

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: «Підвищення енергоефективності будівлі багатоповерхового будинку  
шляхом розробки та впровадження енергозберігаючих заходів»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Якушев О.В  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

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

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сотник М.І.  
(прізвище і ініціали)

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

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Секретар комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми 2021

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 59 сторінок, 7 рисунків, 11 таблиць, 3 додатки, 20 літературних джерел.

*Графічні матеріали:* енерготехнологічна схема об'єкту обстеження, комплексний аналіз рівня енергоефективності, результати розрахункового аналізу, техніко-економічний аналіз енергозберіжних заходів – чотири плакати формату А3.

*Метою роботи:* розробка енергозберігаючих для покращання енергозабезпечення будівлі багатоквартирного багатоповерхового будинку 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 енергопостачання будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

*Предметом дослідження* є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі багатоквартирного багатоповерхового будинку.

*Об'єкт дослідження:* будівля багатоквартирного багатоповерхового будинку та її системи енергозабезпечення.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЛІЧИЛЬНИК, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ, ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПУНКТ, НЕЩАСНИЙ ВИПАДОК.

**Тема роботи:** «Підвищення енергоефективності будівлі багатоквартирного багатоповерхового будинку шляхом розробки та впровадження енергозберігаючих заходів».

## ЗМІСТ

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

### РЕФЕРАТ

### ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....	8
1.1	Тип та конструктивні рішення будинку .....	8
1.2	Опис дійсного стану систем енергопостачання .....	8
1.2.1	Система теплопостачання .....	8
1.2.2	Система електропостачання .....	10
1.2.3	Система водопостачання та водовідведення .....	10
1.2.4	Система вентиляції .....	10
1.2.5	Опис приладу обліку теплової енергії .....	11
1.3	Результати інструментального обстеження .....	12
2	КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....	14
2.1	Аналіз обсягів споживання теплової енергії .....	14
2.2	Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії .....	16
2.3	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання .....	17
2.3.1	Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій.....	17
2.3.2	Розрахунок тепловтрат.....	19
2.3.3	Розрахунок тепло надходжень.....	25
2.3.4	Розрахунок теплової потужності всієї будівлі.....	26
3	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	27
3.1	Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження.....	27

					<b>6.144.08 ВР 00 ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення енергоефективності будівлі багатоквартирного багатоповерхового будинку шляхом розробки та впровадження енергозберігаючих заходів	Лист.	Лист	Листів
Розробив	Якушев							
Перевірив	Сотник						4	56
Реценз.						<b>СумДУ ЕМ-71</b>		
Н. Контр.	Сотник							
Затверд.								

3.1.1 Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій.....	31
3.1.2 Встановлення індивідуального теплового пункту.....	38
3.1.3 Утеплення горищного перекриття.....	41
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК Б.....	57

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 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].

Україна, яка споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортованих енергоресурсів, є однією з енергозалежних країн Європи. І цьому сприяє не тільки їх відсутність, а й неефективне використання, що загрожує національним інтересам та національній безпеці країни. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових в умовах енергетичної кризи в країні [2].

В Україні, як і в більшості європейських країн, понад 30 % кінцевої енергії споживається будинками. Це найбільший сектор національної економіки з точки зору енергоспоживання, за яким ідуть промисловість і транспорт. Якщо в індустріальному секторі споживання енергії з часом зменшується (підприємства хоч і поступово, але впроваджують енергоефективні технології), то в житловому нічого не змінюється. Причина такої стагнації – наявність бар'єрів, які перешкоджають власникам житла впроваджувати енергоефективні технології у своїх будинках [2].

Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища.

Для населення – це значне скорочення комунальних витрат, для країни – економія ресурсів, підвищення продуктивності промисловості і конкурентоспроможності, для екології – обмеження викидів парникових газів в атмосферу, для енергетичних компаній – зниження витрат на паливо і необґрунтованих витрат на будівництво.

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

Через незабезпеченість енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47 %, 12 % тепла втрачається через зношеність мереж, 5 % – через застаріле обладнання котелень [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 %. При цьому в цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75 % [2].

Кожний уряд незалежної України одним з головних пріоритетів у своїй діяльності визначав необхідність розв'язання проблем підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства. У своїх програмах дій вони намічали шляхи розв'язання цих проблем, розробляли відповідні державні програми, визначали комплекс заходів, які сприяли їх реалізації [2].

**Метою дослідження** є підвищення ефективності функціонування системи теплозабезпечення будівлі багатоквартирного багатоповерхового будинку, аналіз фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, 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.

**Об'єктом дослідження** є будівля багатоквартирного багатоповерхового будинку та її системи енергозабезпечення.

**Предметом дослідження** в роботі є енергетичні процеси, які відбуваються в досліджуваній мною будівлі а також у системах енергоспоживання.

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

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Тип та конструктивні рішення будинку

Окремо розташований житловий будинок за адресою: м.Суми, проспект Шевченка, 25.

Поверховість – 9 поверхів.

Перекриття над підвалом – збірні залізобетонні конструкції.

Зовнішня стіна з керамічної цегли товщиною 400 мм.

Покрівля шатрова двоскатна.

Перекриття горища – збірні залізобетонні конструкції із засипкою гравієм товщиною 0,15 м.

Горище та підвальне приміщення не опалюються.

Вікна – металопластикові з однокамерним склопакетом. Кількість - 96 шт.

Опалювальна площа будівлі – 2273,6 м<sup>2</sup>;

Опалювальний об'єм будівлі – 7957,6 м<sup>3</sup>.

Теплова потужність будівлі – 0,1482 ГКал/год.

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від централізованої системи опалення.

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється від швидкісного водопідігрівача, який встановлений в підвалі будинку.

