

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

Тубальцев Сергій Олександрович

РОЗРОБКА НИЗКИ ТЕХНІЧНИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ
ЗАХОДІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ВЕТЕРИНАРНОЇ КЛІНІКИ

Магістерська робота
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

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

Керівник роботи: _____
(підпис)

Сотник М. І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

доцент каф. ПГМ

ЗАТВЕРДЖУЮ

ЗАВ. КАФЕДРИ

« » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студента

Тубальцев Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Розробка низки технічних, екологічних та економічних заходів з метою підвищення енергоефективності функціонування ветеринарної клініки

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2020 р. _____

2 Термін здачі студентом закінченої роботи - до 15.12.2020 р.

3 Вихідні дані до магістерської роботи: Креслення об'єкту енергетичного обстеження; нормативна документація з енергоспоживання, що діє на території України

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження).

Розділ 1 – Методи та методика проведення досліджень (аналіз енергетичного стану будівель (приміщень), факторів, що на нього впливають; аналіз стану енергетичних процесів; статистичний метод обробки даних, математичне моделювання енергетичних процесів);.

Розділ 2 – Загальна характеристика досліджуваного об'єкту, основні показники та режими функціонування (загальні відомості про об'єкт розрахункових досліджень);.

Розділ 3 – Аналіз показників фактичного енергетичного стану будівлі та її систем енергоспоживання. (обрахунок показників фактичного енергетичного стану будівлі, аналіз даних показників; розрахунок питомих показників споживання);.

Розділ 4 – Основні заходи, спрямовані на підвищення ефективності споживання енергоресурсів та енергії у будівлі. (розробка техніко-економічних заходів з підвищення енергоефективності систем енергозабезпечення будівлі);.

Розділ 5 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях (аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати у приміщенні ветеринарної клініки; розрахунок штучного освітлення робочої кімнати; дії працівників під час виникнення пожежі у приміщенні).

Висновки.

5 Консультанти з проекту (роботи), із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Васькін Р.А		

6 Дата видачі завдання 09.11.2020 р
Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 09.11 до 06.12.2020	
2	Захист переддипломної практики	до 10.12.2020	
3	Виконання 1-го розділу	до 25.10.2020	
4	Виконання 2-го розділу	до 06.12.2020	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2020	
6	Виконання 4-го розділу	до 13.12.2020	
7	Виконання 5-го розділу	до 13.12.2020	
8	Представлення виконаної роботи	до 15.12.2020	
9	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2020	
10	Проведення захисту роботи	з 21.12 до 24.12.2020	

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 99 с., 17 таблиць, 8 рисунків, 35 літературних джерел.

Мета роботи: підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій та розробки заходів щодо підвищення їх теплозахисних властивостей, аналізу фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів її споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використанням у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- розробити числову та математичну моделі теплового стану ветеринарної клініки;

- провести аналіз отриманих показників з використанням та застосуванням методів математичної статистики, розраховано питомі показники споживання зазначених видів енергії у залежності від часу та умов споживання;

- на основі розробленої моделі оцінити параметри теплового стану споруди ветеринарної клініки;

- визначити проблемні ділянки будівлі шляхом порівняння нормативних та фактичних показників, обчислити та проаналізувати техніко-економічні заходи з покращення енергетичної обстановки на об'єкті ;

Предметом дослідження є система енергопостачання та енергоспоживання будівлі зооветеринарного центру ТОВ «10 друзів», що розташована за адресою: м. Суми, вул. СКД, 25А.

Об'єктом дослідження є використання енергоносіїв в зооветеринарній клініці ТОВ «10 друзів».

Методи дослідження: інструментальне обстеження, статистичний метод обробки даних, числове та математичне моделювання енергетичних процесів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ, ТЕПЛОВТРАТИ, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.

Тема роботи – «Розробка низки технічних, екологічних та економічних заходів з метою підвищення енергоефективності функціонування ветеринарної клініки».

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ІНДЕКСІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Умовні позначення

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

α – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

λ_i – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

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

K – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

T – температура, $^{\circ}\text{C}$;

T_c – розподіл температури на поверхні стінки;

x, y, z – координати поверхні тіла;

N – кількість дослідів або кількість рядків матриці планування.

