

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: «Підвищення рівня ефективності енерговикористання адміністративної будівлі «АГТ Лебединський»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Прокопова М.М.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

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

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

Хованський С.А.

(прізвище і ініціали)

д.т.н., доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Секретар комісії

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми 2023

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

Завідувач  
гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
кафедри прикладної  
\_\_\_\_\_ Сотник М.І.  
“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра**

Прокопової Марини Максимівни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи «Підвищення рівня ефективності енерговикористання адміністративної будівлі «АГТ Лебединський» затверджена наказом по університету №\_0337-VI від “04”квітня 2023 р.
- 2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 12 червня 2023 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, аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті).

**2. Інструментальні обстеження** ( прилади для проведення вимірювання та їх результати).

**3. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження** ( розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання, розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій, розрахунок тепловтрат, розрахунок теплонадходжень).

**4. Заходи з енергозбереження** (утеплення стін, утеплення даху, утеплення підлоги).

**5. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях** ( нормування і розрахунок природного і штучного освітлення).

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 30.04.2023	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 10.05.2023	
3	Інструментальне обстеження	до 14.05.2022	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 25.05.2023	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 04.06.2023	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 07.06.2023	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 11.06.2023	
8	Здача роботи на перевірку	до 12.06.2023	
9	Доопрацювання зауважень	до 18.06.2023	
10	Захист роботи	21.06.23	

Дата видачі завдання “ 17 “ квітня 2023 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Прокопова М.М.  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Хованський С.О.  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 53 с., 8 рисунків, 10 таблиць, 16 літературних джерел.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкта, комплексний аналіз рівні енергоефективності, результати розрахункового аналізу.

*Мета роботи:* здійснення енергоаудиту системи енергозабезпечення будівлі, визначення реального стану зовнішніх огорожувальних конструкцій, дослідження обсягів споживання енергоресурсів, порівняння витрат та розрахунок тепловтрат для визначення базових величин енергопостачання.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання:

- Розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- Визначення потенціалу енергозбереження;
- Фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

*Об'єкт енергообстеження:* системи споживання енергоносіїв і води у адміністративній будівлі «АГТ Лебединський».

*Методи дослідження:* визначення розподілу температурних полів в конструкціях будівлі, аналіз споживання енергоносіїв та методи розрахунку енергозбережних заходів.

Ключові слова: енергетичне обстеження, енергозберігаючі заходи, енергопостачання, теплонадходження, енергоаудит.

**Тема роботи** – Підвищення рівня ефективності енерговикористання адміністративної будівлі «АГТ Лебединський».

## ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

6	
9	1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....
9	1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження .....
10	1.2 Опис дійсного стану будівлі.....
10	1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта...
10	1.3.1 Система опалення .....
11	1.3.2 Система електропостачання .....
12	1.3.3 Система водопостачання та водовідведення .....
12	1.3.4 Система вентиляції .....
12	1.3.5 Система обліку енергоресурсів .....
15	1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....
15	1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв.....
15	1.4.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....
17	1.4.2 Аналіз обсягів споживання холодної води .....
18	1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....
18	1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....
19	1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання води.....
20	2. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ОБСТЕЖЕННЯ
20	2.1 Прилади для проведення вимірювань .....
22	2.2 Результати вимірювань на об'єкті .....
22	2.3 Висновки за розділом.....
24	3. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....
24	3.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....

						<b>6.144.05 ВР 00 ПЗ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	«Підвищення рівня ефективності енерговикористання адміністративної будівлі АГТ Лебединський»	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Розробив	Прокопова							
Перевірив	Хованський						4	53
Реценз.						<b>СумДУ ЕМ-91/1</b>		
Н. Контр.	Хованський							
Затверд.								

3.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій...	24
3.1.2 Розрахунок тепловтрат.....	25
3.1.3 Розрахунок теплонадходжень.....	34
3.2 Висновки до розділу.....	38
4.ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	39
4.1 Утеплення огорожувальних конструкцій- стін.....	39
4.2 Утеплення огорожувальних конструкцій-даху.....	41
4.3 Утеплення огорожувальних конструкцій-підлоги.....	41
4.4 Економічна ефективність.....	42
5.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	44
5.1 Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення	44
5.1.1 Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення	44
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

## 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].

Україна, яка споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортних 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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

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 тепломодернізації 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 в роботі є підвищення рівня ефективності енерговикористання адміністративної будівлі «АГТ Лебединський» ,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 для підвищення рівня енергоефективності.**

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



**Об'єктом дослідження в роботі є адміністративна будівля «АГТ Лебединський» та її системи енергозабезпечення.**

**Предметом дослідження в роботі є системи енергозабезпечення будівлі «АГТ Лебединський».**

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

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівлі «АГТ Лебединський» за адресою м. Суми, вул. Лебединська,16 (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Головний фасад будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації:

- рік побудови 1995 р.;
- кількість поверхів 1 поверх;
- опалювальна площа 15,3 м<sup>2</sup>;
- площа забудови 15,3 м<sup>2</sup>;
- опалювальний об'єм будівлі 33,8 м<sup>3</sup>;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами 49,68 м<sup>3</sup>.

В адміністративній будівлі підприємства цілодобово чергує охоронець.

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

Робочий день у будівлі: 08<sup>00</sup>-17<sup>30</sup>.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Обідня перерва: 12<sup>00</sup>-12<sup>45</sup>.

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється автономно.

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано.

