під напруженістю роботи мається на увазі навантаження на нервову систему, органи почуттів (більше аналізатори). Сюди можна віднести тривалу розумову роботу, монотонність виконуваних процесів, емоційні перевантаження. Все це шкідливі виробничі фактори, які, якщо розібратися, практично кожен з нас на своєму робочому місці відчуває в тій чи іншій мірі [24].

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може відноситися одночасно до різних перелічених вище груп. Крім того, характер впливу фактора на людину залежить від кількісної оцінки цього фактора (наприклад, концентрація шкідливої речовини або рівень шуму). Тому практично кожен фактор може бути шкідливим або небезпечним [23].

Вплив шкідливих факторів на людину.

На будь-якому підприємстві необхідно з метою створення сприятливих умов для працівників намагатися забезпечувати комфортну обстановку. Це стосується, насамперед, чистоти повітря у виробничих приміщеннях [24].

Захист працівників від небезпечних речовин.

Незважаючи на всі заходи, спрямовані на нейтралізацію шкідливого впливу факторів, неможливо досягти ідеальних умов праці.

Це не дозволяють зробити особливості технологічних процесів, продукція та сировина для її виготовлення та ін. Тому для керівників захист від шкідливих виробничих факторів — це першочергове завдання [24].

Заходи безпеки.

Вони спрямовані, насамперед, на те, щоб шкідливі виробничі фактори не надавали свого небезпечного впливу на людину. З цією метою на будь-якому підприємстві в обов'язковому порядку повинен проводитись інструктаж з безпеки. Дата проведення, зміст фіксуються у спеціальному журналі за підписом усіх інструктируємих і того, хто провів цей інструктаж. Всього можна виділити кілька різновидів такої роботи [24]:

- Вступний інструктаж. Його проводять в обов'язковому порядку з прийнятими на роботу особами. Тут не має значення ні вік, ні стаж або посаду.
- Первинний. Здійснюється вже на своєму робочому місці, проводить його зазвичай майстер або керівник даного відділу або цеху.
- Повторний. Проводиться для всіх без винятку працівників через кожні півроку.
  - Позаплановий. Його проводять, якщо:
    - 
    - Змінилися правила.
    - Змінився технологічний процес.
    - Придбали нове обладнання.
    - Були виявлені випадки порушення працівниками правил техніки безпеки.
    - Після тривалих перерв у роботі.

Досить часто можна зустріти на практиці ситуацію, коли працівникам просто дають розписатися в журналах з техніки безпеки без проведення інструктажу. Це просто неприпустимо. Будь-який нещасний випадок у цій ситуації буде повністю лежати на совісті таких недбайливих керівників, які працюють тільки для галочки [24].

#### 4.2 Огляд трудового процесу та аналіз умов праці

Трудовий процес на об'єкті здійснюється в певних умовах виробничого середовища, які характеризуються сукупністю елементів і факторів матеріально-виробничого середовища. Розглянемо умови праці колективу адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс». Для роботи використовується наступне обладнання [23]:

- комп'ютер (ноутбук);
- монітор;
- принтер;
- лампа для додаткового освітлення.

Робочі місця знаходяться в схожих приміщеннях, довжина та ширина в яких різна, довжина 12 м, ширина – 8 м. Рівень шуму в приміщенні 50 дБ, освітленість робочого місця складає 300 - 350 лк. Повітря робочої зони має наступні параметри: температура – 18 - 20°C, швидкість руху – 0,2 м/с, вологість – 50 %. Тривалість зосередженого нагляду складає 50 % від робочого часу [24].

Детальна характеристика в табл. 4.1.