## 1.2 Опис дійсного стану систем енергопостачання

### 1.2.1 Система теплоспоживання

Обстежуваний об'єкт має централізовану систему теплопостачання, у якому теплоносієм являється гаряча вода. Відпуск теплоти до будівлі

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

здійснюється за температурним графіком 110/70 °С. Приєднання опалювальних приладів до теплопроводів здійснене «зверху вниз». Опалювальні прилади - радіатори типу МС-140.

Ввід теплової мережі (рис 1.1) передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвалі будинку. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві.



Рисунок 1.1 – Ввід теплової мережі

У тепловому пункті встановлений елеваторний вузол (рис 1.2).



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи опалення [3]

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



Елеваторний вузол забезпечує тільки «якісне» регулювання теплоносія, коли температура в системі опалення змінюється в залежності від температури теплоносія, що приходить від централізованої теплової мережі. Принцип роботи елеватора полягає в тому, щоб змішувати теплоносій з централізованої теплової мережі і воду із зворотного трубопроводу системи опалення до температури, відповідної нормативній для даної системи [3].

Система опалення – двотрубна з верхнім розподілом теплового носія.

### 1.2.2 Система електроспоживання

Постачальником електроенергії до будівлі є ТОВ «Енера-Суми». Електропостачання відбувається від трансформаторної підстанції, що знаходиться неподалік будівлі. Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії КЛ 0,4 кВ ААБл 3×120 мм.

### 1.2.3 Система водоспоживання та водовідведення

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано комунальним підприємством «Міськводоканал». Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 80 мм. Тиск води на вході в будівлю  $P_{хв}=0,3$  МПа. Для забезпечення верхніх поверхів водою встановлений напірний насос.

Водовідведення відбувається по чугунній трубі Ø 100 мм до каналізаційної мережі.

### 1.2.4 Система вентиляції

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

Система вентиляції природня.

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

### 1.2.5 Опис приладу обліку теплової енергії

Облік споживання теплової енергії здійснюється за допомогою теплового лічильника типу SENSUS «PolluTherm – X», (рис 1.3), термін повірки - 27 липня 2018 р.

Встановлений в тепловому пункті, на вводі до будівлі перед елеваторним вузлом.



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
Маса	21 кг

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

Станом на 02.05.2021 рік тариф на теплову енергію складає – 1559,7 грн/Гкал з ПДВ.

### 1.3 Результати інструментального обстеження

Було проведено вимірювання температури теплового носія в подаючому та зворотньому трубопроводах системи теплоспоживання. Приладом для вимірювання є лазерний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek (рис 1.4).



Рисунок 1.4 – Лазерний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek [5]

Завдяки властивостям даного пірометра можна вирішити широке коло задач контролю температури безконтактним методом. Його застосовують для діагностики систем кондиціонування, опалення і вентиляції, обслуговування електромереж і електроапаратури, автомобілів протипожежних систем.

Пірометр дуже простий в експлуатації завдяки лазерному прицілу і дисплею, розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта (опалювального приладу).

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

Вимірювання температури подаючого та зворотнього трубопроводів системи опалення проводилось кожного дня протягом березня місяця. Результати вимірювань наведено в додатку Б.

У період проведення дослідження температура теплоносія в системі опалення в середньому складала:  $T_1 = 60^{\circ}\text{C}$ ;  $T_2 = 50^{\circ}\text{C}$ .

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 2.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Величина обсягів споживання теплової енергії будівлею за 2018 – 2020 роки наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею за 2018 – 2020 роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	43,4	49,37	39,68
Лютий	34,74	32,37	33,64
Березень	29,08	27,46	27,59
Квітень	11,44	17,18	15,98
Травень	–		–
Червень	–		–
Липень	–		–
Серпень	–		–
Вересень	–		–
Жовтень	19,12	18,43	16,14
Листопад	25,58	22,16	19,14
Грудень	45,96	46,98	48,21
<b>Всього</b>	<b>209,3</b>	<b>213,9</b>	<b>200,4</b>

На рисунку 2.1 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2018 – 2020 рр.

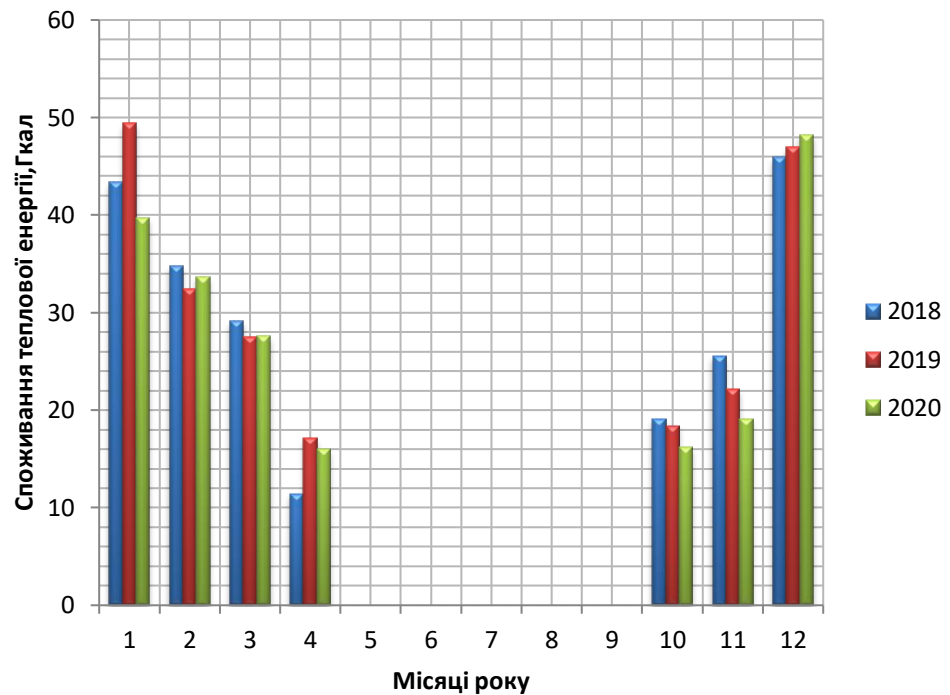


Рисунок 2.1 – Діаграма споживання теплової енергії за 2018-2020 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов’язана з різною температурою повітря та неналежним керуванням режимами роботи системи теплопостачання будівлі.