## 1.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент будівлі залізобетонний. Стіни – кладка з керамзитбетону, з середини утеплені мінватою товщиною 100 мм, обшиті гіпсокартоном. Плити перекриттів – залізобетонні. Перегородки – гіпсокартонні. Підлога будівлі виконана з бетонної плити, покриття- лінолеум. Стеля – залізобетон. Покрита шифером. Вікна по будівлі металопластикові з однокамерним склопакетом. Двері – дерев'яні, вхідні двері – металеві.

## 1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

### 1.3.1 Система опалення

Система опалення будівлі автономна та реалізується використанням масляного електрообігрівача типу «SCRALLETT» (рис 1.2).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Рисунок 1.2 – Масляний електрообігрівач типу «SCRALLETT» [3]

Технічні характеристики даного обігрівача наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики масляного обігрівача[3]

Назва параметру	Значення параметру
Площа обігріву	15,3 м <sup>2</sup>
Потужність	1500 Вт
Кількість секцій	7 штук
Особливості	вбудований термостат; захист від перегріву
Гарантія	12 місяців

### 1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 16547 від 01.01.2019. Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-357. Живлення струмоприймачів споживача здійснюється по кабельній лінії 220 В.

Основне електроспоживаюче обладнання наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Основне електроспоживаюче обладнання

Назва приладу	Кількість, шт.	Одинична потужність, кВт
Світлодіодні лампи	3	0,04
Електричний чайник	1	2
Система відеоспостереження	1	0,3
Масляний електрообігрівач	1	1,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано Державним комунальним підприємством «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 786.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 32 мм зі сторони вул. Лебединська. Тиск води на вході в будівлю  $P_{хв}=0,2$  МПа. Водовідведення в будівлі – централізоване.

Основними споживачами води є відвідувачі будівлі.

### 1.3.4 Система вентиляції

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

Система вентиляції у адміністративної будівлі природня.

### 1.3.5 Система обліку енергоресурсів

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу Меридіан СО Є-1.02/2 електронний (рис. 1.3), термін повірки - 14 квітня 2022 р. Лічильник знаходяться в електрощитовій на ввіді до будівлі.

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Лічильник електричної енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики лічильника «Меридіан» СОЕ-1.02/2Т [4]

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 типу NOVATOR (рис.1.4).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 1.4 – Лічильник обліку холодної води [5]

Термін повірки – 28 травня 2020 року.

Встановлений в санвузлі приміщенні на ввіді до будівлі.

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

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Технічні характеристики лічильника NOVATOR

Назва параметру	Значення параметру
Номінальний тиск	1 МПа
Максимальна витрата	3 м <sup>3</sup> /год
Номінальна витрата	1,5 м <sup>3</sup> /год
Мінімальна витрата	0,3 м <sup>3</sup> /год
Міжповірочний інтервал	4 роки
Тип встановлення	Горизонтальний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 01.05.2023 року тарифи на електричну енергію та воду складають з ПДВ:

водопостачання – 15,9 грн/м<sup>3</sup>;

водовідведення – 16,66 грн/м<sup>3</sup>;

електрична енергія – 2,64 грн / кВт·год.

### 1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв

#### 1.4.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії будівлею по місяцях за 2020, 2021 і 2022 роки наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Обсяги споживання електричної енергії за 2020 – 2022 роки

Місяці	Споживання електричної енергії, кВт·год		
	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Січень	1004,4	1004,9	1005,4
Лютий	907,2	907,7	907,2
Березень	1004,4	1004,9	1005,4
Квітень	90	80	87
Травень	89	87	90
Червень	70	76	80
Липень	73	82	71
Серпень	70	75	80
Вересень	89	85	90

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Жовтень	89	87	90
Листопад	90	87	90
Грудень	1004,4	1004,9	1005,4
<b>Всього</b>	<b>4580,4</b>	<b>4581,4</b>	<b>4601,4</b>

З таблиці видно, що найбільше електричної енергії споживається в зимовий період. В даний час електрична енергія витрачається на освітлення, відеоспостереження та обігрів будівлі. У літній період освітлення в будівлі майже не вмикається, електрична енергія використовується для системи відеоспостереження та побутових приладів (електричний чайник). Тому в цей період споживання зменшується. Протягом останніх трьох років рівень споживання електричної енергії майже не змінювався.

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

#### 1.4.2 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання води будівлею по місяцях за 2020, 2021 і 2022 роки наведено в таблиці 1.6, та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.6 – Обсяги споживання холодної води за 2020 – 2022 роки

Місяці	Споживання холодної води, м <sup>3</sup>		
	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Січень	4	4	4
Лютий	3	4	5
Березень	3	3	3
Квітень	4	4	4
Травень	3	3	4
Червень	3	3	3
Липень	3	4	4
Серпень	3	4	4
Вересень	4	3	4
Жовтень	5	4	3
Листопад	4	5	3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.6

Грудень	6	4	3
<b>Всього</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>44</b>