Таблиця - 4.1 Характеристика об'єкту після спостережень

Назва	Параметр
Рівень шуму.	50 дБ (30 дБ)
Освітленість робочого місця.	300 - 350 лк
Температура повітря.	18 - 20 °С
Швидкість руху повітря.	0,2 м/с
Вологість повітря.	50 %
Тривалість зосередженого нагляду від робочого часу.	50 %
Категорія робіт по ступеню важкості.	легка II б
Точність зорових робіт.	середня (мала)
Категорій приміщень і будівель за вибуховопожежною та пожежною небезпекою.	Д
Інтегральна бальна оцінку важкості праці.	40 б - III (27,4 б - II)
Працездатність людини.	62 (81,5)
Зростання продуктивності праці.	6,3 %

Для аналізу умов праці широко використовується інтегральна оцінка, яка базується на використанні показника – важкість праці. Під важкістю праці розуміється ступінь сукупного впливу всіх факторів умов праці на працездатність людини та його здоров'я. Для об'єктивної оцінки важкості праці всі матеріально-виробничі елементи умов праці розміщені в порядку зростання ступенів небезпеки і шкідливості у відповідності до шести категорій важкості праці [24,(таблиця П.1)].

Методика розрахунку інтегрального показника важкості праці наведена в [24].

При визначенні інтегрального показника важкості праці враховуються біологічно значимі елементи умов праці, що викликають пограничні і патологічні зміни і реакції організму працюючого. Біологічно значимі елементи – це елементи, що отримали при оцінці з урахуванням експозиції (тривалість дії впродовж зміни) бал два і більше.

Інтегральну бальну оцінку важкості праці  $I_T$  на конкретному робочому місці можна визначити за формулою [24]:

$$I_T = 10 \cdot \left( X_{OП} + \bar{X} \cdot \frac{6 - X_{OП}}{6} \right), \quad (4.1)$$

$$I_T = 10 \cdot \left( 3 + 2 \cdot \frac{6 - 3}{6} \right) = 40$$

де  $X_{OП}$  – елемент умов праці, який одержав найбільшу оцінку;

$\bar{X}$  – середній бал усіх елементів умов праці крім визначаючого  $X_{OП}$ .

Інтегральна бальна оцінка важкості праці в 40 балів відповідає III категорії тяжкості праці [24, (таблиця П.2)].

Середній бал елементів умов праці визначають за формулою [24]:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / (n - 1), \quad (4.2)$$

$$\bar{X} = \frac{1 + 1 + 1 + 2 + 3 + 2}{6 - 1} = 2$$

Після змін мікроклімату, тобто (зменшення шуму, класу точності) :

$$\bar{X} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2}{6 - 1} = 1,6$$

де  $\sum_{i=1}^n X_i$ , – сума всіх елементів крім визначаючого  $X_{OП}$ ;

$n$  – кількість врахованих елементів умов праці.

Якщо умови праці оцінюються тільки балами 1 і 2, то інтегральну оцінку важкості праці визначають за формулою [24]:

$$I_T = 19,7 \cdot \bar{X} - 1,6 \cdot \bar{X}^2, \quad (4.3)$$

$$I_T = 19,7 \cdot 1,6 - 1,6 \cdot 1,6^2 = 27,4$$

де  $\bar{X}$  – середній бал всіх елементів умов праці.

Інтегральна бальна оцінка важкості праці в 27,4 балів відповідає II категорії тяжкості праці [24, (таблиця П.2)].

За величиною інтегральної бальної оцінки важкості праці визначають категорію умов праці [24, (таблиця П.2)].

Інтегральна бальна оцінка важкості праці  $I_T$  дозволяє визначити вплив умов праці на працездатність людини. Для цього спочатку визначається ступінь стомлення в умовних одиницях [24]:

$$Y = \frac{I_T - 15,6}{0,64}, \quad (4.4)$$

де 15,6 и 0,64 – коефіцієнти регресії.

Працездатність людини визначається як величина протилежна стомленню (в умовних одиницях) [24]:

$$R = 100 - Y, \quad (4.5)$$

$$R = 100 - \frac{40 - 15,6}{0,64} = 62$$

Після змін мікроклімату, тобто (зменшення шуму, класу точності) :

$$R = 100 - \frac{27,4 - 15,6}{0,64} = 81,5$$

Вплив зміни працездатності на продуктивність праці визначається за формулою [24]:

$$\Delta W = \left( \frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \cdot 100 \cdot 0,2, \quad (4.6)$$

$$\Delta W = \left( \frac{81,5}{62} - 1 \right) \cdot 100 \cdot 0,2 = 6,3 \%$$

де  $\Delta W$  – зростання продуктивності праці, %;

$R_1$  і  $R_2$  – працездатність в умовних одиницях до і після впровадження заходів з охорони праці, які знизили важкість праці;

0,2 – емпіричний коефіцієнт, який показує вплив зростання рівня працездатності на продуктивність праці.