## 2.2 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

З метою надання об’єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі, 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 [6, п.3.24]:

					Арк.
					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$EP = \frac{Q_{оп}}{A_f}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (2.1)$$

де  $Q_{оп}$  – 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, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{max}, \quad (2.2)$$

де  $EP$  – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_{max}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м<sup>3</sup> [6, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для житлових будівель поверховістю від 4 до 9, першої температурної зони становлять [6, табл.1]:

$$EP_{max} = 83 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2} = 0,071 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^2}.$$

Згідно наданих облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальні періоди становлять:

- за опалювальний період 2018 – 2019 рік –  $Q_{оп} = 209,3$  Гкал;
- за опалювальний період 2019 – 2020 рік –  $Q_{оп} = 213,9$  Гкал;
- за опалювальний період 2020 – 2021 рік –  $Q_{оп} = 200,4$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за опалювальний період 2018 – 2019 рік –  $EP = 0,09$  Гкал/м<sup>2</sup>;
- за опалювальний період 2019 – 2020 рік –  $EP = 0,09$  Гкал/м<sup>2</sup>;
- за опалювальний період 2020 – 2021 рік –  $EP = 0,08$  Гкал/м<sup>2</sup>.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить –  $EP = 0,09$  Гкал/м<sup>2</sup>.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою:

$$\left( \frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \right) \cdot 100\% , \quad (2.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\left( \frac{0,09 - 0,071}{0,071} \right) \cdot 100\% = 27\%$$

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

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (1.2). Крім того, за відсутності пристроїв автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі, застосовується «ручне» регулювання засувками без чіткого визначення його необхідної миттєвої величини. Це інколи призводить до порушень циркуляції теплоносія в системі опалення будівлі. Як наслідок цього – нерівномірний прогрів квартир будівлі та використання додаткових приладів обігріву, додаткова витрата коштів на електроспоживання.

## 2.3 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

### 2.3.1 Розрахунок термічного опору огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт повинний бути не менше за вимагаємих значень  $R_{q \min}$ , які

					Арк.
					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [7].

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови:

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

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

$R_{q min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції,  $m^2 \cdot K/Вт$ .

Мінімально допустиме значення,  $R_{q min}$ , опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, дверей та воріт промислових будинків встановлюється згідно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

$R_i$  – 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,  $Вт/(м \cdot К)$ ;

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

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma пр}$ ,  $m^2 \cdot K/Вт$ , непрозорої огороджувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.4) розраховується за формулою:

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.6)$$

де  $\alpha_6, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

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

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

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції, згідно формули (2.2), м<sup>2</sup>·К/Вт;

[11]

### 2.3.2 Розрахунок тепловтрат

При дотриманні оптимальних умов теплового балансу приміщень будинків необхідно щоб виконувалася в них умова рівності між тепловтратами і теплонадходженнями.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_0 + \sum Q_\delta + \sum Q_{инф} + \sum Q_\epsilon, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де  $\sum Q_0$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\sum Q_\delta$  – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

$\sum Q_{инф}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\sum Q_\epsilon$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

					Арк.
					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, стелі, світлові прорізи, двері, підлоги)

$$Q_0 = \frac{F_{\text{озр}}}{R_{\Sigma\text{пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де  $F_{\text{озр}}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma\text{пр}}$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{з.р}}$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря.

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\sum Q_0 = \sum Q_{\text{ст}} + \sum Q_{\text{стл}} + \sum Q_{\text{вкн}} + \sum Q_{\text{з.д}} + \sum Q_{\text{ндл}}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де  $\sum Q_{\text{ст}}$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

$\sum Q_{\text{стл}}$  – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

$\sum Q_{\text{вкн}}$  – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

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

$\sum Q_{\text{ндл}}$  – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті, Вт.

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

## 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.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків

$$\Sigma Q_{op}^{\circ} = \Sigma Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

де  $\Sigma Q_{cm}$  – сумарні тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

$\beta_{op}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [7].

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами

$$\Sigma Q_{ndl}^{\circ} = 0,13 \cdot Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\Sigma Q_{\circ} = \Sigma Q_{op}^{\circ} + \Sigma Q_{a}^{\circ} + \Sigma Q_{ndl}^{\circ}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

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

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

$\Sigma Q^{\partial}_e$  – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\Sigma Q^{\partial}_{ndl}$  – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_e - t_{з.р}) \cdot n_e, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

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

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

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

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

$n_e$  – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері, може бути визначена за рівнянням:

$$G_{вд} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (2.14)$$

де  $B$  і  $H$  – ширина та висота дверей відповідно, м;

$k_q$  – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8);

$g$  – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$v$  – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с; II-а кліматична зона – 2,1 м/с) [7];

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

$\Delta\rho$  – різниця густин повітряних мас ( $\Delta\rho = \rho - \rho_c$ ), кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_c$  – середня густина повітряних мас, кг/м<sup>3</sup> (при нормальних умовах  $\rho = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_e + t_{cp.on})]} \quad (2.15)$$

де  $t_{cp.on}$  – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С;

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у двері без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_e - t_{z.p}) \cdot k_e, \text{ кВт} \quad (2.16)$$

де  $G_{ep}$  - масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;

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

$t_e$  і  $t_{z.p}$  - температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$k_e$  – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{z.d}^{inf} = 0,28 \cdot G_{z.d} \cdot c \cdot (t_e - t_z), \quad (2.17)$$

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

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

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

$G_{з,д}$  – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, 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 або іншої нещільності (приймається 5 мм), м;

$L_{н,д}$  – довжина нещільності (береться загальний периметр дверей), м;

$v_{ср,н,д}$  – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається 0,8 м/с), м/с [7];

$m_n$  – маса 1 м<sup>3</sup> повітря (для практичних розрахунків беруть  $m_n = 1,3$  кг)[7].