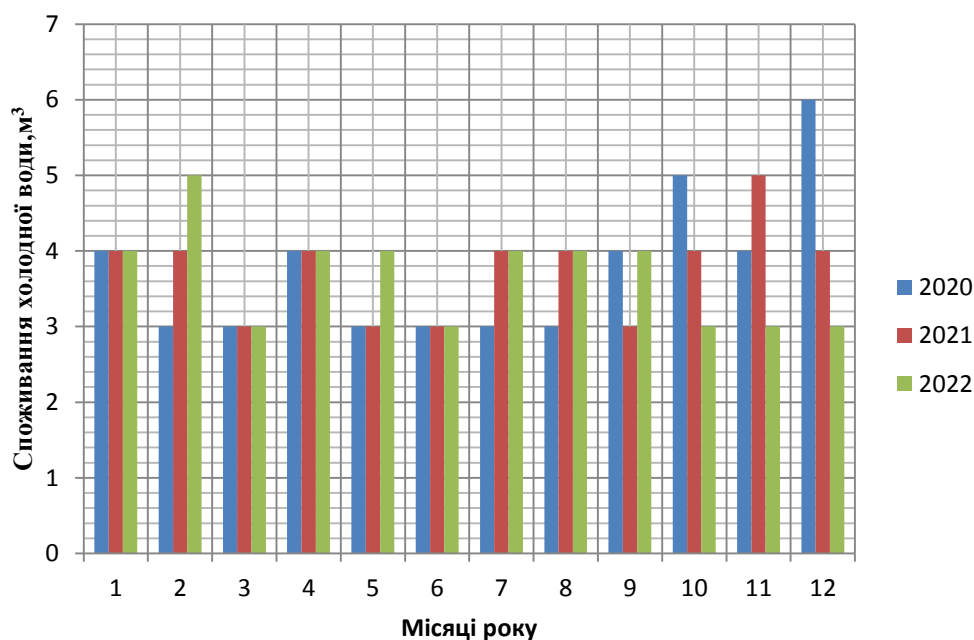


Рисунок 1.6 – Діаграма споживання холодної води за 2020-2022 роки

Споживання води рівномірне протягом року. Основними споживачами є відвідувачі будівлі.

### 1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

#### 1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням. Згідно з [6] норма споживання електричної енергії для приміщень адміністративно-управлінських установ складає 115 кВт·год/м<sup>2</sup> корисної площі. Для будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- 2020 рік:  $\frac{4580,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{15 \text{ м}^2} = 305,36 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

- 2021 рік:  $\frac{4581,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{15 \text{ м}^2} = 305,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

- 2022 рік:  $\frac{4601,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{15 \text{ м}^2} = 306,76 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

Тобто фактичне значення перевищує нормоване, що є поганим показником. Є високий потенціал до зменшення споживання електричної енергії.

### 1.5.2 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 [7]. Норма витрат води для адміністративної будівлі на одного працівника становить – 328 л/добу.

- 2020 рік:  $(\frac{45000}{5})/365 = 24,6 \text{ л}/\text{добу}$ .

- 2021 рік:  $(\frac{45000}{5})/365 = 24,6 \text{ л}/\text{добу}$ .

- 2022 рік:  $(\frac{44000}{5})/365 = 24,1 \text{ л}/\text{добу}$ .

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Прилади для проведення вимірювань

Для виконання теплотехнічних розрахунків було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень досліджуваного об'єкта. Приладом для вимірювання необхідних параметрів є термометр.

Температуру повітря усередині приміщень було виміряно кімнатним термометром (рис 1.9) [10].



Рисунок 1.9 – Кімнатний термометр [10]

Функція кімнатного термометра – вимірювання температури повітря у приміщеннях. Діапазон вимірювання температур:  $-30 +50$  °С. Розмір термометра: 170x27 мм.

Для визначення вологості в приміщеннях використовували вимірювач Testo 605-N1 (рис. 1.10) [11]. Його технічні характеристики представлені в таблиці 1.6.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.10 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1 [11]

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-N1 [11]

Технічні характеристики	
Діапазон вимірювань	Від -20 до +70 °С
Похибка вимірювань	±0,5
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда:	
- в основі	16 мм
- біля чутливого елемента	12 мм

Прилад володіє точністю і стабільністю свідчень завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається лише в процесі виміру. Дисплей розташований на поворотній голівці і завжди видний. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи.

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 10 м, похибка ±0,5 мм [12].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 1.11 – Вимірювальна рулетка [12]

## 2.2 Результати вимірювань на об'єкті

Вимірювання проводилось 18.05.2023 р. Система опалення була виключена. Температура зовнішнього повітря становила:  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Вимірювані параметри склали:

- 1) середня температура повітря по приміщенням будівлі склала  $T_{\text{в}} + 19^{\circ}\text{C}$ , що відповідає санітарним вимогам [12].
- 2) температура теплоносія в системі опалення  $T_1 = 68^{\circ}\text{C}$ ;  $T_2 = 45^{\circ}\text{C}$ .
- 3) відносна вологість повітря – 54%, що відповідає вимогам норм і правил [13].

## 2.3 Висновки за розділом

Огороджувальні конструкції будівлі знаходяться в задовільному стані.

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення та гарячого водопостачання здійснюється централізовано.

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На об'єкті ведеться облік спожитих енергоресурсів. Наведено опис приладів обліку та їх технічні характеристики.

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

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



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

#### 3.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

##### 3.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ ,  $m^2 \cdot K/Вт$  повинний бути не менше за вимагаємих значень  $R_{q min}$ , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [14].

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

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min} \quad (2.1)$$

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

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

Мінімально допустиме значення,  $R_{q min}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних 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:

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [14];

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

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma np}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.2) розраховується за формулою:

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

де  $\alpha_g$ ,  $\alpha_z$  – 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.

