

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Підвищення енергоефективності функціонування систем
енергозабезпечення будівлі КЗ Сумська ЗОШ №24 I-III ступенів
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Кундіус В.Є.
(прізвище та ініціали)

(підпис студента)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи _____
(підпис)

Хованський С.О.
(прізвище і ініціали)

к.т.н., доцент каф. ПГМ
(наукова ступінь, звання або посада)

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

“ ____ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії _____
(підпис)

Суми 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 70 сторінок, 16 рисунків, 13 таблиць, 2 додатки, 24 літературних джерела.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкту обстеження, аналіз обсягів енергоспоживання, результати розрахункового аналізу, розробка енергозберіжних заходів – чотири плакати формату А3.

Метою роботи: розробка енергозберігаючих заходів для підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ №24 та розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

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 енергозабезпечення будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження є системи енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24.

Об'єкт дослідження: будівля КЗ ЗОШ № 24.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, ЛІЧИЛЬНИК, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИЙ МАТЕРІАЛ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, РЕКУПЕРАТОР; СПЕЦІАЛЬНЕ РОЗСЛІДУВАННЯ.

Тема роботи: **«Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів.»**

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри прикладної гідроаеромеханіки
_____ Сотник М.І.
08” квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Кундіуса Власа Євгеновича
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів.
затверджена наказом по університету №_0494-VI від “09” травня 2024 р.
- 2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 28 травня 2024 р.
- 3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження (опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. Техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об'єкта

2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозберіжних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 14.04.2024	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 20.04.2024	
3	Інструментальне обстеження	до 27.04.2024	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 10.05.2024	
5	Розробка можливих енергозберіжних заходів	до 20.05.2024	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 24.05.2024	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 26.05.2024	
8	Здача роботи на перевірку	До 28.05.2024	
9	Доопрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування	до 02.06.2024	
10	Захист роботи (період)	з 03.06.24 до 09.06.24	

Дата видачі завдання “ 08 “ квітня 2024 р.

Студент _____
(підпис)

Кундіус В.Є.
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Хованський С.О.
(Прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	8
1.1	Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження	8
1.2	Опис дійсного стану будівлі.....	9
1.3	Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта...	9
1.3.1	Система опалення.....	9
1.3.2	Система електропостачання	10
1.3.3	Система водопостачання та водовідведення	11
1.3.4	Система вентиляції	11
1.3.5	Система обліку енергоресурсів.....	11
1.3.6	Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	14
1.4	Аналіз обсягів споживання енергоносіїв.....	15
1.4.1	Аналіз споживання теплової енергії.....	15
1.4.2	Аналіз споживання електричної енергії.....	16
1.4.3	Аналіз споживання холодної води.....	18
1.5	Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	19
1.5.1	Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	19
1.5.2	Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	21
1.5.3	Техніко-економічний аналіз споживання води.....	22
1.6	Прилади для проведення вимірювань	22
1.7	Результати вимірювань на об'єкті	25
1.8	Висновки за розділом.....	25
2	КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	26
2.1	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	26

					6.144.13 ВР 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	«Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів»	Лист.	Лист	Листів
Розробив	Кундіус							
Перевірив	Хованський						4	65
Реценз.						СумДУ ЕМ-01		
Н. Контр.	Хованський							
Затверд.								

2.2 Розрахунок тепловтрат.....	31
2.3 Розрахунок теплонадходжень.....	40
2.4 Висновки за розділом.....	44
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	45
3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження.....	45
3.1.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі.....	45
3.1.2 Утеплення горищного перекриття будівлі.....	48
3.1.3 Встановлення теплового насосу для системи опалення	51
3.1.4 Встановлення рекуператорів теплоти	55
3.2 Висновки до розділу.....	57
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТОК А.....	63
ДОДАТОК Б.....	70

						Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

У всьому світі, на даний час, питання енергозбереження постає дедалі актуальнішим. Це не лише економічна вигода для споживачів та зменшення навантаження на електричні мережі, а також, що надзвичайно важливо, збереження довкілля для наших нащадків [1].

Енергозбереження передбачає не відмову від благ цивілізації чи обмеження власних потреб, а шлях раціонального використання енергоресурсів, отримання більшого обсягу корисної роботи електроприладів за рахунок тієї ж кількості електроенергії. Розумне користування електроенергією дозволяє зменшити платежі за «світло» у 2-3 рази [1], або ж без додаткових витрат отримувати у 2-3 рази більше користі від власних електроприладів [1].

Енергоефективність – це раціональне використання енергетичних ресурсів, яке передбачає досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при сучасному рівні розвитку техніки та технології, а також дотримання вимог до навколишнього середовища [2].

Енергоефективність сприяє зменшенню витрат на енергоресурси, підвищенню конкурентоспроможності підприємств, зменшенню екологічного навантаження на довкілля та підвищенню якості життя.

Через незабезпеченість енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47 %, 12 % тепла втрачається через зношеність теплових мереж, 5 % – через застаріле теплотехнічне обладнання [2]. На думку експертів Європейсько-українського енергетичного агентства, за допомогою тепло модернізації та капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10–25 %. В Україні на даний час потенціал зниження енергоспоживання становить 75 % [2].

Метою дослідження в роботі є підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів, аналіз фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання,

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження для підвищення рівня енергоефективності.

Об'єктом дослідження в роботі є будівля КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів.

Предметом дослідження в роботі є системи енергозабезпечення будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля комунальної установи Сумська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №24, що знаходиться за адресою м. Суми, вул. С. Табали буд. 20 (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Головний фасад будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації:

- рік побудови 1975 р.;
- кількість поверхів 4 поверхи;
- опалювальна площа 5625,4 м²;
- площа забудови 3540 м²;
- опалювальний об'єм будівлі 14589,3 м³;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами 16645,2 м³.

У закладі за даною адресою працює 80 працівників та навчається 950 дітей.

Графік роботи будівлі: робочі дні – пн-пт, вихідні – сб-нд.

					Арк.
					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Робочий день у будівлі: 08⁰⁰-17³⁰.

Обідня перерва: 12⁰⁰-12⁴⁵.

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від централізованої системи тепlopостачання.

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано.

Гаряче водопостачання в будівлі централізоване, встановлений пластинчастий водопідігрівач.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент - залізобетон, цоколь облицьований плиткою. Стіни – кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині, з середини та ззовні оштукатурені. Плити перекриття – залізобетонні. Перегородки – цегла.

Підлога – залізобетонна плита, цементна стяжка, шар плитки. Стеля – залізобетонна плита, утеплювач – шар керамзиту та рубероїд.

Вікна по будівлі встановлені металопластикові. Двері кабінетів – дерев'яні, вхідні двері – пластикові. Двері для запасного виходу – пластикові.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Обстежуваний об'єкт має централізовану систему тепlopостачання. Договір на тепlopостачання укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго». Номер договору – 691-Т.

Теплоносій – вода. Система двохтрубна вертикальна з нижнім розведенням.

У тепловому пункті встановлений індивідуальний тепловий пункт з погодозалежним регулюванням (рис 1.2).

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Індивідуальний тепловий пункт з погодозалежним регулюванням [3]

Індивідуальний тепловий пункт – це сучасне теплоспоживаюче обладнання. Дозволяє автоматично регулювати об'єм теплоносія в системі опалення в залежності від температури навколишнього середовища. Також є можливість мінімального споживання в неробочі та вихідні дні.

До складу ІТП зазвичай входять [3]:

- теплообмінники;
- насоси;
- автоматика;
- контрольно - вимірювальні пристрої [3].

Опалювальні прилади – чавунні радіатори. В деяких класних кімнатах встановлені сучасні біметалеві радіатори.

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 712. Електрична енергія надходить від

					Арк.
					10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

трансформаторної підстанції ТП-321, що знаходиться на території навчального закладу. Живлення струмоприймачів споживача здійснюється по двох кабельних лініях 0,4 кВ.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано Державним комунальним підприємством «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 163.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 80 мм зі сторони вул. Сергія Табали. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=0,4$ МПа. Водовідведення в будівлі – централізоване.

Основними споживачами води є учні, викладачі та відвідувачі будівлі.