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

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

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_{в} = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{в} - t_{з,р}) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (2.20)$$

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

$t_{в}$  і  $t_{з,р}$  - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V_{II}$  – внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho=1,3$  кг/м<sup>3</sup>

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення, год<sup>-1</sup> (за умовою завдання);

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

### 2.3.3 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (2.21)$$

де  $q_l$  – явні теплонадходження від людей, Вт;

$n_l$  – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

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

$k_{II}$  – коефіцієнт завантаження;

$\eta$  – ККД електроустаткування;

$k_T$  – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

$k_c$  – коефіцієнт попиту на електроенергію;

Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_z, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

де  $N_l$  – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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



$k_{осв}$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплоу;

$k_з$  – коефіцієнт завантаження освітлення;

$n_л$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{О.П}, \text{ Вт} \quad (2.24)$$

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, м<sup>2</sup>;

$k_{О.П}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ( $k_{О.П}=0,6$ ).

Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_л + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (2.25)$$

2.3.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (2.26)$$

де  $\Sigma Q_{втр}$  - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

$\Sigma Q_{тн}$  - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, який обстежується представлені у таблиці 2.2.

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

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині	0,4	0,81	0,76	3,3
		Декоративна штукатурка	0,05	0,81		
2	Дах	Дерев'яний каркас	0,200	2,04	2,25	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Листи оцинкованої сталі	0,1	0,17		
3	Вікна	Металопластикові з однокамерним склопакетом	–	–	0,6	0,75
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,45	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Керамічна плитка	0,007	1,1		
		Лінолеум	0,005	0,35		

Отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{q \min}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [7, табл.3]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Розрахунок теплової потужності будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [8] (Додаток В).

Вихідні дані та результати розрахунку наведено в таблиці 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку

Вихідні дані для розрахунку	Значення параметру
Температура у середині приміщення, $^{\circ}C$	20
Температура в підвальному приміщенні, $^{\circ}C$	8
Температура зовнішнього повітря, $^{\circ}C$	-25
Загальна площа зовнішніх стін, $м^2$	1728
Загальна площа поверхні даху, $м^2$	308
Загальна площа вікон, $м^2$	216

Продовження таблиці 2.3

Загальна площа дверей, м <sup>2</sup>	9
Загальна площа перекриття над тех.підпіллям, м <sup>2</sup>	308
Допоміжний коефіцієнт	0,28
Кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, м <sup>3</sup>	8
Коефіцієнт теплоємності повітря, , кДж/(кг · К)	1,005
Внутрішній об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	7957,6
Густина повітря, яке видаляється з приміщення, кг/м <sup>3</sup>	1,3
Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання	0,85
Кратність повітрообміну приміщення, год <sup>-1</sup>	0,8
Кількість людей в приміщенні	400
Явні теплонадходження від людей, Вт	103
Номінальна потужність електроустаткування, Вт	15000
Коефіцієнт завантаження	0,85
ККД електроустаткування	0,9
Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9
Коефіцієнт попиту на електроенергію	0,3
Потужність одного джерела освітлення, Вт	20
Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4
Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6
Кількість однотипних джерел освітлення	325
Тепловий потік, що надходить через 1 м <sup>2</sup> скління освітленого сонцем, Вт	250
Тепловий потік, що надходить через 1 м <sup>2</sup> скління перебуваючого в тіні, Вт	100
Площа заповнення світлових прорізів, м <sup>2</sup>	108
Площа заповнення світлових прорізів (в тіні), м <sup>2</sup>	108
Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу	0,6

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку

Розрахункові дані	Значення параметру
Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,76
Приведений опір теплопередачі для стелі, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	2,25
Приведений опір теплопередачі для дверей, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,5
Приведений опір теплопередачі для вікон з пластика, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,6
Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,45

Продовження таблиці 2.4

Втрати теплоти через стіни,Вт	102315,7895
Втрати теплоти через стелю,Вт	6160
Втрати теплоти через вікна,Вт	16200
Втрати теплоти через підлогу,Вт	8213,3
Втрати теплоти через двері, Вт	784
Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	21881,7
Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	89078,1
	244633,9
Сумарні тепловтрати,Вт	
Теплонадходження від людей, Вт	41200
Теплонадходження від електроустаткування, Вт	4155,75
Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	1560
Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	22680
Сумарні теплонадходження,Вт	69595,75
<b>Теплова потужність будівлі,Вт</b>	175037
<b>Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт</b>	373586,7

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

### 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

Кожен уряд незалежної України одним із головних пріоритетів у своїй діяльності визначав необхідність вирішення проблем підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства [9]. У своїх програмах дій вони намічали шляхи вирішення цих проблем, розробляли відповідні державні програми, визначали комплекс заходів, які сприяли їх реалізації. Разом з тим жоден з намічуваних заходів, жодна з програм так до кінця і не були реалізовані. Причин такого стану багато [9]. Головне ж у тому, що майже завжди добрі наміри не збігалися з фінансовими і матеріальними можливостями [9]. Програми не фінансувалися взагалі або кошти на їх реалізацію виділялися за залишковим принципом. Що стосується пропонованих заходів, то вони були досить часто нереальними і не завжди технічно обґрунтованими [9].