### 3.1.2 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

$$\Sigma Q_{втр} = \Sigma Q_0 + \Sigma Q_d + \Sigma Q_{инф} + \Sigma Q_B, \text{ Вт} \quad (2.1)$$

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

$\Sigma Q_{in\phi}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\Sigma Q_{\epsilon}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

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

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_{в} - t_{з.р}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

де:  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

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

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

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

*Примітка. При визначенні тепловтрат через внутрішні стіни у формулу підставляються температури приміщень, які розгороджені даними стінами. Тепловтрати через внутрішню стіну розраховуються виключно для приміщення з найбільшою температурою внутрішнього повітря.*

У відповідності з (2.2), основні тепловтрати крізь не утеплені підлоги на ґрунті  $Q_{пдл}$  розраховуються як:

$$Q_{пдл} = \left( \frac{F_I}{R_{пг}^I} + \frac{F_{II}}{R_{пг}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{пг}^{III}} + \frac{F_{IV}}{R_{пг}^{IV}} \right) \cdot (t_{в} - t_{гр}), \text{ Вт} \quad (2.3)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де:  $R_{\text{пг}}^I, R_{\text{пг}}^{II}, R_{\text{пг}}^{III}, R_{\text{пг}}^{IV}$  - термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ ;

$F_I, F_{II}, F_{III}, F_{IV}$  – площі підлоги, відповідно першої, другої, третьої, четвертої зони,  $\text{м}^2$ ;

$t_{\text{в}}, t_{\text{зр}}$  - відповідно внутрішня температура приміщень над підлогами і температура ґрунту (за умовами завдання  $t_{\text{зр}} = +6^\circ\text{C}$ );

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{\text{ст}} + \Sigma Q_{\text{стл}} + \Sigma Q_{\text{вкн}} + \Sigma Q_{\text{з.д}} + \Sigma Q_{\text{пдл}}, \text{Вт} \quad (2.4)$$

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

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

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

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

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

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

$$\Sigma Q_{\text{ор}}^A = \Sigma Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \text{Вт} \quad (2.5)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де:  $\Sigma Q_{ct}$  – сумарні тепловтрати зовнішніх стін приміщень, Вт;

$\beta_{op}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу ( $\beta_{op}=0,13$ ).

*Примітка: у приміщенні, для якого розраховувалися тепловтрати через внутрішню стіну, до сумарної величини тепловтрат через зовнішні стіни додається величина тепловтрат через внутрішню стіну.*

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення розраховуються для тих приміщень у яких висота стелі перевищує 4 м.

$$\Sigma Q_{\text{в}}^{\text{д}} = 0,02 \cdot \Sigma Q_{\text{ст}}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де  $\Sigma Q_{ct}$  – сумарні втрати теплоти через стіни, Вт.

*Примітка: у приміщенні, для якого розраховувалися тепловтрати через внутрішню стіну, до сумарної величини тепловтрат через зовнішні стіни додається величина тепловтрат через внутрішню стіну.*

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами

$$\Sigma Q_{\text{пдл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot Q_{\text{пдл}}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\Sigma Q_{\text{д}} = \Sigma Q_{\text{ор}}^{\text{д}} + \Sigma Q_{\text{в}}^{\text{д}} + \Sigma Q_{\text{пдл}}^{\text{д}}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де:  $\Sigma Q_{op}^0$  – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\Sigma Q_{\epsilon}^0$  – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\Sigma Q_{подл}^0$  – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_{в} - t_{з.р}) \cdot n_{в}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

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

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

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

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

$n_{в}$  – кількість одностипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

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

$$G_{вр} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho/\rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (2.10)$$

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

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$g$  – 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);

$\Delta\rho$  – 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>):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_B + t_{cp,on})]} \quad (2.11)$$

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

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

$$Q_{вр}^{инф} = G_{вр} \cdot c \cdot (t_B - t_{з,р}) \cdot k_B, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

де:  $G_{вр}$  – масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;

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

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

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

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{з,д}^{инф} = 0,28 \cdot G_{з,д} \cdot c \cdot (t_B - t_з), \quad (2.13)$$

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

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:

$$G_{з,д} = b_{н,д} \cdot L_{н,д} \cdot v_{ср,н,д} \cdot m_{п} \cdot 3600, \quad (2.14)$$

де  $b_{н,д}$  – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (за умовою завдання приймається 5 мм), м;

$L_{н,д}$  – довжина нещільності, м;

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

$m_{п}$  – маса 1  $\text{м}^3$  повітря (для практичних розрахунків беруть  $m_{п} = 1,3$  кг).

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{інф} = Q_{вкн}^{інф} + Q_{вр}^{інф} + Q_{з,д}^{інф}, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

Приклад розрахунку тепловтрат по складу приміщенню

Розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$  :

$$F_{огр} = (5,3 \cdot 2,2) + (5,3 \cdot 2,2) + (2,9 \cdot 2,2) + (2,9 \cdot 2,2) - 2,04 - 1,33 = 32,71 \text{ м}^2$$

Тепловтрати через зовнішні стіни будівлі:

$$Q_{ст} = \frac{32,71}{3,85} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1,1 = 420,5 \text{ Вт} = 0,42 \text{ кВт}$$

Розрахункова площа стелі:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



$$F_{стл} = 5,3 \cdot 2,9 = 15,37 \text{ м}^2$$

Тепловтрати крізь стелю:

$$Q_{стл} = \frac{15,37}{1,76} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1,1 = 432,28 \text{ Вт} = 0,4322 \text{ кВт}$$

Втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті:

$$Q_{підл} = \frac{15,37}{0,63} \cdot (20 - 5) = 365,95 \text{ Вт}$$

Розрахункова площа вікон :

$$F_{вікн} = 0,9 \cdot 0,65 = 0,585 \text{ м}^2$$

Тепловтрати крізь вікна:

$$Q_{вікн} = \frac{0,58}{0,6} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1,1 = 47,85 \text{ Вт}$$