$q_{\text{ст}}$ – густина теплового потоку на поверхні тіла.

Індекси та скорочення

Нел – кількість елементів;

Нв – кількість вузлів;

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

ДНАОП – державні нормативні акти з охорони праці;

СНиП – строительные нормы и правила;

ГОСТ – государственный общесоюзный стандарт;

ПЕР – паливно-енергетичний ресурс;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ВВП – внутрішній валовий продукт;

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
1.1 Опис методів та приладів вимірювання	12
1.2 Аналіз результатів вимірювання	16
1.3 Методика проведення розрахунку поточного енергетичного стану	17
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ	26
2.1 Загальні відомості про об'єкт розрахункових досліджень	26
2.2 Опис дійсного стану будівлі	27
2.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкту	28
2.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	38
3 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФАКТИЧНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ БУДІВЛІ ТА ЇЇ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	43
3.1 Аналіз теплоспоживання.....	43
3.2 Розрахунок теплових надходжень.....	50
4 ОСНОВНІ ЗАХОДИ, СПРЯМОВАНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ТА ЕНЕРГІЇ У БУДІВЛІ	60
4.1 Перелік можливих енергозберігаючих заходів.....	60
4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів.....	60
5 РОЗДІЛ 3 ОХОРОНИ ПРАЦІ	85
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що можуть виникати у приміщенні ветеринарної клініки.....	85
5.2 Розрахунок штучного освітлення робочої кімнати	86
5.3 Дії працівників під час виникнення пожежі у приміщенні	93
ВИСНОВОК.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	96

ВСТУП

Відомо, що на сьогодні під енергетичною безпекою приймають можливість паливно–енергетичного комплексу країни забезпечити енергетичними ресурсами кінцевих споживачів у тому обсязі, якому вони вимагають та за належної якості у звичайних умовах та за умови гарантованого покриття найважливіших потреб за впливу дестабілізуючих чинників.

Зведений за часів СРСР потенціал України до нашого часу здатний забезпечити основні потреби кінцевих вітчизняних споживачів у паливно-енергетичних ресурсах. Потенційні потужності української теплоенергетики можуть дозволити виробляти близько 300 млрд кВт-г електроенергії за рік, у той час, наприклад, на момент 2019 року споживання галузями економіки і населенням становило приблизно 185,3 млрд кВт-г.

Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка може задовільнити свої потреби у паливно – енергетичних ресурсах (далі ПЕР) власним видобутком менше, ніж на 50%. [30]

Проводять видобуток власних ПЕР у таких гірничо-геологічних умовах, які роблять їх неконкурентоздатними у порівнянні з імпортованими. У першу чергу це відноситься до нафти та газу. Хоча Україна і має досить великі поклади вугілля, однак для розробки видобутку необхідні капітальні вкладення, яких за умов економічної кризи країна не може забезпечити.

Ефективність використання ПЕР на фоні цих чинників в економічній та соціальній сфері дуже низька, а енергоємність ВВП (валового внутрішнього продукту) в Україні більше, ніж вдвічі вища за енергоємність інших промислово розвинених країн.

Потенціал енергозбереження в Україні від енергоспоживання за умов докризового стану становив 40-45%, а за часів кризи цей показник виріс.[30]

Підвищення енергоефективності та реалізування потенціалу енергозбереження полягає у перебудові структурно-технологічної частки економіки країни та у створенні адміністративних, економічних та нормативно-правових механізмів, що цьому сприятиме.

Структурно-технологічна перебудова економіки передбачає виведення морально та фізично застарілого та зношеного обладнання і устаткування, припинення випуску неефективного з точки зору енерговикористання обладнання і впровадження новітніх технологій та обладнання.

У даній магістерській роботі вирішується проблема підвищення енергетичної ефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі з використанням різних систем їх теплозабезпечення з оцінкою економічної доцільності їх експлуатації за різних кліматичних умов та інших техніко-економічних факторів.