Так свого часу пропонувалося перевести теплопостачання всіх багатоквартирних будинків і громадських будівель з централізованого на автономне, тобто кожна будівля повинна було б мати свою вбудовану, прибудовану або дахову котельню [9]. На думку ініціаторів цієї пропозиції, подібний захід мав значно скоротити (до 30%) споживання енергоресурсів [9]. Разом з тим, за підрахунками фахівців, реалізація подібного заходу коштувала б грошей сумірних з десятьма річними бюджетами всієї країни, що складно розглядати як реальну пропозицію [9].

Нині діючий уряд пропонує здійснити широку підтримку електроопалення. Використання електроенергії для опалення в принципі хороше рішення. Особливо враховуючи можливість споживання для цих цілей дешевої нічної електроенергії. Однак переклад багатоквартирного житлового фонду на електроопалення практично нереальний з-за неможливості існуючих внутрішньобудинкових електромереж впоратися з багаторазово зростаючими навантаженнями [9].

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

Повна термомодернізація існуючого житлового фонду України, а це стосується практично всіх будівель, побудованих до 1993 року, - дорогий і тривалий процес [9]. Вона включає необхідність утеплення огороджувальних конструкцій будівлі та модернізацію його інженерних систем. Безумовно, виконати її в повному обсязі в масштабах всієї країни було б ідеальним вирішенням, але це нереальне завдання [9]. Необхідно розбити її на реальні етапи, які найбільш здійсненні, вимагають мінімальних витрат і приносять швидкий та відчутний ефект [9]. Виходячи з сьогоденних реалій, першим з таких етапів має стати обладнання всіх багатоквартирних будинків засобами обліку спожитої теплової енергії та тепловими пунктами з погодним регулюванням [9].

### 3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження

#### 3.1.1 Утеплення зовнішніх огороджувальних конструкцій

Звичайно, повна термомодернізація будинків, - річ складна і недешева, і в нашій країні вистачить пальців однієї руки, щоб підрахувати кількість будинків, які пройшли грамотну термомодернізацію. А утеплення фасадів багатоповерхівок є невід'ємною і важливою складовою термомодернізації та, при цьому, порівняно недорогим і ефективним заходом [10].

Згідно ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації», а також ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва»:

- житлові будівлі висотою більше, ніж 26,5 метрів (восьмиповерхові і вище - відносяться до будівель підвищеної поверховості, висотних і т.п.) утеплюються, виключно, мінеральною - кам'яною або базальтовою ватою.

Технологія утеплення багатоповерхових будинків зображено на рисунку

3.1

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

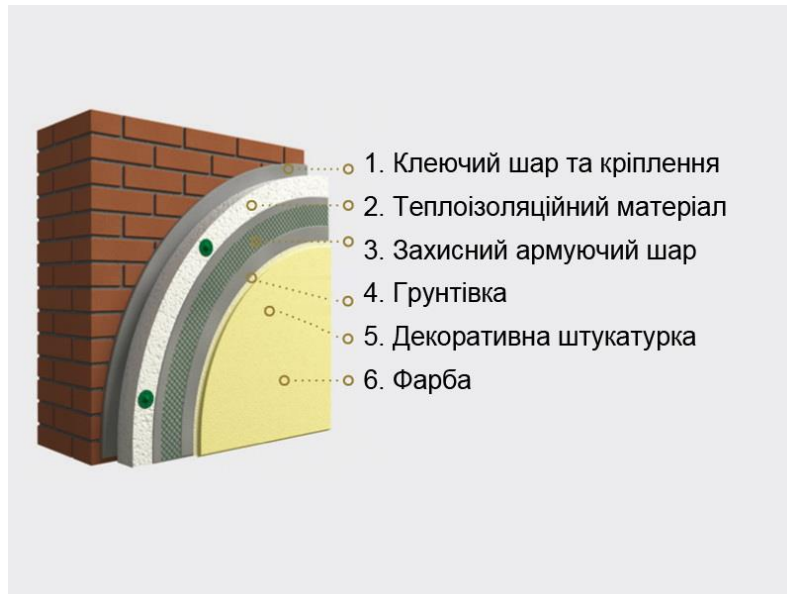


Рисунок 3.1 – Технологія утеплення багатоповерхових будинків [10]

Тому, додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Для утеплення стін будівлі пропонується використати мінераловатні плити [11].

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою:

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

де  $\lambda_{\text{ут}} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – теплопровідність ізолюючого матеріалу [11].

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [7].

$$\delta_{\text{ут.ст}} = (3,3 - 0,76) \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м.}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 100 мм.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

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

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

$$Q_{cm}^{із} = \frac{1728}{3,3} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 23563,6 \text{ Вт.}$$

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

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

$$\Delta Q_{cm} = 102315,9 - 23563,6 = 78752,3 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати крізь стіни за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [12]:

$$Q_{ог.к}^{рік} = \Delta Q_{ог.к} \cdot \frac{(t_г - t_{cp.on})}{(t_г - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} , \quad (3.4)$$

$$Q_{cm}^{рік} = 78,8 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 168182,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 144 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 144 \cdot 1559,7 = 224596,8 \text{ грн} / \text{рік.}$$

Згідно інформації будівельного гіпермаркету «Рона» вартість 1 м<sup>2</sup> плити мінераловатної товщиною 100 мм складає 110 грн [13]. Вартість робіт по

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



встановленню плит складає 250 грн/м<sup>2</sup>. Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

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

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

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

$$K = 1728 \cdot (110 + 250) = 622080 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності:

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

$$T_{ок} = \frac{622080}{224596,8} = 2,8 \text{ року.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [14].

Цей проект спрямований на зменшення витрат теплової енергії, шляхом утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій - стін.

На основі проведених розрахунків робимо фінансовий аналіз утеплення стін будинку.

Капітальні витрати на впровадження заходу будуть складати  $K = 622080$  грн.