Сумарна величина основних видів тепловтрат:

$$\Sigma Q_0 = 420,5 + 432,3 + 47,85 + 82,29 + 365,95 = 1348,89 \text{ Вт} = 1,3 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків:

$$\Sigma Q_{ор}^Д = 825,8 \cdot 0,13 = 107,354 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення:

$$\Sigma Q_B^Д = 0,02 \cdot 825,8 = 16,51 \text{ Вт}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташованими на ґрунті:

$$\Sigma Q_{\text{пдл}}^{\text{д}} = 0,13 \cdot 2195,7 = 285,441 \text{ Вт}$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції:

$$\Sigma Q_{\text{д}} = 107,354 + 16,51 + 285,441 = 409,3 \text{ Вт}$$

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 0,15 \cdot 0,58 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) = 1,1 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері:

$$G_{\text{вр}} = 0,7 \cdot 1,9 \cdot [0,33 \cdot 0,8 \cdot (9,81 \cdot 1,9 \cdot 0,02/1,28) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot 2] \cdot 1,19 = 0,45 \text{ кг/с}$$

$$\rho_{\text{с}} = \frac{353}{(273 + 0,5 \cdot (20 - (-25)))} = 1,19$$

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

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 0,49 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) \cdot 1/60 = 0,36 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність воріт:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{з,д}^{інф} = 0,28 \cdot 97,34 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) = 1232,6$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність воріт:

$$G_{з,д} = 0,005 \cdot 5,2 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 97,344$$

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

$$\sum Q_{інф} = 1,1 + 0,36 + 1232,6 = 1234,127 \text{ Вт}$$

### 3.1.3 Розрахунок теплонадходжень.

Теплонадходження від людей:

$$Q_{л} = q_{л} \cdot n_{л}, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

де:  $q_{л}$  – явні теплонадходження від людей, Вт;

$n_{л}$  – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{п} \cdot \eta + k_{т} \cdot k_{п} \cdot \eta) \cdot k_{с}, \text{ Вт} \quad (3.2)$$

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$k_{II}$  – коефіцієнт завантаження (за умовами завдання  $k_{II}=0,85$ );  
 $\eta$  – ККД електроустаткування (за умовами завдання 0,9);  
 $k_T$  – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ( $k_T=0,9$ );  
 $k_c$  – коефіцієнт попиту на електроенергію (за умовами завдання  $k_c=0,3$ ).

Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_{з}, \text{ Вт} \quad (3.3)$$

де:  $N_{л}$  – потужність одного джерела освітлення, Вт;  
 $k_{осв}$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення –  $k_{осв}= 0,95$ );  
 $k_{з}$  – коефіцієнт завантаження освітлення (за умовою завдання);  
 $n_{л}$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{O.II}, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де:  $q_c$ ,  $q_T$  – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м<sup>2</sup> скління, освітленого сонцем і того, що перебуває 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>;  
 $k_{O.II}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу (за умовами завдання  $k_{O.II}=0,6$ ).

Теплонадходження від матеріалів, що вистигають (розраховуються тільки для цехів)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_M = 0,278 \cdot G_M \cdot c_M \cdot (t_{II} - t_K) \cdot \beta, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

де  $G_M$  – маса однорідного матеріалу, який поступає на протязі однієї години, кг/год;

$c_M$  – питома теплоємність матеріалу, кДж/кг·°С;

$t_{II}$  – початкова температура матеріалу, що вистигає, °С, (за умовою завдання 90°С);

$t_K$  – кінцева температура матеріалу, що вистигає, °С;

$\beta$  – коефіцієнт інтенсивності тепловіддачі (без примусового охолодження  $\beta=0,75$ ).

Сумарні теплонадходження

$$Q_{TH} = Q_L + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад} + Q_M, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{TH}, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

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

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

Розрахунок теплових надходжень по складу приміщенню:

Теплонадходження від людей:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{л} = 103 \cdot 2 = 206 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування:

$$Q_{ел} = 300 \cdot (1 - 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9) \cdot 0,3 = 42,59 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{осв} = (15 \cdot 0,4 \cdot 3 \cdot 0,6) = 10,8 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{рад} = (250 \cdot 0,58 + 100 \cdot 1,46) = 291 \text{ Вт}$$

Сумарні теплонадходження:

$$Q_{тн} = 206 + 42,59 + 10,8 + 291 = 550,39 \text{ Вт}$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі:

$$\Delta Q = 4016,2 - 550,39 = 3265,81 \text{ Вт}$$

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, яка обстежується представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	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	Керамзитобетон	0,2	0,55	2,56	3,3
		Мінвата	0,1	0,050		
		Гіпсакартон	0,05	0,25		
2	Дах	Залізобетонна плита	0,1	2,04	1,76	4,95
		Шифер	0,010	0,35		
		Пінопласт	0,05	0,039		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,6	0,75
4	Двері	Метал	0,002	80	0,8	0,6
		Мінеральна вата	0,04	0,1		
5	Підлога	Бетон	0,04	1,51	0,63	3,75
		Лінолеум	0,07	0,33		

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

### 3.2 Висновки до розділу

Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій не відповідає сучасним нормам. З метою підвищення рівня енергоефективності будівлі пропонується запровадження енергозберігаючих заходів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 4. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 4.1 Утеплення огорожувальних конструкцій - стін;

Для того щоб в будинку було тепло, слід подбати про теплоізоляції всієї будови від фундаменту до даху. Сучасні тенденції в будівництві спрямовані на пошук технічних рішень і технологій утеплення адміністративної будівлі, що дозволяють підвищити рівень теплового захисту будівель і зменшити витрати на їх опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання і освітлення, підвищити комфорт і мікроклімат в будинку, збільшити термін експлуатації конструкцій будівлі [15].