Енергетичне обстеження відіграє ключову роль у ефективному використанні енергії в промисловості, побуті, а також у сфері послуг. Воно є інструментом для повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними.

Енергетичне обстеження – обстеження підприємств (установ) різної сфери та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги у економії на практиці шляхом впровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту [6].

Предметом даного енергетичного обстеження є система тепло- та електропостачання, холодного водопостачання у будівлі і розробка рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Рациональне та високоефективне використання енергоносіїв та електричної енергії, диверсифікація джерел отримання енергії для забезпечення життєдіяльності закладів та будівель в яких вони розташовуються є складовою частиною проблеми керування енергоспоживанням. Важливим фактором для підвищення енергоефективності є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів економічної діяльності при вирішенні питань енергоспоживання та енергозбереження. Реалізація заходів, наведених вище, має пріоритетний характер.

Від успішності створення ефективної системи державного регулювання залежить можливість проведення належної політики енергозбереження. [31]

Дослідження магістерської роботи спрямовані на вдосконалення технологій енергозабезпечення будівель з одночасним зменшенням нерационального споживання енергоносіїв та енергії і наразі є актуальним.

Магістерська робота виконана у відповідності до тематики робіт кафедри прикладної гідроаеромеханіки щодо підвищення енергоефективності технологічних процесів, що застосовуються у житлово-комунальному господарстві країни, галузях промисловості та електроенергетики, які виконуються на замовлення Замовників.

Метою проведених досліджень є підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючої конструкції та розробки заходів щодо підвищення їх теплозахисних властивостей, аналізу фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів її споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використанням у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження. [35]

Поставленими задачами дослідження є:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- проведення аналізу режимів експлуатації будівлі;
- визначення питомих величин фактичного енергоспоживання системами будівлі;
- порівняння показників фактичного енергоспоживання з нормованими;
- визначення основних напрямків можливих модернізацій огорожуючих конструкцій та системи енергоспоживання будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- розробка варіантів модернізації систем будівлі;

- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів;
- створення реєстру енергозберігаючих заходів;
- визначення порядку їх впровадження.

1 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Опис методів та приладів вимірювання

Обстеження та дослідження будівлі зооветеринарного центру проводилося у декілька етапів. По-перше було проведено загальне обстеження та огляд дійсного стану будівлі, її конструктивних елементів, системі тепло-, енерго- та водопостачання. На другому етапі було зібрано дані за споживанням ПЕР, проведено інструментальне обстеження огорожувальних конструкцій за допомогою тепловізора. [35]

Під час проведення аудиту ветеринарної клініки використовувався тепловізор FlukeTi25 (рис. 1.1) [19]. Метрологічні характеристики надані у таблиці 1.1 на сторінці 13.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд тепловізора FlukeTi25

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики тепловізора FlukeTi25

Діапазон вимірювання температури	Від -20°C до +350°C (від -20°C до +100°C)
Похибка вимірювання температури	±2°C, але не більше ±2%
Мінімальна відстань фокусування	Об'єktiv тепловізора 15 см, фото об'єktiv 48 см.
Частота зміни кадрів	9 Гц
Тип інфрачервоного об'єktива	Об'єktiv 20 мм, F=0,8
Спектральний діапазон	Від 7,5 мкм до 14 мкм
Час автономної роботи батареї	3-4 год

Для вимірювання температурних режимів елементів конструкцій використовують прилад – тепловізор. За допомогою такого приладу можливо виявити проблемні ділянки, на яких відбувається втрата тепла. Тепловізор використовувався для визначення температури, стану та складу огорожуваних конструкцій будівлі, пошуку втрат тепла та порушень роботи опалювальних приладів.

Під час проведення тепловізійної зйомки спеціаліст відразу визначає усі недоліки теплоізоляції будівель та споруд. Тепловізійне обстеження, як правило, проводиться у холодну пору року за температури ззовні не більше +5°C, та при +20°C всередині обстежуваного об'єktу.