Після утеплення зовнішніх стін економія тепловтрат у грошовому еквіваленті становитиме 224596,8 грн/рік.

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

Визначимо економічну ефективність впровадження енергоощадного заходу дисконтним методом [14].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно до формули:

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

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 10 % (0,1).

Таблиця 3.1 - Оцінка NPV

Рік	Інвестиції $I$ (капітальні витрати), грн	Вигоди $D$ (дохід), грн	чистий грошовий потік, $P_t$ , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-622080	-622080		1		
1	0	224596,8	-397483,2	0,909	204179	-417901
2	0	224596,8	-172886,4	0,826	185617	-232284
3	0	224596,8	51710,4	0,751	168743	-63541
4	0	224596,8	276307,2	0,683	153403	89862
5	0	224596,8	500904	0,621	139457	229319
6	0	224596,8	725500,8	0,564	126779	356098
7	0	224596,8	950097,6	0,513	115254	471351
8	0	224596,8	1174694,4	0,467	104776	576127
9	0	224596,8	1399291,2	0,424	95251	671378

10	0	224596,8	1623888	0,386	86592	757970
11	0	224596,8	1848484,8	0,350	78720	836690
12	0	224596,8	2073081,6	0,319	71563	908253
13	0	224596,8	2297678,4	0,290	65058	973311
14	0	224596,8	2522275,2	0,263	59143	1032454
15	0	224596,8	2746872	0,239	53767	1086221
16	0	224596,8	2971468,8	0,218	48879	1135100
17	0	224596,8	3196065,6	0,198	44435	1179535
18	0	224596,8	3420662,4	0,180	40396	1219931
19	0	224596,8	3645259,2	0,164	36723	1256654
20	0	224596,8	3869856	0,149	33385	1290039
21	0	224596,8	4094452,8	0,135	30350	1320389
22	0	224596,8	4319049,6	0,123	27591	1347980
23	0	224596,8	4543646,4	0,112	25083	1373062
24	0	224596,8	4768243,2	0,102	22802	1395865
25	0	224596,8	4992840	0,092	20729	1416594
	<b>IRR</b>	<b>36%</b>			<b>2038674</b>	

$$NPV = 2038674 - 622080 = 1416594 \text{ грн}$$

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. Також із таблиці 3.1 бачимо, що в абсолютних величинах проект окупається за 2 роки, а з урахуванням дисконтної ставки – за 3 роки. Чистий дохід проекту становить 2038674 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 1416594 грн.

Індекс дохідності  $PI$  розраховуємо :

$$PI = \frac{2038674}{1416594} = 1,4$$

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

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

Розрахунок  $IRR$  у програмі Microsoft Excel проводиться у такій послідовності (табл. 3.2) [8].

1. У клітинку A1 заносимо величину інвестицій.
2. У клітинки A2 – A425 заносимо розмір чистого грошового потоку у кожному році за весь життєвий цикл проекту.
3. У клітинку A25 заносимо формулу =  $IRR(Q8 : Q48)$ .
4. Отримуємо результат – 36 %.

Таблиця 3.2 – Оцінка  $IRR$  (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

	Q
1	2
2	-622080
3	224596,8
4	224596,8
...	...
24	224596,8
25	224596,8
Формула	= $IRR(Q8 : Q25)$
Результат	36 %

$IRR > r$ , тобто  $IRR$  перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту. Проект можна прийняти до впровадження.

Дисконтований термін окупності розраховуємо:

$$PP = 3 + \frac{622080 - 558539}{153403} = 3,4 \text{ року}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	622080
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	224596,8
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	1416594
3.3	Індексе дохідності	1,4
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	36
3.5	Дисконтований термін окупності, років	3,4

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки  $NPV > 0$ . Отже, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості. Проект може бути реалізований із великою вірогідністю.

### 3.1.2 Встановлення індивідуального теплового пункту

Послуга з централізованого опалення становить значну частину витрат в пакеті щомісячних комунальних платежів [15]. Оптимізувати використання енергоресурсів допоможе модернізація системи опалення будівлі : відповідний

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

комплекс заходів вплине на зменшення суми в платіжках і підвищить комфорт проживання мешканців в квартирах такого будинку [15].

Процес модернізації системи опалення починається зі встановлення індивідуального теплового пункту [15]. Наступними кроками є балансування гідравлічної системи будівлі та теплоізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях [15].

Сучасні індивідуальні теплові пункти автоматично регулюють параметри теплоносія в будинковій системі в залежності від погодних умов. Ця опція називається «погодозалежне регулювання» [15].

Погодозалежне регулювання – це комплекс автоматичного обладнання, у якому електронний регулятор температури коригує температуру на вході в систему теплоспоживання будинку залежно від погодних умов за допомогою регулювального клапана з електроприводом згідно з вихідними сигналами від датчиків температури теплоносія та зовнішнього повітря [15].



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд ІТП [14]

Вартість обладнання з доставкою та монтажем складає:  $K=200000$  грн [16].

Економія в споживанні теплової енергії після встановлення ІТП складає близько 20% [16].

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

Теплова потужність будівлі до впровадження енергозберігаючих заходів складає 321, 3 ГКал.

Тоді:

$$E=321,3 \cdot 0,2=64,3 \text{ Гкал.}$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$\Delta E = 64,3 \cdot 1559,7 = 100221,5 \text{ грн}$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{200000}{100221,5} = 2 \text{ роки.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [14].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.1.1. Результати занесемо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	200000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	—

Продовження таблиці 3.4

3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	100221,5
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	709917
3.3	Індекс дохідності	2,2
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	50
3.5	Дисконтований термін окупності, років	2,6

### 3.1.3 Утеплення горищного перекриття

Додаткове утеплення горищного перекриття спеціальними матеріалами здатне підвищити термічний опір конструкції і відповідно значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, що у свою чергу призведе до зменшення витрат теплової енергії на опалення.