Обов'язковий компонент будь-якої технології утеплення – утеплювач. Саме він відповідає за виконання теплозберігаючих функцій, і від його здатності тривалий час зберігати свої властивості в значній мірі залежить стабільність експлуатаційних і естетичних характеристик системи і, як наслідок, – енергоефективність, якість і довговічність всієї споруди [15]. Технологія утеплення адміністративної будівлі зображено на рисунку 3.1.

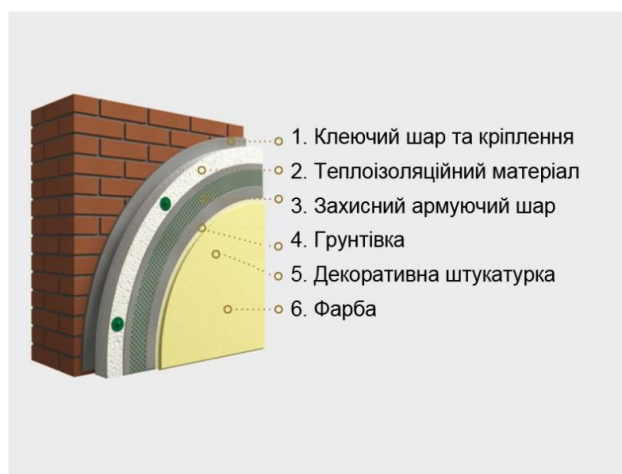


Рисунок 3.1 – Технологія утеплення стін адміністративної будівлі [15]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



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

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 пінопласт .

Дані після утеплення наведені у таблиці 2.2:

Таблиця 2.2:

№ 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	Керамзитобетон	0,2	0,55	5,06	3,3
		Мінвата	0,1	0,050		
		Гіпсокартон	0,05	0,25		
		Пінопласт	0,1	0,039		

$$Q_{\text{стіни}} = \frac{32,71}{5,06} (20 - (-25)) \cdot 1,1 = 319,9$$

Отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \gg R_{q \min}$ ) свідчать про відповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам. Це вказує на задовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та не вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

#### 4.2 Утеплення огорожувальних конструкцій - даху;

Для утеплення даху будівлі пропонується використати пінопласт .

Результат після утеплення наведено у таблиці 2.3:

Таблиця 2.3:

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i$ , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}$ , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}$ , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
2	Дах	Залізобетонна плита	0,1	2,04	3,86	4,95
		Шифер	0,010	0,35		
		Пінопласт	0,05	0,039		
		Пінопласт	0,1	0,039		

$$Q_{\text{даху}} = \frac{15,37}{3,86} (20 - (-25)) \cdot 1,1 = 197,1$$

#### 4.3 Утеплення огорожувальних конструкцій – підлоги;

Для утеплення підлоги будівлі пропонується використати пінопласт .

Результат після утеплення наведено у таблиці 2.4:

Таблиця 2.4:

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i$ , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}$ , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}$ , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
5	Підлога	Бетон	0,04	1,51	2,7	3,75
		Лінолеум	0,07	0,33		
		Пінопласт	0,1	0,039		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{підлоги}} = \frac{15,37}{2,7} (20 + 5) = 142,3$$

$$\sum Q_o = 319,9 + 197,1 + 47,85 + 82,29 + 142,3 = 789,44$$

Економія після утеплення зовнішніх стін становитиме:

$$Q_{\text{стіни}}^{\text{економія}} = 420,5 - 319,9 = 100,6 \text{ Вт}$$

Економія після утеплення даху становитиме:

$$Q_{\text{даху}}^{\text{економія}} = 432,28 - 197,1 = 235,18 \text{ Вт}$$

Економія після утеплення підлоги становитиме:

$$Q_{\text{підлоги}}^{\text{економія}} = 365,95 - 142,3 = 223,65 \text{ Вт}$$

Сумарна економія становить:

$$\sum Q_{\text{економії}} = 100,6 + 235,18 + 47,85 + 82,29 + 223,65 = 689,57 \text{ Вт}$$

#### 4.4 Економічна ефективність

З одного боку, якщо адміністративна будівля опалюється електрообігрівачем, то годинна економія враховуючи вартість електроенергії 1 кВт/год=2грн.64коп., економія становитиме: 0,68кВт.

$$E_{\text{год}} = N_e \cdot V_{e.e} = 0,68 \cdot 2,64 = 1,8 \text{ грн/год.}$$

Опалювальний період триває 4 місяці, з грудня по березень. Всього 2904 години. За 4 місяці опалювального періоду ми заощадим:

$$E_p = E_{\text{год}} \cdot T = 1,8 \cdot 2904 = 5227 \text{ грн. 20 коп.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Вартість усього потрібного матеріалу становитиме:

Кількість необхідного матеріалу для утеплення дорівнюватиме

$$F_{\text{ст}} + F_{\text{д}} + F_{\text{підл}} = 32,71 + 15,37 + 15,37 = 63,45 \text{ м}^2$$

Вартість 1м<sup>2</sup> пінопласту товщиною 100 мм «25 BauGut EPS-80» в магазині «Епіцентр» на сьогодні складає 152 грн. 20 коп.

Для утеплення усієї будівлі нам знадобиться:

$$F_{\text{ст}} \cdot V_{1\text{м}^2} = 63,45 \cdot 152,20 = 9657 \text{ грн.}$$

Робота по монтажу цього матеріалу приймемо за 100% вартості матеріалу.

Сумарна вартість енергозберігаючих засобів буде становити близько 19314грн.