Тепловізор діє за наступним принципом: він вимірює температуру досліджуваної поверхні в інфрачервоному випромінюванні. Одержувані зображення (термограми) показують розподіл і величину температури по поверхні досліджуваного об'єktа, де кожному значенню температури відповідає певне забарвлення по шкалі.

Тепловізійне обстеження об'єktів (у нашому випадку – будівель та споруд) – це безконтактне обстеження огорожуваних конструкцій за допомогою приладу – тепловізора. [31].

Для проведення енергоаудиту в залежності від завдання, яке вирішують під час проведення обстеження інженерних систем, вимірювання поділяють на:

а) однократні – в разі оцінки рівня енергоефективності окремого об'єкта під час роботи у визначеному режимі;

б) балансові – в разі складання балансу розподілу ПЕР між окремими споживачами, ділянками виробництва, підрозділами об'єкту, що споживає ПЕР;

в) реєстраційні – в разі виявлення змін будь-якого параметру режиму споживання ПЕР.

До складу мінімального комплексу засобів вимірювальної техніки входять наступні прилади, що вказані у таблиці 1.2. [31]

Таблиця 1.2 – Список засобів та вимірювальної техніки

Основне устаткування для енергоаудита	Додатковий перелік обладнання для енергоаудита
А	Б
<p>а) для електромеханічних вимірювань: -тестер (мультиметр) та\або прилади відповідного класу точності для вимірювань струму, напруги, потужності, коефіцієнта потужності; - аналізатор електричних сигналів (осцилограф або інші); - обладнання для отримання графіків навантажень технологічного устаткування; - тахометр; - люксметр; - секундомір.</p>	<p>- турбінний лічильник (стиснене повітря); - обладнання для доступу до труб без їх від'єднання від системи; - реєстратор системи; - пірометр інфрачервоного випромінювання; - ультразвуковий витратомір; - апарат для зйомки в інфрачервоних променях; - термоанемометр; - комп'ютер та програмне забезпечення.</p>
<p>б) для вимірювань параметрів теплоти, рідин, повітря, газів: - газоаналізатор;</p>	<p>- прилади для вимірювання опору електроізоляції;</p>

Продовження таблиці 1.2

А	Б
<p>- набір термометрів з різноманітними датчиками: повітряним, рідинними, поверхневим;</p> <p>- манометри (трубка Піто, витратоміри);</p> <p>- анемометр, гігрометр;</p> <p>- витратомір для рідин;</p> <p>- похилий манометр;</p> <p>- сантиметрова стрічка;</p> <p>- аналізатор горіння;</p> <p>- анемометр з млинком;</p> <p>- таблиця характеристик (приклад – таблиця водяної пари).</p>	<p>- прилад для вимірювання опору заземлення;</p> <p>- тепловізор;</p> <p>- високотемпературний інфрачервоний термометр (пірометр) з верхньою межею 1000°C;</p> <p>- товщиномір для визначення товщини стінок трубопроводів і резервуарів;</p> <p>- витратомір для стоків;</p> <p>- визначник якості води (рН, вміст солей);</p> <p>- динамометр для вимірювання зусилля моменту;</p> <p>- автономні прилади для тривалої реєстрації температури повітря;</p> <p>- тепломіри для визначення величини теплового потоку.</p>

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила +3°C. Середня температура всередині за всіма приміщеннями, які обстежувались, становила 18°C.

Під час тепловізійного обстеження було зроблено 41 термограми. Тепловізійне обстеження проводилося у приміщеннях в яких температура повітря має найнижчий рівень.

1.2 Аналіз результатів вимірювання

Проаналізувавши дані термограм можна прийти до висновку, що великий об'єм коридорного приміщення обумовлює нерівномірність прогріву всіх огорожувальних конструкцій, які мають занижку температуру своїх поверхонь.

Кутові з'єднання балок дахового суміщеного перекриття з несучими балками стінових конструкцій мають високий рівень теплопровідності, що є причиною охолодження відповідних місць на поверхні стін, а низькі теплозахисні властивості стелі суміщеного перекриття спричиняють охолодження багатьох її ділянок, що впливає на зменшення температури повітря всередині коридорного приміщення і призводить до появу конденсату на її холодних поверхнях.