*Висновок* : оцінка умов праці показала, що вони не є комфортними (III категорія тяжкості праці). Отже, необхідно розробити заходи по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці. Після введених заходів зростання продуктивності зросла на 6,3 %.

#### 4.3 Фактори які впливають на робочий персонал при роботі з ЕОМ

Важливою особливістю робочого процесу є значне інформаційне навантаження. Значне навантаження на центральну нервову і зорову системи викликає підвищення нервово-емоційної напруги, і, як наслідок, негативно впливає на серцево-судинну систему. Важливою стороною функціонування організму користувача є вплив на нього комплексу факторів трудового середовища, що включають дію електромагнітних хвиль різних частотних діапазонів, статичної електрики, шуму, мікрокліматичних факторів та ін.. Дія цього специфічного комплексу може негативно впливати на здоров'я людини [24].

При роботах з використанням комп'ютерів виникає цілий ряд ергономічних проблем, рішення яких може значно понизити навантаження. Робота користувача ЕОМ найчастіше проходить при активній взаємодії з іншими людьми.



Тому виникають питання міжособових взаємовідносин, що включають як психологічні, так і соціально-психологічні аспекти. Таким чином, на користувача ЕОМ впливають 4 групи факторів трудового середовища: *фізичні, ергономічні, інформаційні і соціально-психологічні* [24].

Робота на ПК припускає візуальне сприйняття відображеної на екрані монітора інформації, тому значному навантаженню піддається зоровий апарат.

Симптоми порушення зору можна умовно розділити на дві групи [24]:

- очні симптоми (біль, роздратування, печіння, червоність, свербіж);
- зорові симптоми (пелена перед очима, двоїння або мигтіння).

При роботі в положенні сидячи більшість груп м'язів знаходяться в постійній нарузі, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку професійних патологічних вигинів хребта. Неправильне розташування дисплеїв по висоті:

- занадто низьке, під неправильним кутом – є головною причиною появи сутулості;

- занадто високе розташування дисплея призводить до тривалої напруги шийного відділу хребта, яке може привести до розвитку остеохондрозу[24].

Ненормальний стан хребта (неправильна осанка, різного роду викривлення, зміщення або деформація міжхребцевих дисків) може стати причиною захворювання усього організму [24].

Інтенсивна робота з клавіатурою викликає больові відчуття в ліктьових суглобах, передпліччях, зап'ястках, в кистях і пальцях рук. Це може стати джерелом важких професійних захворювань рук. Комплекс цих захворювань дістав загальну назву «Травми повторюваних навантажень (ТПН)».

Робота з клавіатурою є причиною 12 професійних захворювань, викликаних рухами, що повторюються [24].

Захворювання, пов'язані з рухами, що повторюються, охоплюють хвороби нервів, м'язів і сухожиль рук. Найчастіше страждають кисть, зап'ясток і передпліччя, хоча буває, що хвороба зачіпає плечову і шийну області. У операторів комп'ютерів захворювання зазвичай настає в результаті безперервної роботи на незручно або неправильно розташованій клавіатурі [24].

На відміну від серцевих нападів і нападів головного болю ТПН є травмою погіршень здоров'я, що накопичуються. Легкий біль в руці, якщо її вчасно не вилікувати, може зрештою привести до повної інвалідності [24].

При роботі за комп'ютером нерідко не враховуються психофізіологічні можливості людини, відсутні системи контролю стану його провідних фізіологічних показників.

В результаті людина безконтрольно піддається високим інформаційним навантаженням, психоемоційній напрузі, перенапруженню зорової системи. Усе це, повторюючись щодня, призводить до розвитку спочатку функціональних, а потім і соматичних порушень [24].