З метою підвищення термічного опору та утеплення горищного перекриття пропонується утеплення виконувати піноізолом (залитим пінопластом). Теплопровідність матеріалу  $\lambda_{\text{ут}} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$  [17].

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню становить  $F_{\text{стл}} = 308 \text{ м}^2$ . Тепловтрати крізь стелю до утеплення  $Q_{\text{стл}}^1 = 6160 \text{ Вт}$ .

За формулою (3.1) визначимо товщину теплоізоляційного шару піноізолу:

$$\delta_{\text{ут}} = [4,95 - 2,25] \cdot 0,038 = 0,1 \text{ м.}$$

Знаходимо тепловтрати через стелю після впровадження заходу за формулою:

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{308}{4,95} \cdot (20 + 25) = 2800 \text{ Вт.}$$

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



Економію витрат теплоти розраховуємо за формулою (3.3):

$$\Delta Q = 6160 - 2800 = 3360 \text{ Вт.}$$

Річну економію теплової енергії після впровадження заходу знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{стл}}^{\text{ек.рік}} = 3360 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 7171,2 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ГОД}}{\text{рік}}.$$

Економію витрати палива за рахунок впровадження енергозберігаючого заходу знаходимо за формулою:

$$B = 7171,2 \cdot 0,00086 = 6,2 \frac{\text{ГКал}}{\text{рік}}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = 1559,7 \cdot 6,2 = 9670,1 \text{ грн.}$$

Ціна утеплюючого матеріалу з монтажем та декоруванням поверхні за 1 м<sup>3</sup> становить - 600 грн [17].

Для утеплення 308 м<sup>2</sup> горищного перекриття необхідно приблизно 75 м<sup>3</sup> матеріалу, що вимагає капітальних витрат на суму:

$$K = 75 \cdot 600 = 45000 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу:

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{45000}{9670,1} = 4,7 \text{ років.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [14].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.1.1. Результати занесемо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	45000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	9670,1
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	23169
3.3	Індекс дохідності	1,6
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	26
3.5	Дисконтований термін окупності, років	5,4

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання будівлі багатоповерхового будинку за адресою проспект Шевченка,25.

Економія енергоресурсів досягається за рахунок вдосконалення системи енергопостачання, впровадження нової техніки, зменшення витрат енергії, робота обладнання в економних режимах.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» після проведення візуального обстеження описано дійсний стан будівлі та енергетичних систем. Виконано опис приладу обліку теплової енергії та результати інструментального обстеження.

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.

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

1) утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни) ( капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 622080 грн; економія в грошовому еквіваленті – 224596,8 грн; термін окупності заходу – 2,8 років, дисконтований термін окупності – 3,4 року);

2) Встановлення індивідуального теплового пункту ( капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 200000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 100221,5 грн; термін окупності заходу – 2 роки, дисконтований термін окупності – 2,6 року);

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

3) Утеплення горищного перекриття ( капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 45000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 9670,1 грн; термін окупності заходу – 4,7 років, дисконтований термін окупності – 5,4 року);

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.
						45
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](http://nbuviar.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishchennya-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350)
3. Елеваторний вузол [електронний ресурс] Режим посилання: <https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya/>
4. Лічильник теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <http://isker.com.ua/ru/category/pollutherm-slovakia-prais>
5. Техпаспорт пірометра MiniTemp MT2 фірми Raytek.
6. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
7. 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, 2014
8. Microsoft\_Excel [електронний ресурс] Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Excel](https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel)
9. Як підвищити енергоефективність багатоповерхівок [електронний ресурс] Режим доступу: <http://osbb.jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/jak-pdvishhiti-jenergojefektivnst-bagatopoverkhvok-39462>
10. Якою має бути якість утеплення багатоповерхових будинків [електронний ресурс] Режим доступу: <https://teplodim.info/uk/useful-articles/kakim-dolzno-byt-kachestvo-uteplenija-mnogoetaznyh-domov>

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

11. Теплоізоляційні матеріали [електронний ресурс] Режим посилання: <https://bm.kiev.ua/utepliteli/minvata/izover-kt-40-50mm-details.html>

12. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.

13. Магазин Рона [електронний ресурс] Режим посилання: <https://rona.ua/shop/>

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

15. Модернізація системи опалення в багатоповерхівках [електронний ресурс] Режим посилання: <https://eefund.org.ua/modernizaciya-sistemi-opalennya-u-bagatokvartirnikh-budinkakh-ekonomiya-ta-bezpeka>

16. Вартість ІТП [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/04/28/624358/>

17. Піноізол [електронний ресурс] Режим посилання: <http://penoizol.terno.biz/home-2.html>;

18. Розслідування нещасних випадків на виробництві [електронний ресурс] Режим посилання: [https://minjust.gov.ua/m/str\\_6680](https://minjust.gov.ua/m/str_6680)

19. 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>

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

21. 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.
						47
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.

Єдиний порядок організації охорони праці в Україні визначає Закон України «Про охорону праці».

Статтею 22 цього Закону на роботодавця покладено обов'язок щодо розслідування на ведення нещасних випадків, професійних захворювань і аварій [18].

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 [19].

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

Розрізняються нещасні випадки, що підлягають загальному розслідуванню та обліку, та нещасні випадки, що підлягають спеціальному розслідуванню та обліку [18].

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) [18].