1.3.4 Система вентиляції

Вентиляція призначена для створення та підтримання допустимих параметрів повітря у будівлі.

Система вентиляції у будівлі природня, крім кабінету хімії.

1.3.5 Система обліку енергоресурсів

Облік споживання теплової енергії здійснюється за допомогою теплового лічильника типу SENSUS «PolluTherm – EX», (рис 1.3), термін повірки - 12 квітня 2023 р.

Встановлений в тепловому пункті, на ввіді до будівлі.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Лічильник теплової енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [4]

Назва параметру	Значення параметру
Клас точності	2
Живлення	Автономне
Довжина кабеля	2 м
Тип встановлення	Горизонтальний
Міжповірочний інтервал	4 роки

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу Меридіан СОЕ-1.02/2 електронний (рис. 1.4), термін повірки - 17 травня 2021 р. Лічильник знаходяться в електрощитовій на вводі до будівлі.

Зняття показань лічильника виконують з періодичністю не частіше одного разу на місяць.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [5]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики лічильника «Меридіан» СОЕ-1.02/2Т [5]

Назва параметру	Значення параметру
Номінальна напруга	220 В
Номінальний та максимальний струм	5(50)
Клас точності	1
Кількість тарифів	1
Міжповірочний інтервал	4 роки
Номінальна частота	50 Гц

Облік холодної води здійснюється лічильником SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 (рис. 1.5), термін перевірки – 12 червня 2023 р. Встановлений в підвальному приміщенні на вводі до будівлі.



Рисунок 1.5 – Лічильник холодної води [6]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики лічильника SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 [6]

Назва параметру	Значення параметру
Робочий тиск	1,6 МПа
Максимальна витрата води	9 м ³ /год
Номінальна витрата води	5 м ³ /год
Мінімальна витрата води	0,3 м ³ /год
Міжповірочний інтервал	4 роки
Тип встановлення	Горизонтальний

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 03.05.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

теплова енергія – 2630,57 грн/Гкал;

водопостачання – 15,98 грн/м³;

водовідведення – 16,67 грн/м³;

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електрична енергія – 6,16 грн / кВт·год.

1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв

1.4.1 Аналіз споживання теплової енергії

Обсяги споживання теплової енергії будівлею по місяцях за 2021, 2022 і 2023 наведено в таблиці 1.4, та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.4 – Обсяги споживання теплової енергії за 2021-2023 роки

Місяці	Споживання теплової енергії, Гкал		
	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Січень	63,5	62,9	59,4
Лютий	59,9	42,9	50,2
Березень	35,1	15,2	18,1
Квітень	19,4	0	12,4
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	24,7	29,2	25,4
Листопад	87,3	89,5	84,9
Грудень	92,4	91,5	90,8
Всього	382,3	331,2	341,2

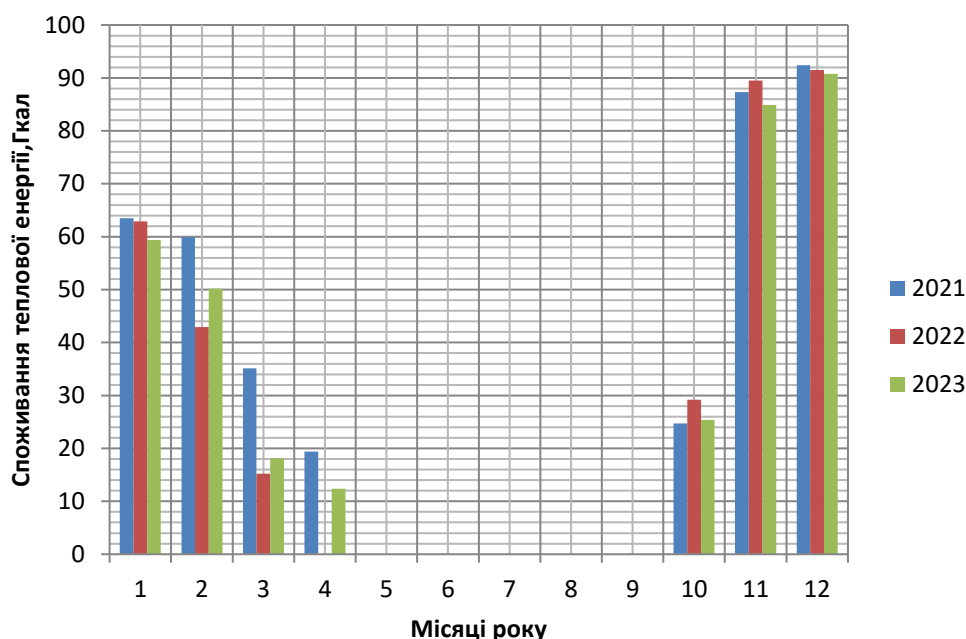


Рисунок 1.6 – Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2023 роки

Як видно з діаграм, споживання теплової енергії будівлею відбувається в опалювальний період.

Найменше теплової енергії було спожито на початку 2022 року. Це пояснюється повномасштабним вторгненням росії в Україну.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії будівлею по місяцях за 2021, 2022 і 2023 роки наведено в таблиці 1.5, та на рисунку 1.7.

Таблиця 1.5 – Обсяги споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки

Місяці	Споживання електричної енергії, кВт·год		
	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Січень	6128	4136	5298

Продовження таблиці 1.5

Лютий	5995	3896	5562
Березень	5625	2577	3856
Квітень	4214	1198	3954
Травень	4569	912	4654
Червень	3574	496	2852
Липень	3115	363	2569
Серпень	3365	984	2985
Вересень	4245	2145	4452
Жовтень	4985	2854	4154
Листопад	5652	3597	5256
Грудень	6985	4031	5993
Всього	58452	27189	51585

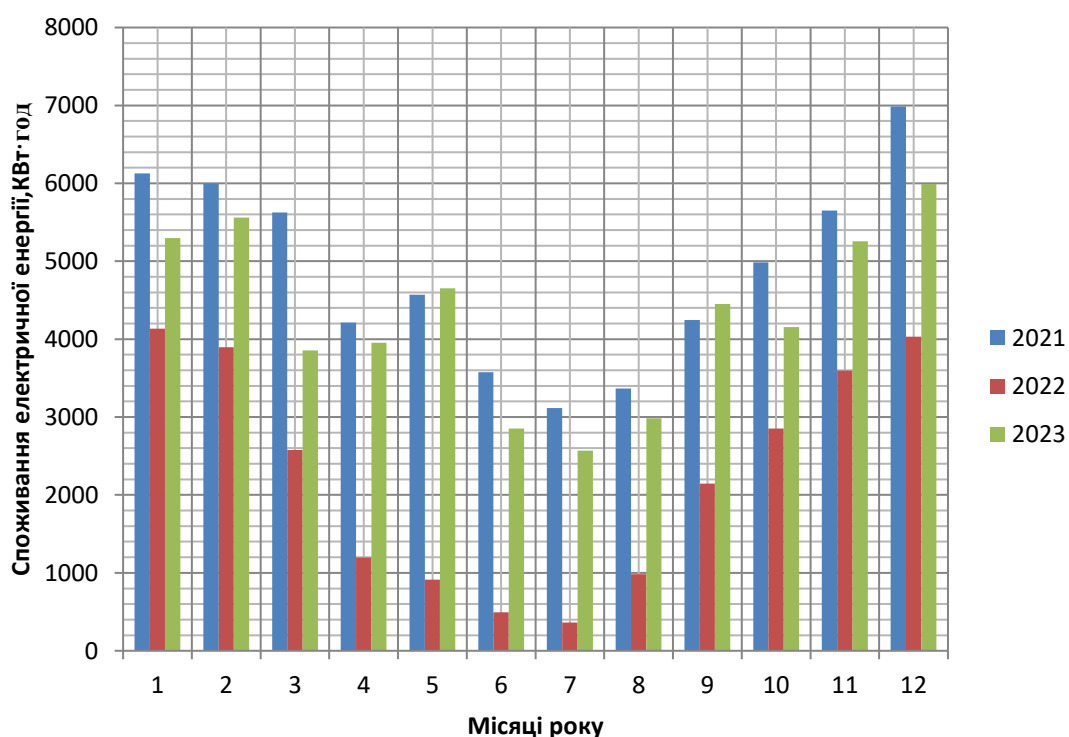


Рисунок 1.7 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

З діаграми видно, що найбільше електричної енергії споживається в зимовий період. В даний час електрична енергія витрачається на освітлення та обігрів учбових кабінетів. У літній період учні відсутні, а більшість працівників йде у відпустку. В 2022 році споживання найменше, це пов'язано з повномасштабним вторгненням росії в Україну.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання води будівлею по місяцях за 2021, 2022 і 2023 роки наведено в таблиці 1.6, та на рисунку 1.8.