Окупність енергозберігаючих засобів;

$$\sum \frac{C_{\text{е.з}}}{E_{\text{р}}} = 19314/5227 = 3,6 \text{ роки}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення

#### 5.1.1 Нормування та розрахунок природного освітлення

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися світлом неба або прямим сонячним світлом через світлові прорізи (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні), що встановлені на покрівлях виробничих будівель.

Залежно від призначення промислові будівлі можуть бути одноповерхові, багатоповерхові та різних розмірів і конструкцій. Залежно від цього і вимог технологічного процесу можуть бути застосовані такі види природного освітлення:

1. Бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або в двох зовнішніх стінах.

2. Верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться у верхньому перекритті будівлі.

3. Комбіноване, коли застосовується одночасно бокове і верхнє освітлення.

Згідно із вимогами Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006 [8] в приміщеннях із постійним перебуванням людей в них повинно бути передбачене природне освітлення.

Основною нормованою величиною природного освітлення є КПО, або (e) – коефіцієнт природної освітленості. Фактичний КПО визначають відношенням заміряної освітленості на робочому місці у виробничому приміщенні  $E_{вн}$  до одночасної освітленості зовні приміщення  $E_{зовн}$  у горизонтальній площині при відкритому небосхилі (щоб ніщо не затінювало фотоелемент люксметра) і

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

дифузному світлі (сонце закрито хмарою). Оскільки ця величина відносна, то виражається у відсотках:

$$КПО = (E_{вн} / E_{зовн}) \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

Нормування КПО залежить від виду природного освітлення та ряду супутніх факторів.

При боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО –  $e_{\min}$ . У випадку однобічного – в точці на відстані 1 м від стіни – найбільш віддаленої від світлових отворів, але не більш ніж 12 м від них (рис. 2.1).

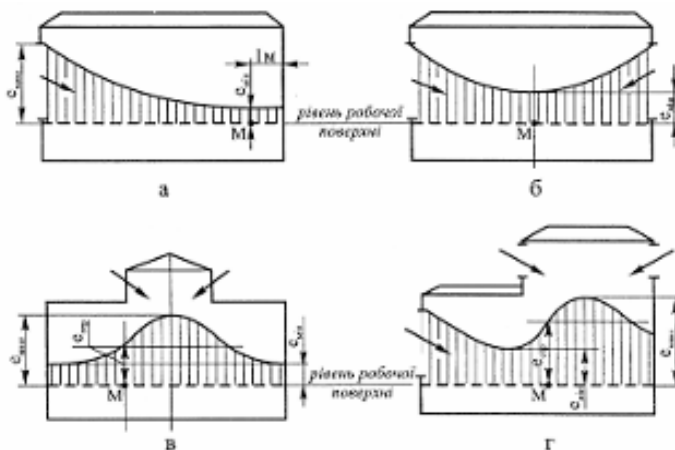


Рисунок 2.1 – Схеми видів природного освітлення та нормування КПО за розрізами приміщень: а) – бокове одностороннє освітлення; б) – бокове двостороннє освітлення; в) – верхнє освітлення; г) – комбіноване освітлення.  $e_{cp}$  – рівень середнього значення КПО; М – позиція, в якій нормується мінімальне значення КПО –  $e_{\min}$

При верхньому та комбінованому освітленні нормується середнє значення КПО.

Нормоване значення КПО ( $e_n$ ) залежить від характеру зорової роботи (розряду), системи природного освітлення та особливостей світлового клімату і сонячності клімату в районі розташування будівлі, які визначають через коефіцієнти  $m$  – світлового клімату і  $c$  – сонячності клімату. Вся територія СНД

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

поділена на 5 світлових поясів. Відповідно I, II, III, IV, V – світлові пояси. В будівельних нормах наведені норми природної освітленості для III світлового поясу, які можна перерахувати для будь-якого іншого поясу за рівнянням:

$$e_n^{I,II,III,IV,V} = e^{III} \cdot c \cdot T, \% \quad (2.2)$$

*Нормований рівень природної освітленості забезпечується площею світлових отворів у зовнішніх огороженнях на основі розрахунків при проектуванні:*

*При боковому освітленні:*

$$S_6 = e_n \cdot h_6 \cdot S_n \cdot K_{зб} \cdot K_3 / t_0 \cdot r_1 \cdot 100, m^2 \quad (2.3)$$

*При верхньому освітленні:*

$$S_{6.n} = y_n \cdot h_n \cdot S_n \cdot K_3 / t_0 \cdot r_2 \cdot 100, m^2 \quad (2.4)$$

*де  $e_n$  – КПО за нормами;  $S_6$  та  $S_{6.n}$  – площа вікон та ліхтарів, відповідно;  $S_n$  – площа підлоги;  $h_6$  та  $h_n$  – світлові характеристики вікна та ліхтаря (орієнтовно приймається для вікон 8,0...15,0, для ліхтарів 3,0...5,0);  $K_{зб}$  – враховує затінення вікон напроти стоячими будівлями, приймається в межах 1...1,5;  $K_3$  – коефіцієнт запасу, приймається 1,5...2;  $r_1$  та  $r_2$  – коефіцієнти, які враховують підвищення КПО від відбитого світла  $r_1=1,5.. 3,0$  (більше значення при боковому односторонньому освітленні);  $r_2=1,1...1,4$ ;  $t_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникнення, який визначається за допомогою таблиць, наведених у нормативних документах.*

### 2.1.2 Нормування і розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення поділяється в залежності від призначення па робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальне, місцеве та комбіноване [8].

Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (наприклад, для контролю за якістю продукції на поточних лініях) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті).

Світильники місцевого освітлення повинні бути зручними у користуванні, а, головне, безпечними при експлуатації.