Згідно з [19] 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 [18];

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 [18];

проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі, що належить підприємству, або на іншому транспортному засобі, наданому роботодавцем [18];

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



використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця в установленому роботодавцем порядку [18];

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 людей та майна підприємства, інших дій за розпорядженням або дорученням роботодавця) [18];

ліквідації аварії, наслідків надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством [18];

подання необхідної допомоги або рятування людей, виконання дій, пов'язаних із запобіганням нещасним випадкам з іншими особами у процесі виконання трудових обов'язків [18];

Проте, не визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками:

за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;  
під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів, машин, механізмів, устаткування, інструментів, що належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності) [18];

унаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речовинами, а також унаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо), за наявності відповідного медичного висновку, якщо це не пов'язане із застосуванням таких речовин у виробничих процесах чи порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, до нещасного випадку був відсторонений від роботи відповідно до вимог правил

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішнього трудового розпорядку підприємства або колективного договору [18];

у разі підтвердженого відповідним медичним висновком алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, не зумовленого виробничим процесом, яке стало основною причиною нещасного випадку за відсутності технічних та організаційних причин його настання [18];

під час скоєння ними злочину, що встановлено обвинувальним вироком суду [18];

у разі смерті або самогубства (крім смерті внаслідок гострої серцево-судинної недостатності під час перебування на підземних роботах чи після виведення працівника на поверхню з ознаками гострої серцево-судинної недостатності, що підтверджено медичним висновком; скоєння самогубства працівником плавскладу на суднах морського, річкового та рибпромислового флоту в разі перевищення обумовленого колективним договором строку перебування у рейсі або його смерті під час перебування у рейсі внаслідок впливу психофізіологічних, небезпечних чи шкідливих виробничих факторів) [18].

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

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

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 [20].

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

- 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;

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

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 [20].

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого, до складу комісії з розслідування обов'язково включається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

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

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 днів:

- 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 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 [20].

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

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

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;
- 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 (отруень);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вищестоящому профспілковому органу;
- відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності) [21].

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 профспілкового органу вищого рівня, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) 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 групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2-4 особи, проводиться комісією зі спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника Держгірпромнагляду або за його дорученням - наказом територіального органу Держгірпромнагляду. Якщо загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, комісія зі спеціального розслідування призначається наказом Держгірпромнагляду, якщо з цього приводу не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

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:

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

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 [21].

Примірники актів форми Н-5, форми Н-1 або НПВ підписуються головою і всіма членами спеціальної комісії протягом п'яти днів після оформлення матеріалів спеціального розслідування. У разі незгоди зі змістом актів член комісії письмово викладає окрему думку, яка додається до акта форми Н-5.

Керівник органу Держгірпромнагляду, який призначив спеціальну комісію, повинен розглянути і затвердити примірники актів форми Н-5 та форми Н-1 або НПВ протягом доби після надходження матеріалів спеціального розслідування.

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 [21].

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 [21].

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

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Результати вимірювання температури теплоносія в подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення будинку

Дата	Температура зовнішнього повітря	Температура теплоносія в подаючому трубопроводі системи опалення, $T_1, ^\circ\text{C}$	Температура теплоносія в зворотньому трубопроводі системи опалення, $T_2, ^\circ\text{C}$
1.03	+3	61	49
2.03	+2	60	51
3.03	+4	60	50
4.03	+6	62	50
5.03	+3	59	51
8.03	+1	61	49
9.03	-4	60	48
10.03	-3	60	50
11.03	-3	62	51
12.03	-3	62	50
15.03	+6	60	50
16.03	+6	59	49
17.03	+2	58	50
18.03	+2	61	50
19.03	+4	61	49
22.03	+4	59	49
23.03	+2	59	50

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



Продовження таблиці Б1

24.03	+3	61	50
25.03	+6	60	51
26.03	+10	60	50
29.03	+10	61	50
30.03	+7	61	49
31.03	+8	61	50

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

## ДОДАТОК В

### Розрахунок теплової потужності будівлі за допомогою програми Microsoft Excel

Вихідні дані для розрахунку		Розрахункові дані	
1	Температура у середній приміщенні	20	Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін
2	Температура в підвальному приміщенні	8	Приведений опір теплопередачі для стелі
3	Температура зовнішнього повітря	-25	Приведений опір теплопередачі для дверей
4	Загальна площа зовнішніх стін	1728	Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон
5	Загальна площа поверхні даху	308	Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги
6	Загальна площа вікон	216	Втрати теплоти через стіни, Вт
7	Загальна площа дверей	9	Втрати теплоти через стелю, Вт
8	Загальна площа перекриття над тех. підпіллям	308	Втрати теплоти через двері
9	Допоміжний коефіцієнт	0,28	Втрати теплоти через вікна, Вт
10	Кількість інфільтрованого холодного повітря через щільність вікнового отвору	8	Втрати теплоти через підлогу, Вт
11	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005	Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи, Вт
12	Внутрішній об'єм приміщення	7957,6	Тепловтрати на витяжну вентиляцію, Вт
13	Густина повітря, яке виділяється з приміщення	1,3	Сумарні тепловтрати, Вт
14	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення	0,85	Теплонадходження від людей, Вт
15	Кратність повітрообміну приміщення	0,8	Теплонадходження від електроустаткування, Вт
16	Кількість людей в приміщенні	400	Теплонадходження від джерел освітлення, Вт
17	Якби теплонадходження від людей	103	Теплонадходження від сонячної радіації, Вт
18	Номінальна потужність електроустаткування	15000	Сумарні теплонадходження, Вт
19	Коефіцієнт завантаження	0,85	Теплова потужність будівлі, Вт
20	ККД електроустаткування	0,9	
21	Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9	
22	Коефіцієнт пошугу на електроенергію	0,3	
23	Потужність одного джерела освітлення	20	
24	Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4	
25	Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6	
26	Кількість одностинкових джерел освітлення	325	
27	Тепловий потік, що надходить через 1 м <sup>2</sup> скління освітлюючого сонцем	350	
28	Тепловий потік, що надходить через 1 м <sup>2</sup> скління перебуваючого в тіні	100	
29	Площа заповнення світлових прорізів	108	