Таблиця 1.6 – Обсяги споживання холодної води за 2021 – 2023 роки

Місяці	Споживання холодної води, м ³		
	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Січень	137	135	129
Лютий	129	128	119
Березень	112	40	65
Квітень	101	20	85
Травень	58	10	60
Червень	53	25	46
Липень	52	55	45
Серпень	49	50	50
Вересень	110	85	78
Жовтень	121	95	86
Листопад	131	90	125
Грудень	140	135	135
Всього	1193	868	1023

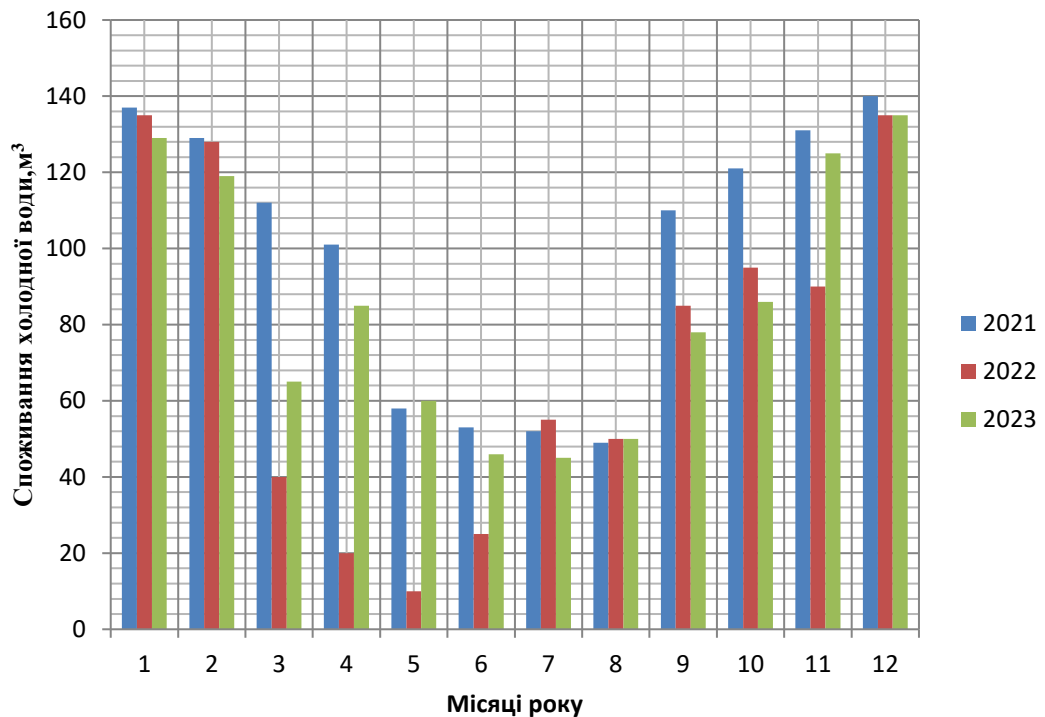


Рисунок 1.8 – Діаграма споживання холодної води за 2021-2023 роки

Споживання води нерівномірне протягом року. Перепади у споживанні води пов'язані з тим, що у літній період значна кількість працівників йде у відпустку і у будівлі відсутній навчальний процес.

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для

забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [7]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

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

$V_{буд}^{оп}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [7]:

$$EP \leq EP_{max}, \quad (1.2)$$

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [7].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд навчальних закладів першої температурної зони становлять [7]:

$$EP_{max} = 30 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за рік становлять:

- за 2021 рік – $Q_{оп} = 382,3$ Гкал;
- за 2022 рік – $Q_{оп} = 331,2$ Гкал;
- за 2023 рік – $Q_{оп} = 341,2$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за 2020 рік – $EP = 0,027 \text{ Гкал/м}^3$;
- за 2021 рік – $EP = 0,022 \text{ Гкал/м}^3$;
- за 2022 рік – $EP = 0,027 \text{ Гкал/м}^3$.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,027 \text{ Гкал/м}^3$.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою згідно [7]:

$$\left(\frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \right) \cdot 100\% , \quad (1.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі згідно [7]:

$$\left(\frac{0,027 - 0,026}{0,026} \right) \cdot 100\% = 4\%$$

Згідно з [7] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «D».

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (1.2). Тому потрібно впроваджувати заходи з енергозбереження для підвищення рівня енергоефективності будівлі.

1.5.2 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 [8] норма споживання електричної енергії для навчальних закладів складає $37 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2$ корисної площі.

$$\text{- 2021 рік: } \frac{58452 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{5625,4 \text{ м}^2} = 10,4 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2;$$

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2022 рік: $\frac{27189 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{5625,4 \text{ м}^2} = 4,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$;

- 2023 рік: $\frac{51585 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{5625,4 \text{ м}^2} = 9,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

1.5.3 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 [9]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 12 л/добу.

- 2021 рік ($\frac{1193000\text{л}}{950\text{людей}}$)/280днів = 4,4 л/добу;

- 2022 рік ($\frac{868000\text{л}}{950\text{людей}}$)/280днів = 3,3 л/добу;

- 2023 рік ($\frac{1023000\text{л}}{950\text{людей}}$)/280днів = 3,8 л/добу.

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

1.6 Прилади для проведення вимірювань

На об'єкті енергетичного обстеження було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень. Для вимірювання необхідних параметрів був використаний побутовий термометр (рис 1.9) [9].

					Арк.
					22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 1.9 – Кімнатний термометр [9]

Діапазон вимірювання температур: $-30 +50$ °С. Розмір термометра: 120x20 мм.

Для знаходження значення вологості в приміщеннях був вимірювач Testo 605-Н1 (рис. 1.10) [10]. Його технічні характеристики представлені в таблиці 1.7.



Рисунок 1.10 – Універсальний вимірювач Testo 605-Н1 [10]

					Арк.
					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 1.7 – Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-H1 [10]

Основні характеристики вимірювача Testo 605-H1	
Діапазон вимірювань	Від 0 до 100
Похибка вимірювань	$\pm 0,5$
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °C
Довжина зонда	130 мм

Прилад володіє точністю і стабільністю показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води. Дисплей розташований на поворотній голівці і завжди видний. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи [10].

Лазерний далекомір служив для визначення геометричних розмірів приміщень (рис. 1.10). Границя виміру приладу складає 40 м [11].



Рисунок 1.10 – Лазерний далекомір [11]

1.7 Результати вимірювань на об'єкті

Вимірювання проводилось 08.04.2024 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: -2°C .

Вимірювані параметри склали:

1) середня температура повітря по приміщенням будівлі склала $T_{\text{в}} - 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [12].

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 66^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 46^{\circ}\text{C}$.

3) відносна вологість повітря – 54%, що відповідає вимогам норм і правил [12].

1.8 Висновки за розділом

При візуальному обстеженні було встановлено, що зовнішні огорожувальні конструкції будівлі знаходяться в задовільному стані. Видимі дефекти відсутні.

Теплопостачання в будівлі - централізоване. В тепловому пункті встановлений ІТП з погодозалежним регулюванням.

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

На об'єкті ведеться облік теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Наведено опис приладів обліку енергетичних ресурсів та води. Визначені їхні технічні характеристики.

Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками.

За допомогою приладів (далекоміра, універсального вимірювача та термометра) було виміряно температуру та вологість всередині приміщень та геометричні розміри зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Методика розрахунку теплової потужності будівлі наведена в [13].

2.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$ повинний бути не менше за мінімальні значення R_{qmin} , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [13].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на $3 \text{ }^\circ\text{C}$ та більше, обов'язкове виконання умови [13]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}, \quad (2.1)$$

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

R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$ [13].