Віконні конструкції, які обстежувались, не забезпечують ефективного збереження теплової енергії для приміщень, у яких вони встановлені. За термін експлуатації всі елементи вікон втратили щільність прилягання віконних стулок до віконних рам, і самих рам до стінових конструкцій (про це свідчать виявлені щілини по периметру їх прилягання), що призводить до інтенсивної інфільтрації холодного повітря усередину приміщень установи, внаслідок чого різко знижується температура поверхні віконних відкосів, що є причиною інтенсивної конденсації вологи на них.

За результатами тепловізійного обстеження будівлі ветцентру було встановлено, що значні тепловтрати відбуваються крізь недоцільно велику площу вікон, які розташовані на фасаді з північного боку будівлі. Треба зазначити, що на цю північну сторону будівлі ніколи не потрапляє сонячна енергія, і вона знаходиться постійно під тінню від сусідніх багатоповерхових будівель. Додатково, весь цей фасад закритий рекламним банером. Таким чином, ніякої користі від використання таких вікон не має. [35]

1.3 Методика проведення розрахунків поточного енергетичного стану

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій $R_{\Sigma np}, m^2 \cdot K / Bm$ повинен бути не менший за потрібний $R_{q \min}, m^2 \cdot K / Bm$ який визначається виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов енергозбереження [2].

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на $3^{\circ}C$ та більше, обов'язкове виконання умови: $R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$, де:

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

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

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [2].

Термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою (1.1) [2]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (1.1)$$

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $Вт/(м \cdot K)$ [2].

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови розраховується за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma PP} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{np}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.2)$$

де: α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²*К) [2];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м*К) [2];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, м²*К/Вт.

Якщо $R_{\Sigma PP} < R_{qmin}$ – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі при їх дійсному стані за формулою (1.3) [2]:

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma PP}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт}, \quad (1.3)$$

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

$R_{\Sigma PP}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м²*К/Вт;

t_B, t_3 – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

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

Тепловтрати через огорожувальні конструкції при нормованих R_{qmin} за формулою (1.4) [2]:

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{qmin}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт}. \quad (1.4)$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [2]:

$$Q_{op}^o = Q_{ст} \cdot \beta_{op}, \text{Вт} \quad (1.5)$$

де: $Q_{ст}$ – тепловтрати зовнішніх стін приміщень, Вт;
 β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, залежно від орієнтації приймати $\beta_{op} = 0,13$ – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами розраховуються за формулою (1.6) [2]:

$$Q_{подл}^o = 0,05 \cdot Q_{подл}, \text{Вт}. \quad (1.6)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи визначаються за формулою (1.7) [2]:

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{Вт}, \quad (1.7)$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;
 t_B , t_3 – відповідно температура всередині приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

$F_{вкн}$ – площа віконних прорізів, м^2 .

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію визначаються за формулою (1.8) [2]:

$$Q_e = 0,28 \cdot V_{п} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_e - t_3) \cdot n_k \cdot k_v, \text{Вт}, \quad (1.8)$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;
 t_B і t_3 – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

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

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

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

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розташування в ньому різного обладнання, приймаємо $k_V=0,85$.

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою (1.9) [2]:

$$n_k = \frac{[(\frac{L_V \cdot n_V}{24}) + (\frac{G_{\text{инф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{инф}}}{24 \cdot \rho_c})]}{v_V \cdot V_{II}}, \quad \text{год}^{-1} \quad (1.9)$$

де: L_V – кількість припливного повітря в будинок у разі припливної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м³/год;

v_V – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. Для розрахунків приймається $v_V = 0,85$;

F_p – розрахункова площа будівлі, м²;

n_V – кількість годин роботи вентиляції протягом однієї доби, год;

$n_{\text{инф}}$ – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом однієї доби, год, для будинків із збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 24 год;

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

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається 0,8 [2].