До факторів, що впливають на стан здоров'я, відносяться:

- інформаційні перевантаження мозку у поєднанні з постійним дефіцитом часу;
- тривалий дефіцит інформації, що має сигнальне значення;
- постійна зміна прийомів і складності роботи з засобами праці (операційні системи, редактори, бази даних, мови програмування, різноманітні застосовні програми і т. д.);

- екстрені зміни міжособового взаємовпливу, викликані створенням нових мікро- і макроколективів впродовж невеликих відрізків часу;
- порушення біологічних ритмів організму, обумовлене змінними або ненормованими режимами праці;
- часткова рухова інактивація та ін [24].

Робота на ПК пов'язана з дією ряду стресогенних факторів, яка призводить до виникнення фізіологічних, психологічних і поведінкових змін, розладу здоров'я.

Психоемоційний стрес сприяє або стає причиною багатьох функціональних порушень і захворювань [24]:

- психосоматичних (психозів, неврозів, порушень сну);
- серцево-судинної системи (аритмії, гіпертонічної хвороби, інфаркту міокарду)
- виразково-дистрофічних поразок шлунково-кишкового тракту;
- зниження імунітету, розвитку схильності до вірусних і багатьох інфекційних захворювань, аутоімунних процесів;
- ревматичних поразок і остеохондрозів
- онкологічних;
- гормональних розладів і порушень статевих функцій і т. д [24].

Таким чином, можна виділити наступні основні порушення здоров'я користувачів ПК :

- зоровий дискомфорт і хвороби органів зору;
- перенапруження опорно-рухової системи;
- розлади ЦНС і хвороби серцево-судинної системи.

Порушення здоров'я і захворювання користувачів ПК є, як правило, результатом дії не якого-небудь окремого фактора, а усього комплексу [24].

Користувачі ПК в основному піддаються дії фізичних і психофізіологічних виробничих факторів. При роботі з комп'ютером на людину можуть впливати наступні небезпечні виробничі фактори [24]:

- поразка електричним струмом;
- виникнення пожежі;
- можливість механічного травмування.

До шкідливих фізичних виробничих факторів відносяться:

- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищені рівні запиленості повітря робочої зони;
- знижена або підвищена вологість і рухливість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму;
- нераціональна організація освітлення робочого місця [24].

До психофізіологічних виробничих факторів відносяться:

- напруга зору;
- напруга уваги;
- інтелектуальні і емоційні навантаження;
- тривалі статичні навантаження;
- монотонність праці;
- великі інформаційні навантаження;
- нераціональна організація робочого місця (ергономічні фактори).

Вірогідність дії хімічних і біологічних факторів незначна, але вона значно зростає в переповнених і неправильно вентильованих приміщеннях [24].

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи магістра було проведено енергетичне обстеження по підвищенню енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення виробничо - адміністративної будівлі ТОВ "НТК "Дайнемікс", що знаходиться за адресою: вул. 2-а Заводська буд.1, м. Суми, Сумська область, 40022..

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» після проведення візуального обстеження описано дійсний стан будівлі та енергетичних систем.

У розділі «КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» виконано аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті. Здійснено порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними. Наведено основні положення методики розрахункового аналізу та представлення результатів розрахунку. Результати див. табл. 2.1-2.4, та рис. 2.1-2.3 [27].

Порівнявши фактичні та нормовані показники, можна зробити висновок, що виробничо-адміністративна будівля НТК «Дайнемікс» за більшістю параметрів відповідає сучасним нормативним вимогам [7,8,9,10,11].

Також треба зазначити, що значне зменшення у споживанні енергоносіїв у будівлі за 2022 рік є наслідком воєного стану в країні і тому показники не рівномірні [27].

Проведений аналіз результатів показників енергоефективності (таб.2.5) свідчать про не відповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх вертикальних стінових огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [6, табл. 1]. Незадовільні теплозахисні властивості ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$ ) вимагають впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі .

Також в цьому розділі був проведений розрахунок тепловтрат і теплової потужності будівлі і визначені такі показники :

- Сумарні розрахункові тепловтрати виробничо-адміністративної будівлі НТК «Дайнемікс», графічне зображення на рисунку 2.4:  $\sum Q_B = 208\ 124,2\ Вт$ ;
- Теплова потужність всієї будівлі:  $\Delta Q = 172\ 102,5\ Вт$

У розділі «ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис і розрахунок запропонованих енергозберігаючих заходів [27]:

- 1) Утеплення зовнішніх стін екструзійним пінополістеролом (загальна сума всіх капітальних витрат складає - 721 602 грн; річна економія впровадження - 190 192,4 грн; дисконтований термін окупності - 5,58 років).
- 2) Утеплення горищного перекриття пінополіуританом (загальна сума всіх капітальних витрат складає - 1 156 500 грн; річна економія впровадження - 283 052,56 грн; дисконтований термін окупності - 6,21 років).
- 3) Утеплення підлоги пінополіуританом (загальна сума всіх капітальних витрат складає - 848 100 грн; річна економія впровадження - 337 242,92 грн; дисконтований термін окупності - 3,25 роки).
- 4) Встановлення теплового насосу (загальна сума всіх капітальних витрат складає - 572 000 грн; річна економія впровадження - 173 340,8 грн; дисконтований термін окупності - 4,6 роки).

Результати див. табл. 3.1-3.8 [27].

Згідно проведених вище розрахунків ці енергоощадні заходи є ефективним, з великою вірогідністю проект може бути реалізовано оскільки  $NPV > 0$ ,  $PI > 1$  та  $IRR > 13\%$  [25].

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядався аналіз небезпечних і шкідливих факторів; огляд трудового процесу і фактори які впливають на робочий персонал при роботі з ЕОМ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні принципи енергозбереження в сучасній Україні. Реферат. Освіта.UA. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21333/>.
2. Головна – ТОВ НВП "Насостехкомплект". *ТОВ НВП "Насостехкомплект"*. URL: <https://www.ntk.net.ua/golovna>.
3. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014р.
4. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с.
5. Звіт з виробничої практики на підприємстві ТОВ «НТК Насостехкомплект», 2024. – 22с.
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 27 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 51 с.
8. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с
9. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>.
10. Рішення виконавчого комітету Сумської міської ради від 20.04.1999 № 172 - КП Міськводоканал СМР м.Суми. *КП Міськводоканал СМР м.Суми*. URL: <https://vodokanal.sumy.ua/rishennya-vykonavchogo-komitetu-sumskoyi-miskoyi-rady-vid-20-04-1999-№-172/>
11. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

12. Архів погоди в Сумах. URL: [https://rp5.ru/Архів\\_погоди\\_в\\_Сумах](https://rp5.ru/Архів_погоди_в_Сумах).
13. Утеплення будинку: рішення, матеріали, технології.  
URL: [https://utepldim.com.ua/uteplennya\\_fasadu.html](https://utepldim.com.ua/uteplennya_fasadu.html)
14. Екструдований пінополістирол Пеноплекс Основа XPS екструзійний пінопласт Піноплекс 1185, 585, 100 мм: продаж, ціна у Львові. [Категорія] від "Мегабуд-плюс" - [ID Товару]. "Мегабуд-плюс" - контакти, товари, послуги, ціни.  
URL: <https://megabudplus.com.ua/ua/p979285035-ekstrudirovannyj-penopolistirol-penopleks.html>.
15. Пінополістирол PNP Молдова 1185x585x100 мм купити в Києві за низькою ціною. Строительный магазин КУБ | Купить стройматериалы в Киеве.  
URL: <https://kub.in.ua/ua/uteplitel/penopolistirol/penopolistirol-penopleks-ppn-moldavija-1185x585x100-mm>.
16. Що таке пінополіуретан? | PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. *PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт.*  
URL: <https://www.ppu-protection.com/pinopoliuretan/shho-take-pinopoliuretan/>.
17. Який ППУ вибрати | PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. *PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт.*  
URL: <https://www.ppu-protection.com/pinopoliuretan/yakuj-ppu-vybraty/>.
18. Порівняння вартості утеплення пінополіуретаном та пінопластом за 1 м.кв. | PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. URL: <https://www.ppu-protection.com/pinopoliuretan/porivnyannya-vartosti-uteplennya-pinopoliuretanom-ta-pinoplastom-za-1-m-kv/>.
19. Утеплення підлог та перекриттів | PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. PPU-protection - збережіть тепло, тишу і комфорт. URL: <https://www.ppu-protection.com/services/uteplennya-pidlogy-perekryttya/>.
20. Принцип дії та теоретичні основи енергозбереження при застосуванні теплових насосів. URL: <https://patriot-nrg.com/content/pryncyp-diyi-ta-teoretichni-osnovy-energozberezhennya-pry-zastosuvanni-teplovyyh-nasosiv>.