Мінімально допустиме значення, R_{qmin} , 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:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (2.2)$$

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К).

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, непрозорої огорожувачої конструкції розраховується за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.3)$$

де α_6, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К);

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, м² · К/Вт;

2.1.1 Проведення розрахунку термічного опору огорожувальних конструкцій

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів виконаємо згідно методики [13].

Зовнішні стіни

Товщина i -го шару конструкції:

$\delta_{C1} = 0,55$ м – цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині;

$\delta_{C2} = 0,02$ м – розчин цементно-піщаний.

Теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації: $\lambda_{C1} = 0,81$ Вт/м·К, $\lambda_{C2} = 0,81$ Вт/м·К.

За формулою (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

					Арк.
					27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$R_{C1} = \frac{0,55}{0,81} = 0,68 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{C2} = \frac{0,02}{0,81} = 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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 (2.3):

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + (0,68 + 0,024) + \frac{1}{23} = 0,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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

Горищне перекриття

Товщина і-го шару конструкції:

$\delta_{Стл1} = 0,01 \text{ м}$ – руберойд;

$\delta_{Стл2} = 0,22 \text{ м}$ – залізобетон;

$\delta_{Стл3} = 0,3 \text{ м}$ – керамзит;

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

Теплопровідність матеріалу і-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 (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару стелі:

$$R_{Стл1} = \frac{0,01}{0,17} = 0,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{Стл2} = \frac{0,22}{2,04} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$R_{Cmл3} = \frac{0,3}{0,41} = 0,73 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{Cmл4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні перекриття горищ дорівнює $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_{з} = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховуємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + (0,06 + 0,11 + 0,73 + 0,037) + \frac{1}{12} = 1,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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

Підлога

Товщина і-го шару конструкції:

$\delta_{пдл1} = 1,2 \text{ м}$ – фундамент;

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

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

$\delta_{пдл4} = 0,01 \text{ м}$ – плитка декоративна;

Теплопровідність матеріалу і-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 (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару підлоги:

$$R_{ндл1} = \frac{1,2}{1,86} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{ндл2} = \frac{0,23}{2,04} = 0,112 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{ndлл3} = \frac{0,03}{0,81} = 0,025 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{ndл4} = \frac{0,005}{0,23} = 0,014 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma np} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Вікна

Приведений термічний опір пластикових вікон визначаємо за таблицею М1 з [13]: $R_{\Sigma np} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

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

Пластикові двері

Приведений термічний опір пластикових дверей визначаємо за таблицею М1 з [13]: $R_{\Sigma np} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

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

Як видно з розрахунків дійсний термічний опір огорожувальної конструкції будівлі КЗ ЗОШ № 24 не відповідає мінімально допустимим значенням.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі КЗ ЗОШ №24 I-III ступенів представлені у таблиці 2.1

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Конструктивний елемент	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Теплопровідність, λ_i , Вт/м·К.	$R_{\Sigma пр}$, м ² ·К/Вт	R_{qmin} , м ² ·К/Вт
Зовнішні стіни	Цегла на цементно-піщаному розчині	0,55	0,81	0,86	4.0
	Штукатурка цементно-піщана	0,02	0,81		
Горищне перекриття	Штукатурка цементно-піщана	0,01	0,81	1,14	7.0
	Залізобетон	0,22	2,04		
	Керамзит	0,15	0,41		
	Руберойд	0,004	0,17		
Підлога	Бетон на щебені з природного каменю	1	1,86	0,92	5.0
	Залізобетон	0,22	2,04		
	Цементна стяжка	0,02	0,81		
	Лінолеум	0,003	0,23		
Вікна	ПВХ	0.1	-	0,52	0,9
Двері	Пластикові	0.2	-	0,52	0,7

2.2 Розрахунок тепловтрат

Методика розрахунку теплових втрат наведено в [13].

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень:

$$\Sigma Q_{втр} = \Sigma Q_0 + \Sigma Q_{\delta} + \Sigma Q_{инф}, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де ΣQ_0 – сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

ΣQ_{δ} – сумарні додаткові втрати теплоти огорожувальні конструкції, Вт;

					Арк.
					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ΣQ_{inf} – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, світлові й дверні прорізи, стелі, неутеплені підлоги):

$$Q_0 = \frac{F_{озр}}{R_0} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

де $F_{озр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків R_{qmin}), м²·°С/Вт;

$t_в, t_з$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно [13], таблиця 12.

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції визначаються за формулою:

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

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

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

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

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

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.1 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 [13].

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [13]:

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

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

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

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей

$$Q_{з.д}^{\partial} = Q_{з.д} \cdot \beta_{відкр}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

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

$\beta_{відкр}$ – 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 [13]:

$$Q_{пдл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

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

Сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги:

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum Q_{n\partial l}^{\partial} = \sum_i^n Q_{i.n\partial l}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

де $Q_{i.n\partial l}^{\partial}$ – втрати теплоти через неутеплені підлоги по кожному приміщенню, Вт [13];

n – кількість приміщень де є неутеплені підлоги, для яких розраховано значення $Q_{i.n\partial l}^{\partial}$.

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції [13]:

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{3.\partial}^{\partial} + \sum Q_{n\partial l}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

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

$\sum Q_{3.\partial}^{\partial}$ – сумарні додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей, Вт;

$\sum Q_{n\partial l}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$Q_{вкн}^{in\phi} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_{\partial} - t_3) \cdot n_{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

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

t_{∂} , t_3 – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м².

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n_{\text{вкн}}$ – кількість однотипних вікон.

Сумарні тепловтрати через нещільності світлових прорізів:

$$\sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = \sum_i^n Q_{i.\text{вкн}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

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

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

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи:

$$Q_{3.\text{д}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{3.\text{д}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}), \text{ Вт} \quad (2.14)$$

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

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{з}}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

$G_{3.\text{д}}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність дверного прорізу, кг/год

$$G_{3.\text{д}} = b_{\text{н.д}} \cdot L_{\text{н.д}} \cdot v_{\text{ср.н.д}} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (2.15)$$

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

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

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

m_n – маса 1 м^3 повітря, рівна $1,3 \text{ кг}$.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

$$\sum Q_{\text{інф}} = \sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + \sum Q_{3.\text{д}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку витяжної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності:

$$Q_e = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_e - t_{z,p}) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

t_e і $t_{z,p}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$;

V_{II} – внутрішній об'єм приміщення, м^3 ;

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

n_k – кратність повітрообміну приміщення, 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, визначається за сумарними повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho c} \right) \right]}{v_V \cdot V_h}, \text{ год}^{-1} \quad (2.18)$$

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, м^2 .

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

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

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$G_{\text{інф}}$ - кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається $G_{\text{інф}} = v_v \cdot V_h$;

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

V_h - опалювальний об'єм приміщення, м³.

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

ρ_c - середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації, кг/м³

Проведення розрахунку тепловтрат

Розрахунок тепловтрат будівлі КЗ ЗОШ № 24 I-III ступенів згідно [14]:

Тепловтрати через зовнішні стіни розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{0\text{ст.}} = \frac{1264,7}{0,86} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 66176,2 \text{ Вт.},$$

Тепловтрати через горищне перекриття розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{0\text{стл}} = \frac{3540}{0,861} \cdot (20 - (25)) \cdot 1 = 139736,8 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через підлогу над неопалювальним підвалом розраховуємо за формулою (2.5):

Температура в підвальному приміщенні згідно вимірювань склала +9⁰С.

Тоді:

$$Q_{0\text{стл}} = \frac{3540}{0,92} \cdot (20 - (+9)) \cdot 1 = 42326,1 \text{ Вт.}$$

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловтрати через вікна розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{плас}} = \frac{540}{0,52} \cdot (20 - (-25)) = 46730,8 \text{ Вт.}$$

де $F_{\text{вкн.плас.}} = 540 \text{ м}^2$ – площа пластикових вікон;

Тепловтрати через дверні прорізи розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{\text{дв.плас}} = \frac{45}{0,52} \cdot (20 - (25)) \cdot 1 = 3894,2 \text{ Вт.}$$

де $F_{\text{дв.}} = 18 \text{ м}^2$ – площа вхідних пластикових.