Категорично забороняється застосовувати лише місцеве освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та призводить до розладу нервової системи. Таке освітлення на виробництві є допоміжним до загального.

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-VIII розрядів точності за зоровими параметрами, та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней [9].

Згідно з ДБН В. 2.5–28–2006 [8] для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється. Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні [9].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основними вимогами, що ставляться до сучасного освітлення є наступні: забезпечення найкращих умов зорової роботи, керування освітленням безпосередньо із робочого місця, енергоефективність, енергозбереження протягом усього періоду експлуатації, мінімізація шкоди навколишньому середовищу [9].

У виборі штучних джерел освітлення до уваги приймаються показники, головними з яких є світловий потік, передача кольорів, розподіл яскравості. Кожен цих показників має чіткі цифрові значення, так, в ДБН В. 2.5–28–2006 нормується показник осліпленості  $P$ , коефіцієнт пульсації  $K_n$ , %, індекс кольоропередачі  $R_a$ .

Найбільш широкого використання для забезпечення штучного освітлення набули розрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.), які випромінюють світло в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції.

Розрядні лампи відрізняються низкою переваг: випромінюють світло, близьке до природного; мають тривалий термін дії – 5...20 тисяч годин; велика світловіддача 30...80 лм/Вт; низька температура поверхні колби; низька потужність живлення (трубчаста люмінесцентна лампа потужністю 23 Вт або компактна люмінесцентна лампа потужністю 10 Вт здатна замінити лампу розжарювання потужністю 100 Вт).

В розрахунку штучного освітлення для конкретних умов виробництва виникає потреба, коли необхідно дослідити існуючу освітлювальну установку, або спроектувати нову для даного виду робіт. У першому випадку розраховують освітленість, яку повинна створювати освітлювальна установка, вимірюють дійсну освітленість та порівнюють з нормованою [9].

У другому випадку обирають систему освітлення, тип джерела світла, визначають нормовану освітленість і розраховують кількість світильників або ламп, які забезпечують нормовану освітленість.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для цього застосовують методи: питомої потужності і коефіцієнта використання світлового потоку.

Порядок проведення розрахунків [9]:

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

$$N = (A \cdot B) / L^2 \quad (2.5)$$

$A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, м;

$H_p$  – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

$$H_p = H - h_p - h_c, \quad (2.6)$$

$h_p = 0,8$  м, висота робочої поверхні над підлогою;  $h_c = 0,5$  м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

$$H_p = L / 1,5, \quad (2.7)$$

$L$  – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником при багаторядному розташуванні, м, визначається:

$$L = 1,5 \cdot H_p \quad (2.8)$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника  $\Phi$  за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (2.9)$$

де  $E_n$  – нормована освітленість, лк, визначається за таблицею 5.1 для відповідного розряду зорової роботи;

$S$  – площа приміщення, що освітлюється, м<sup>2</sup>;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо  $K_3 = 1,5$  при освітленні газорозрядними лампами,  $K_3 = 1,3$  при освітленні лампами розжарювання);

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення ( $Z = 1,15$  для ламп розжарювання та ДРЛ;  $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп);

$N$  – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 5.1)

$n$  – кількість ламп в світильнику (для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 із кількістю ламп  $n = 2$ ); для світильників з лампами розжарювання прийняти тип світильника УПМ-15 відповідно із  $n = 1$ );

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 5.1 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення  $\eta$  визначають в залежності від індексу приміщення і:

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)), \quad (2.10)$$

3. Визначивши світловий потік лампи  $\Phi$ , за таблицею 5.2 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на  $(-10) - (+20) \%$ .

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні  $N_H$  за формулою:

$$N = E_H S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta) \quad (2.11)$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні  $E_p$  за необхідної кількості світильників  $N_H$  і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3) \quad (2.12)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження адміністративної будівлі «АГТ Лебенський» за адресою м.Суми, вул.Лебединська,16.

На етапі енергетичного аудита був проведений збір інформації про досліджуваний об'єкт, наведено опис, технічні характеристики та режими роботи енергоспоживаючого обладнання.

У першому розділі роботи було описано загальні характеристики об'єкту, фактичного стану огорожувальних конструкцій, систем тепло-, водо-, та електропостачання.

У другому розділі було описано методи та прилади вимірювання.

У третьому розділі були запропоновані заходи щодо енергозберігаючих заходів:

- утеплення стін будівлі
- утеплення даху
- утеплення підлоги

У четвертому розділі розраховали аналіз обстежуваної системи енергопостачання.

В розділі з охорони праці розглянуто питання «Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення».

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

## 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. Масляний обігрівач [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ek.ua/ua/SCARLETT-SC-1152.htm>
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. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/REG4396.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG4396.html)
7. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal.sumy.ua>
8. Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006 [електронний ресурс] Режим посилання: [https://ledeffect.com.ua/images/\\_\\_branding/dbn2018.pdf](https://ledeffect.com.ua/images/__branding/dbn2018.pdf)
9. Розрахунок природнього і штучного освітлення [електронний ресурс] Режим посилання: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/praktikum/80.html>
10. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель.– К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.–2017.–30 с.
11. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.

12.ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія. – Введ. 01.11.2011. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.

13.Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368.

14.Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 160 с.

15.Чесанов Л.Г., Шапарь А.Г., Кораблева А.И., Чесанов В.Л. Внутренняя среда помещений: эколого-гигиенические аспекты. – Днепропетровск, 2001. – 164 с.

16.Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.

17. 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» / укладачі: С. С. Антоненко, Е. В. Колісніченко. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 84 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		