21. Типи теплових насосів для опалення – переваги, застосування, як вибрати тепловий насос – Ventbazar.ua. Ventbazar. URL: <https://ventbazar.ua/uk/blog/tipy-тепловых-насосов-для-отопления/>

22. Тепловой насос воздух-вода LP-27. LogicLower(LP) - Україна. URL: <https://logicpower.ua/teplovye-nasosy/teplovoy-nasos-vozduh-voda-lp-27/specifications>

23. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів - Охорона праці і пожежна безпека. Охорона праці і пожежна безпека. URL: <https://oppb.com.ua/articles/klasyfikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychyh-faktoriv>.

24. Охорона праці : рекомендації до виконання розділу в дипломному проекті бакалавра для студентів технічних спеціальностей / уклад. : Л. В. Дементій, Г. Л. Юсіна. – Краматорськ : ДДМА, 2013. – 164 с. URL:[http://www.dgma.donetsk.ua/metod/chemist/oto\\_tech/dp/7.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/metod/chemist/oto_tech/dp/7.pdf)

25. Облікова ставка НБУ (1992-2024). Ставки, індекси, тарифи. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/banks/nbu/refinance/>

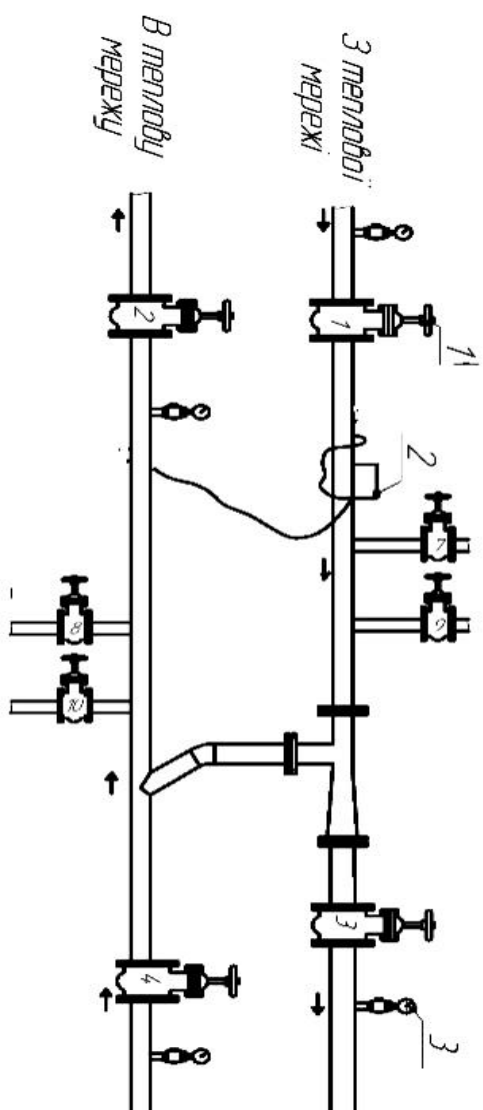
26. SumDU Repository: Home. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/96279/1/Vinichenko\\_bak\\_rob.pdf](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/96279/1/Vinichenko_bak_rob.pdf)

27. SumDU Repository: Home. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/92943/1/Onishchenko\\_bak\\_rob.pdf](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/92943/1/Onishchenko_bak_rob.pdf)

## ДОДАТОК А

### Схема теплового пункту

Принципова схема теплового пункту



Умовні позначення:

1 – запірний апарат;

2 – лічильник теплової енергії;

3 – манометр.