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції становлять:

$$\sum Q_0 = 66176,2 + 139736,8 + 42326,1 + 46730,8 + 3894,2 = 298864,1 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків розраховуємо за формулою (2.7):

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = 66176,2 \cdot 0,13 = 8602,9 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення:

$$Q_{\text{в}}^{\text{д}} = 0,02 \cdot 66176,2 = 1323,5 \text{ Вт.}$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції становить:

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum Q_d = 8602,9 + 1323,5 = 9926,4 \text{ Вт.}$$

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи вікон розраховуються за формулою (2.12):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 540 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 41028,12 \text{ Вт.}$$

де $G_{\text{вкн}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ – нормативна повітропроникність світлопрозорих конструкцій житлових та громадських будинків згідно [13].

$F_{\text{вкн}} = 540 \text{ м}^2$ - площа вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи розраховуються за формулою (2.16):

$$Q_{\text{дв}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 56,2 \cdot 3 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 2134,9 \text{ Вт,}$$

де $G_{\text{зд}} = 0,005 \cdot 4 \cdot (2 + 4) \cdot 0,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 56,2 \text{ м}^3$ – масова витрата інфільтраційного повітря через одні двері

Сумарні додаткові втрати теплоти у будівлі КЗ ЗОШ № 24 через інфільтрацію холодного повітря становлять:

$$\sum Q_{\text{інф}} = 41028,12 + 2134,9 = 43163,02 \text{ Вт.}$$

Кратність повітрообміну згідно формули (2.18)

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{4 \cdot 5625,4 \cdot 5}{24} \right) + \left(\frac{0,8 \cdot 14589,3 \cdot 5}{24 \cdot 1,3} \right) \right]}{0,85 \cdot 14589,3} = 0,6 \text{ год}^{-1}$$

Тоді втрати через вентиляцію згідно формули 2.17:

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_B = 0,28 \cdot 14589,3 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 129690,5 \text{ Вт}$$

Сумарні розрахункові тепловтрати адміністративної будівлі КЗ ЗОШ № 24 становлять:

$$\sum Q_{\text{втр}} = 298864,1 + 9926,4 + 129690,5 + 43160,02 = 481641,02 \text{ Вт}$$

Графічне зображення тепловтрат приведено на рисунку 2.1

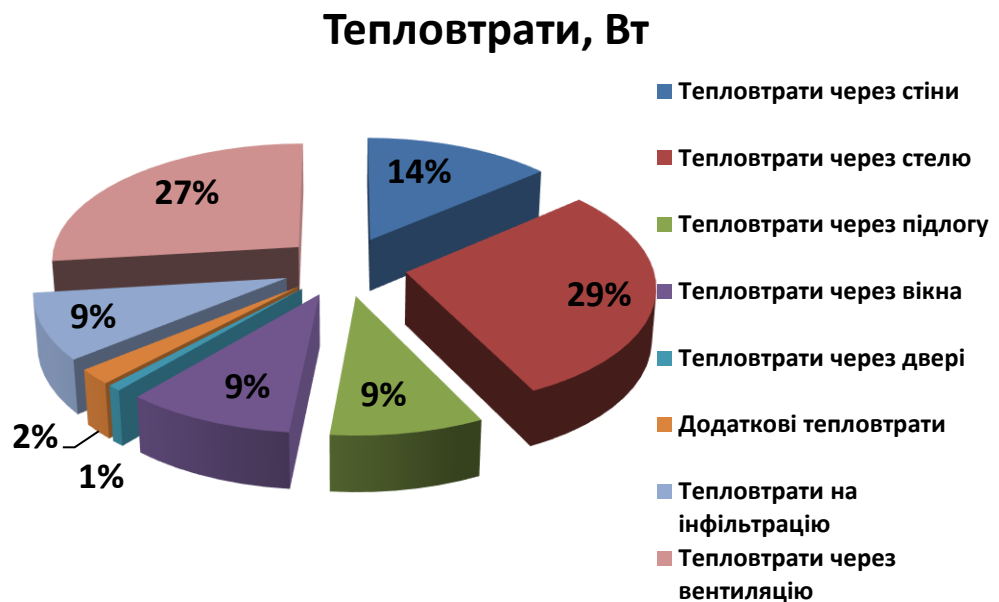


Рисунок 2.1 – Види тепловтрат в адміністративній будівлі

2.3 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей [13]:

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (2.19)$$

					Арк.
					40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де: q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування [13]:

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.20)$$

де: N_{el} – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

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

η – ККД електроустаткування (приймається 0,9);

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ($k_T=0,9$);

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

Теплонадходження від джерел освітлення [13]:

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_3, \text{ Вт} \quad (2.21)$$

де: N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

k_3 – коефіцієнт завантаження освітлення (за умовою завдання до курсової роботи);

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації [13]

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{ол}, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

де: q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м² ($q_c=250$ Вт/м²; $q_T=100$ Вт/м²);

					Арк.
					41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

F_c, F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м²;

$k_{O.II}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу (за умовами завдання $k_{O.II}=0,6$).

Сумарні теплонадходження [13]:

$$Q_{\text{ми}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ел}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

Розрахунок теплонадходжень по будівлі КЗ ЗОШ № 24[13].

Теплонадходження від людей розраховуємо за формулою (2.19):

$$Q_{\text{л}} = 950 \cdot 103 = 97850 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування, розраховуємо за формулою (2.20)

$$Q_{\text{ел}} = 12000 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,15 = 1654,2 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від джерел освітлення розраховуємо за формулою (2.21) [13]

$$Q_{\text{осв}} = 75 \cdot 250 \cdot 0,95 \cdot 0,9 + 18 \cdot 180 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 17780,9 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від сонячної радіації згідно формули (2.22) [14]:

$$Q_{\text{рад}} = (250 \cdot 240 + 100 \cdot 240) \cdot 0,6 = 50400 \text{ Вт.}$$

					Арк.
					42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Сумарні теплонадходження по будівлі становлять згідно формули (2.23) [13]:

$$\sum Q_{mn} = 97850 + 1654,2 + 17780,9 + 50400 = 167685,1 \text{ Вт.}$$

Теплову потужність всієї будівлі згідно формули (2.24) [13]:

$$\Delta Q = 481641,02 - 167685,1 = 313955,9 \text{ Вт.}$$

Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ будуть становити [13]:

$$\Delta Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_g^{cp} - t_{cp.on})}{(t_g^{cp} - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.25)$$

де ΔQ – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

t_g^{cp} – внутрішня температура приміщень будівлі (осереднена за приміщеннями), $^{\circ}\text{C}$;

$t_{cp.on}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$; $t_{cp.on} = 1,4^{\circ}\text{C}$;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$;

$n_{оп}$ – тривалість опалювального періоду (діб).

$$\Delta Q_{оп} = 313955,9 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 670074,03 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік.}$$

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Висновки до розділу

Значення опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій не відповідають сучасним нормам.

Виконано розрахунок тепловтрат та теплонадходжень до будівлі.

Виконано розрахунок теплової потужності будівлі.

Виконано розрахунок річних витрат теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ.

З метою підвищення рівня енергоефективності адміністративної будівлі пропонується запровадження енергозберігаючих заходів.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження

3.1.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі

В якості теплоізоляційного матеріалу для утеплення зовнішніх стін будівлі пропонуємо використати мінеральну вату (рис 3.1), так як вона має ряд переваг над іншим видом матеріалів [14].

Переваги мінеральної вати:

- 1) не горить;
- 2) має захист від біологічної корозії;
- 3) велика шумова ізоляція;
- 4) простота при монтажу;
- 5) довговічність.

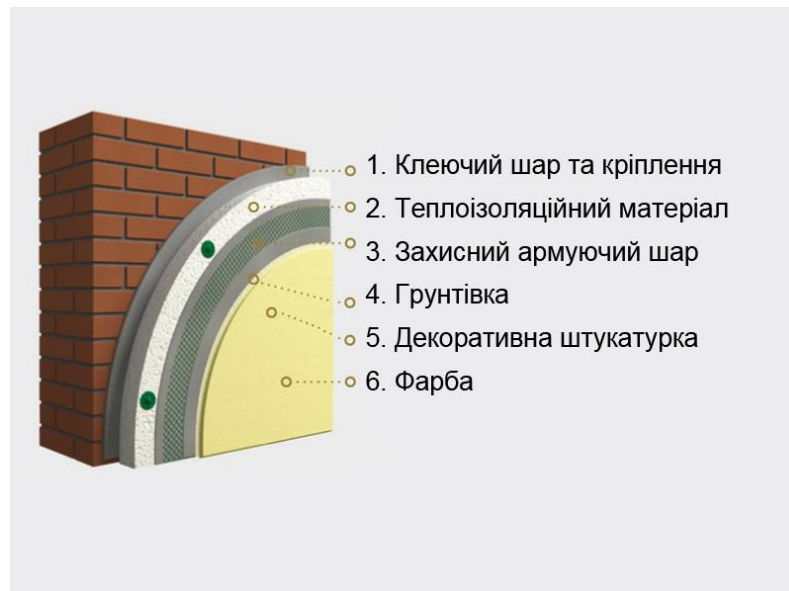


Рисунок 3.1 - Технологія утеплення стін мінеральною ватою [14]

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою [13]:

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{\text{ут.оз.к}} = (R_{q\text{min}} - R_{\sum \text{ПРсм}}) \cdot \lambda_{\text{ут}}. \quad (3.1)$$

де $\lambda_{\text{ут}} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – теплопровідність ізолюючого матеріалу [14].

$R_{q\text{ min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить $4.0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [7].

$$\delta_{\text{ут.ст}} = (4.0 - 0,86) \cdot 0,04 = 0,12 \text{ м}.$$

Отже, товщина ізоляції має складати 120 мм.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

$$Q_{\text{оз.к}}^{\text{із}} = \frac{F_{\text{оз.к}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{ст}}^{\text{із}} = \frac{1264,7}{4,0} \cdot (20 + 25) = 14227,9 \text{ Вт}.$$

Різницю між втратами тепла через не утеплені стіни і утеплені знайдемо по формулі:

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

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 66176,2 - 14227,9 = 51948,3 \text{ Вт}.$$

Тепловтрати крізь стіни за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [13]:

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{оз.к}^{рік} = \Delta Q_{оз.к} \cdot \frac{(t_6 - t_{ср.он})}{(t_6 - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} , \quad (3.4)$$

$$Q_{см}^{рік} = 51,9 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 110769,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 95,3 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 95,3 \cdot 2630,57 = 250693,3 \text{ грн} / \text{рік.}$$

Згідно інформації будівельного гіпермаркету «ДахЦентр» вартість 1 м² плити мінераловатної товщиною 120 мм складає 170 грн [14]. Вартість робіт включаючи матеріали по встановленню плит складає 650 грн/м² [18]. Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

$$K = F_{оз.к} \cdot (C_{тов} + C_{роб}) \quad (3.5)$$

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

$C_{робіт}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн.

$$K = 1264,7 \cdot (170 + 650) = 1037054 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності:

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

$$T_{ок} = \frac{1037054}{250693,3} = 4,1 \text{ років.}$$

					Арк.
					47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-1037054	-1037054		1		
1	0	250693,3	-786360,7	0,909	227903	-809151
2	0	250693,3	-535667,4	0,826	207185	-601966
3	0	250693,3	-284974,1	0,751	188350	-413617
4	0	250693,3	-34280,8	0,683	171227	-242390
5	0	250693,3	216412,5	0,621	155661	-86729
6	0	250693,3	467105,8	0,564	141510	54781
7	0	250693,3	717799,1	0,513	128645	183426
8	0	250693,3	968492,4	0,467	116950	300376
9	0	250693,3	1219185,7	0,424	106318	406695
10	0	250693,3	1469879	0,386	96653	503348

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 5 + \frac{1037054 - 950325}{141510} = 5,6 \text{ років}$$

3.1.2 Утеплення горищного перекриття будівлі

Для утеплення горищного перекриття будівлі пропонується пінополіуретан.

					Арк.
					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Пінополіуретан (ППУ) володіє високим ступенем зчеплення з різними будівельними матеріалами, що робить його корисним в різних конструкціях та застосуваннях.

Теплопровідність даного типу матеріалу складає $\lambda_{ymn} = 0,037 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ [17].

Визначимо товщину ізоляційного шару для утеплення даху за формулою[13]:

$$\delta_{\text{ут.}} = [R_{q \text{ min}} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{\text{ут}} = [7,0 - 1,14] \cdot 0,037 = 0,21 \text{ м.}$$

де: $R_{q \text{ min}} = 7,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ – мінімальний термічний опір стін [7];

Величина площі даху, який необхідно утеплювати, складає – 1200 м² .

Втрати теплової енергії через дах після утеплення складуть:

$$Q_{\text{о}}^{ym} = \frac{3540}{7,0} \cdot (20 - (-25)) = 22757,1 \text{ Вт.}$$

Економія втрат теплоти

$$\Delta Q = 139736,8 - 22757,1 = 116979,7 \text{ Вт}$$

За формулою (3.4) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{\text{о}}^{pik} = 117 \cdot \frac{(20 + 1,4)}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 249712 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 214,8 \text{ Гкал}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

$$E = 214,8 \times 2630,57 = 565046,4 \text{ грн.}$$

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціна за 1 м² товщиною 230 мм при площі покриття більше 1000 м² включаючи роботу складає 500 грн [17]. Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу знайдемо за формулою:

$$K_{\text{зах}} = 3540 \cdot 500 = 1770000 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1770000}{565046,4} = 3,1 \text{ роки.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-1770000	-1770000		1		
1	0	565046,4	-1204953,6	0,909	513679	-1256321
2	0	565046,4	-639907,2	0,826	466980	-789341
3	0	565046,4	-74860,8	0,751	424528	-364813
4	0	565046,4	490185,6	0,683	385934	21121
5	0	565046,4	1055232	0,621	350849	371970
6	0	565046,4	1620278,4	0,564	318954	690924
7	0	565046,4	2185324,8	0,513	289958	980883
8	0	565046,4	2750371,2	0,467	263598	1244481
9	0	565046,4	3315417,6	0,424	239635	1484116
10	0	565046,4	3880464	0,386	217850	1701966
11	0	565046,4	4445510,4	0,350	198045	1900011

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 3 + \frac{1770000 - 1405187}{385934} = 3,9 \text{ років}$$

3.1.3 Встановлення теплового насоса для системи опалення

Враховуючи ситуацію пов'язану з війною, енергонезалежність стає пріоритетним стратегічним аспектом. Пропоную встановити тепловий насос для системи опалення будівлі школи, та відмовитись від централізованої системи опалення.

Методику розрахунку наведено в [18].

Знаходимо потужність насоса, що необхідна для потреб опалення, з урахуванням годин його роботи [18]:

$$P_{on} = \frac{313955,9 \cdot 24}{(20+5)} = 301397 \text{ Вт.}$$

Необхідний об'єм бака-акумулятора [20]:

$$V_{бак} = \frac{P_{TH} \cdot 3600}{\rho \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{301397 \cdot 3600}{1000 \cdot 4200 \cdot (35 - 0)} = 7,3 \text{ м}^3 = 7300 \text{ л.}$$

Розрахунок необхідної довжини труб для вертикального теплового насоса знайдемо за формулою [18]:

$$L_c = \frac{10^3 \cdot P_{TH} \cdot (\varphi - 1)}{q_c \cdot \varphi} \text{ м} \quad (2.1)$$

Де P_{TH} – потужність насоса [18].

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q – питомий тепловий потік. Приймаємо 100 Вт/м згідно [18].

φ - коефіцієнт перетворення ТН [20].

$$L_c = \frac{301397}{100} \left(\frac{5,01-1}{5,01} \right) = 2412 м$$

Кількість зондів вибрано $n=100$. Отже довжина одного зонду $L=25$ м. Місце для розміщення – територія навколо навчального закладу.

Після проведення розрахунків був вибраний тепловий насос типу Romstal (рис.2.2) [19] .



Рисунок 2.1 – Тепловий насос [21]

Принципова схема розміщення теплового насоса зображена на рисунку 2.2 [19].

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

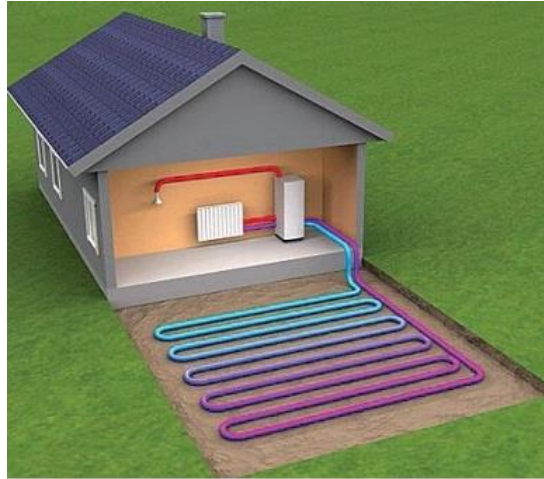


Рисунок 2.3 – Принципова схема розміщення теплового насосу [19]

Вартість теплового насосу, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій (погана електромережа, вина споживачів, тощо) складає приблизно $K_{тн} = 850000$ грн [18].

Монтаж теплового насосу складає 35 % від його вартості [18].

Тоді загальна вартість теплового насосу складає:

$$K_{н} = 850000 \cdot 1,35 = 1147500 \text{ грн.}$$

Для навчального закладу необхідно встановити 2 теплових насоси.

Тоді капітальні витрати складуть: $K = 2295000$ грн.

Даний енергозберігаючий захід дасть змогу відмовитись від існуючої системи опалення. Згідно наданої інформації в 2023-2024 році були використано 341,2 Гкал теплової енергії.

Тоді річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 341,2 \cdot 2630,57 = 897550,5 \text{ грн / рік.}$$

Простий термін окупності

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{2295000}{897550,5} = 2,6 \text{ року.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-2295000	-2295000		1		
1	0	897550,5	-1397449,5	0,909	815955	-1479045
2	0	897550,5	-499899	0,826	741777	-737268
3	0	897550,5	397651,5	0,751	674343	-62925
4	0	897550,5	1295202	0,683	613039	550114
5	0	897550,5	2192752,5	0,621	557308	1107423
6	0	897550,5	3090303	0,564	506644	1614066
7	0	897550,5	3987853,5	0,513	460585	2074652
8	0	897550,5	4885404	0,467	418714	2493366
9	0	897550,5	5782954,5	0,424	380649	2874015
10	0	897550,5	6680505	0,386	346045	3220059
11	0	897550,5	7578055,5	0,350	314586	3534645

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 3 + \frac{2295000 - 2232075}{613039} = 3,1 \text{ років}$$

3.1.4 Встановлення рекуператорів теплоти

Рекуператори теплоти дозволяють відновлювати тепло, яке вже було витрачено в процесах вентиляції або видалення відходів, значно зменшуючи витрати на опалення чи охолодження. Основний принцип роботи рекуператора полягає у передачі тепла від відпрацьованого повітря до свіжого, яке надходить у приміщення. Це дозволяє зменшити енергетичні втрати і підвищити ефективність систем вентиляції та кондиціонування.



Рисунок 3.2 – Рекуператор теплоти [20]

Виробником рекомендується встановити 40 рекуператорів Venst, які будуть встановлені в кожному робочому кабінеті.

Визначемо економію теплової енергії при використанні рекуператора Venst:

$$\Delta Q_{e.g} = \eta \cdot Q_{e.g} = 0,2 \cdot 129690,5 = 25938,1 \text{ Вт.}$$

Знайдемо різницю тепловтрат через витяжну вентиляцію за рік:

$$Q_{\text{втр}}^{\text{рік}} = 25,9 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 187 \cdot 24 = 55278,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 47,5 \text{ Гкал.}$$

					Арк.
					55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 47,5 \cdot 2630,57 = 124952,1 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Згідно інформації виробника вартість однієї установки становить 9000 грн [20], доставка безкоштовна. Вартість робіт по встановленню складає 30% від вартості установки. Вартість впровадження заходу знаходимо по формулі :

$$K = n \cdot (C_{\text{тов}} + C_{\text{роб}}) = 40 \cdot (4500 + 0,5 \cdot 4500) = 234000 \text{ грн}.$$

Термін окупності складе:

$$T_{\text{ок}} = \frac{234000}{124952,1} = 1,8 \text{ року}.$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-234000	-234000		1		
1	0	124952,1	-109047,9	0,909	113593	-120407
2	0	124952,1	15904,2	0,826	103266	-17141
3	0	124952,1	140856,3	0,751	93878	76737
4	0	124952,1	265808,4	0,683	85344	162081

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.4

5	0	124952,1	390760,5	0,621	77585	239667
6	0	124952,1	515712,6	0,564	70532	310199
7	0	124952,1	640664,7	0,513	64120	374319
8	0	124952,1	765616,8	0,467	58291	432610
9	0	124952,1	890568,9	0,424	52992	485602
10	0	124952,1	1015521	0,386	48174	533777
11	0	124952,1	1140473,1	0,350	43795	577572

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 2 + \frac{234000 - 216859}{93878} = 2,2 \text{ роки}$$

3.2 Висновки за розділом

Запропоновано та виконано техніко-економічний розрахунок енергозберігаючих заходів.

Впровадження енергозберігаючих заходів під час повномасштабного вторгнення допоможе забезпечити стійкість енергетичної системи, знизити витрати на енергію та покращити безпеку. Це потребує комплексного підходу, включаючи модернізацію інфраструктури, оптимізацію використання ресурсів та залучення відновлюваних джерел енергії.

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергозабезпечення будівлі комунальної установи Сумська загальноосвітня школа I-III ступенів №24, що знаходиться за адресою м. Суми, вул. С. Табали буд. 20.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» виконано візуальне обстеження описано дійсний стан будівлі та енергетичних систем. Виконано аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті. Здійснено порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними. Виконано опис приладів обліку енергетичних ресурсів та результати інструментального обстеження.

У розділі «КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» наведено основні положення методики розрахункового аналізу та представлення результатів розрахунку.

Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 313955,9 Вт.

У розділі «ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис та розрахунок запропонованих енергозберігаючих заходів:

1) утеплення зовнішніх стін будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1037054 грн; економія в грошовому еквіваленті – 250693,3 грн; термін окупності заходу – 4,1 років, дисконтований термін окупності – 5,6 роки);

2) утеплення горищного перекриття будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1770000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 565046,4 грн; термін окупності заходу – 3,1 роки, дисконтований термін окупності – 3,9 років);

3) встановлення теплового насосу для системи опалення (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 2295000 грн; економія в

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грошовому еквіваленті – 897550,5 грн; термін окупності заходу – 2,6 року; дисконтований термін окупності – 3,1 років);

4) Встановлення рекуператора теплоти (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 234000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 124952,1 грн; термін окупності заходу – 1,8 років, дисконтований термін окупності – 2,2 роки);

У Додатку А «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «Нещасні випадки, що пов'язані з виробництвом. Порядок їх розслідування, спеціальне розслідування».

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заходи з енергозбереження в сфері електропостачання [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.roe.vsei.ua/zahody-z-energozberezhennya-u-sferi-elektropostachannya/pressrelease/>
2. Енергоефективність в Україні: [електронний ресурс] Режим посилання: http://nbuviar.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishchennya-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350
3. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://eefund.org.ua/novyny/indyvidualnyj-teplovyj-punkt-dlya-bagatokvartyrnogo-budynku-funkcziji-ta-perevagy/>
4. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://galychenergo.prom.ua/p350406523-lichilnik-elektroenergiyi-odnofaznij.html>
5. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <http://ve-ltd.com.ua/katalog-tovarov/schetchiki-vody/schetchik-vody-sensus-sensus-wp-dynamic-50-50-du50-kh-v-detail>
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.
7. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
8. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання:
9. Термометр кімнатний [електронний ресурс] Режим посилання: <https://don.kyivcity.gov.ua/files/2014/10/1/Toolkit-description.pdf>.
10. Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-Н1.
11. Рулетка вимірювальна [електронний ресурс] Режим посилання: <https://toolsua.com.ua/product/ruletka-izmeritelnaya-10m/a12ddae3994411e7/>
12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. 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.

14. Мінеральна вата [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ars.ua/budivelni-materiali/teplo-i-zvukoizoljacija/mineralna-vata/>

15. Роботи по утепленню в м.Суми [електронний ресурс] Режим посилання: <https://termobloki.org.ua/uk/uteplennja-fasadiv-vartist-uteplennja-fasadu-vibiraiemo-najekonomnishij-sposib/>

16. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с.

17. Пінополіуретан [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.ppu-protection.com/pinopoliuretan/shho-take-pinopoliuretan/>

18. Курсова робота з дисципліни «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії на тему «Проект енергоефективного будинку та систем його енергозабезпечення, розташованого в Сумській області».

19. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://romstal.ua/uk/catalog/1129-nasosy-teplovye/>

20. Принципова схема встановлення теплового насосу [електронний ресурс] Режим посилання: <https://heatidea.com.ua/ru/teplovye-nasosy-grunt-voda/>

20. Рекуператор теплоти [електронний ресурс] Режим посилання:

21. Розслідування нещасних випадків на виробництві [електронний ресурс] Режим посилання: https://minjust.gov.ua/m/str_6680

22. Постанова № 337 «Про затвердження порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-п#Text>

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://ibuh.info/neshhasnij-vipadok-na-virobnictvi-poryadok-rozsliduvannya>

24. ДНАОП 0.00-4.03-01 Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. – К.: Основа, 2001.– 88 с.

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Нещасні випадки, що пов'язані з виробництвом. Порядок їх розслідування, спеціальне розслідування

Конституція України гарантує громадянам України право на належні, безпечні і здорові умови праці [21].

Статтею 22 Закону «Про хорону праці» на роботодавця покладено обов'язок щодо розслідування на ведення нещасних випадків, професійних захворювань і аварій [21].

Нещасний випадок – обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків або в дорозі (на транспортному засобі підприємства чи за дорученням роботодавця), внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю, зокрема від одержання поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, гострого професійного захворювання (отруєння) та інших отруєнь, одержання сонячного або теплового удару, опіку, обмороження, а також у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетрусу, зсуву, повені, урагану тощо), контакту з представниками тваринного та рослинного світу, які призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, зникнення тощо [21].

Розрізняються нещасні випадки, що підлягають загальному розслідуванню та обліку, та нещасні випадки, що підлягають спеціальному розслідуванню та обліку [21].

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До останніх належать: нещасні випадки із смертельними наслідками; групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров'я; випадки смерті працівників на підприємстві; випадки зникнення працівників під час виконання трудових (посадових) обов'язків; нещасні випадки з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого (за рішенням органів Держнаглядохоронпраці) [21].

Згідно з [22] визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових обов'язків, у тому числі у відрядженні, а також ті, що сталися у період:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці, пов'язаному з виконанням роботи, починаючи з моменту прибуття працівника на підприємство до його відбуття, який повинен фіксуватися відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства, у тому числі протягом робочого та надурочного часу, або виконання завдань роботодавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні, святкові та неробочі дні [21];

- підготовки до роботи та приведення в порядок після закінчення роботи знарядь виробництва, засобів захисту, одягу, а також виконання заходів особистої гігієни, пересування по території підприємства перед початком роботи і після її закінчення [21];

- проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі, що належить підприємству, або на іншому транспортному засобі, наданому роботодавцем [8];

- використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця в установленому роботодавцем порядку [21];

- виконання дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий, тобто дій, які не належать до трудових обов'язків працівника (подання необхідної допомоги іншому працівникові, дій щодо запобігання аваріям або рятування

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

людей та майна підприємства, інших дій за розпорядженням або дорученням роботодавця) [21];

- ліквідації аварії, наслідків надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством [21];

- подання необхідної допомоги або рятування людей, виконання дій, пов'язаних із запобіганням нещасним випадкам з іншими особами у процесі виконання трудових обов'язків [21];

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів щодо надання необхідної допомоги потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати надання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів щодо недопущення подібних випадків [23].

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків, які підлягають спеціальному розслідуванню, зобов'язаний негайно:

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- повідомити про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків (далі - Фонду), якщо потерпілий є працівником іншого підприємства - це підприємство, у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі - відповідні органи державної пожежної охорони, а в разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) - відповідні установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби [22];

- утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку в складі не менше трьох осіб та організувати розслідування [22].

До складу комісії з розслідування входять: керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (спеціаліст), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії), керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний випадок, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи [23].

До складу комісії не може входити керівник робіт, який безпосередньо відповідає за стан охорони праці на робочому місці, де стався нещасний випадок.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;

- визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам законодавства з охорони праці;

- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом, виявити осіб, які припустилися порушення вимог законодавства з охорони праці, розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у трьох примірниках, а також акт за формою Н-1 у шести примірниках, якщо цей

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або акт за формою НВП, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом, і передати їх на затвердження роботодавцю;

- у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім акта форми Н-1, складається також у чотирьох примірниках карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П5.

Нещасні випадки з учнями і студентами навчальних закладів, що сталися під час проходження ними виробничої практики або виконання робіт на підприємстві під керівництвом його посадових осіб, розслідуються і беруться на облік підприємством. У розслідуванні повинен брати участь представник навчального закладу [23].

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю розслідування нещасних випадків, їх документальним оформленням та обліком, виконанням заходів щодо усунення причин нещасних випадків здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, виконавча дирекція Фонду відповідно до їх компетенції. Громадський контроль здійснюють профспілки через виборні органи й своїх представників, а також уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці. Ці органи та особи мають право вимагати у межах своєї компетенції від роботодавця складення акта за формою Н-1 або НПВ чи його перегляду, якщо з'ясовано, що допущено порушення вимог Порядку або інших нормативно-правових актів з охорони праці.

Спеціальному розслідуванню підлягають:

- нещасні випадки зі смертельними наслідками;
- групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома або декількома працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров'я;
- випадки смерті працівників на підприємстві;
- випадки зникнення працівників під час виконання трудових (посадових) обов'язків;

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нещасні випадки з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого (за рішенням органів Держгірпромнагляду).

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок зі смертельним наслідком, нещасний випадок з тяжким наслідком, випадок смерті працівника на підприємстві, а також випадок зникнення працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків роботодавець зобов'язаний негайно передати засобами зв'язку повідомлення за встановленою формою:

- відповідному територіальному органу Держпромгірнагляду;
- відповідному органу прокуратури за місцем настання нещасного випадку;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності - відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування);

- відповідній установі (закладу) санітарно-епідеміологічної служби у разі виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь);

- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- вищестоящому профспілковому органу;
- відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності) [24].

Спеціальне розслідування нещасного випадку здійснює комісія. До складу комісії зі спеціального розслідування нещасного випадку входять: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії); представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду; представники органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування; керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства або інший представник роботодавця; представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки; представник

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

профспілкового органу вищого рівня, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруень) також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби. Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу комісії можуть бути включені також представники інших органів.

Спеціальне розслідування нещасних випадків триває 10 робочих днів. У разі необхідності цей термін може бути продовжений органом, який призначив спеціальну комісію. За результатами спеціального розслідування складаються: акт форми Н-5; акт форми Н-1 стосовно кожного потерпілого, нещасний випадок з яким визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або форми НПВ - в іншому випадку; карта форми П-5 стосовно кожного потерпілого у разі настання професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, а також оформляються інші матеріали.

Кількість примірників акта форми Н-5, акта форми Н-1 або форми НПВ, карти форми П-5 визначається залежно від кількості потерпілих та органів, яким надсилаються зазначені документи [11].

Роботодавець у п'ятиденний термін після затвердження акта форми Н-5 зобов'язаний видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустилися порушень законодавства з охорони праці [24].

Після закінчення спеціального розслідування нещасного випадку роботодавець у п'ятиденний термін надсилає копії матеріалів, зазначені в Порядку, органам прокуратури, Держгірпромнагляду, Національному НДІ промбезпеки та охорони праці, виконавчій дирекції Фонду, іншим органам, представники яких брали участь у розслідуванні. Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві та зберігається 45 років [24].

					Арк.
					69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