Значення розрахункової температури зовнішнього повітря приймаємо [2] $t_3 = -22^\circ\text{C}$, тому що будівля розташована у м. Суми, яке знаходиться у I температурній зоні, також згідно інструментальних вимірів для розрахунків приймаємо середню температуру всередині приміщень $t_{\text{вн}} = +18^\circ\text{C}$.

Оскільки будівля розташована на ґрунті, тепловтрати через підлогу при її дійсному стані розраховуються наступним чином:

$$\text{I зона: } R^I = R_0^I + \Sigma R_n = 2,2 + 0,036 = 2,236(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$\text{II зона: } R^{II} = R_0^{II} + \Sigma R_n = 4,3 + 0,036 = 4,336(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$\text{III зона: } R^{III} = R_0^{III} + \Sigma R_n = 8,6 + 0,036 = 8,636(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

Основні тепловтрати крізь підлогу на ґрунті $Q_{\text{пдл}}$, Вт, розраховуються за формулою (1.10):

$$Q_{\text{пдл}} = \left(\frac{F_I}{R_{n2}^I} + \frac{F_{II}}{R_{n2}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{n2}^{III}} \right) \cdot (t_e - t_{zp}), \quad (1.10)$$

Розрахунок теплових надходжень:

Теплонадходження від людей, Q_L (Вт) [30]:

$$Q_L = \beta_{\text{инт}} \cdot \beta_{\text{од}} \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{v_e}) \cdot (35 - t_{II}) \cdot n_L \cdot \eta, \quad (1.10)$$

де: $\beta_{\text{инт}}$ – коефіцієнт, який враховує інтенсивність роботи, що виконується людиною: для легкої роботи $\beta_{\text{инт}} = 1$; для роботи середньої важкості $\beta_{\text{инт}} = 1,07$; для важкої роботи $\beta_{\text{инт}} = 1,15$;

$\beta_{\text{од}}$ – коефіцієнт, який враховує теплозахисні властивості одягу: для легкого одягу $\beta_{\text{од}} = 1$; для звичайного одягу $\beta_{\text{од}} = 0,65$; для утепленого одягу $\beta_{\text{од}} = 0,4$;

v_e – швидкість повітря в приміщенні: для житлових та адміністративних приміщень $v_e = 0,15$ м/с.

t_{II} – температура приміщення, °С.

η – коефіцієнт, який враховує час знаходження людей в приміщенні,

(для обстежуваної будівлі $\eta = \frac{T_{\text{роб}}}{T} = \frac{13}{24} = 0,54$), де $T_{\text{роб}}$ – кількість робочих годин за добу, T – загальна кількість годин в добі.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування, $Q_{ел}$ (Вт) [30]:

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \quad (1.11)$$

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

k_{II} – коефіцієнт завантаження (за умовами завдання $k_{II} = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{13 \cdot 30}{24 \cdot 60} = 0,27$), де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, $t_{роб}$ – час роботи електроустаткування протягом години, T – загальна кількість годин в добі, t – загальна кількість хвилин у годині.

η – 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 $k_c=0,35$).

Теплонадходження від джерел освітлення, $Q_{осв}$ (Вт) [30]:

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_3, \quad (1.12)$$

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

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення – $k_{осв} = 0,95$; люмінесцентні лапи – $k_{осв} = 0,4$);

k_3 – коефіцієнт завантаження освітлення, $k_3 = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 0,17$, де:

$T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, $t_{роб}$ – час роботи джерел освітлення протягом години, T – загальна кількість годин в добі, t – загальна кількість хвилин у годині.

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

Теплонадходження від сонячної радіації, $Q_{рад}$ (Вт): розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться [30]:

$$Q_{рад} = q_c \cdot F_c \cdot k_{B,П} + q_T \cdot F_T \cdot k_{B,П}, \quad (1.13)$$

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

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

$k_{B,П}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при наполовину затіненому вікні (наприклад напіввідкриті жалюзі) $k_{O,П} = 0,5$;

Теплонадходження від нагрітих поверхонь котла опалення [30]:

$$Q_{HP} = F_{П} \cdot \alpha_{П} \cdot (t_{П} - t_{\epsilon}), \quad (1.14)$$

де $F_{П}$ – площа нагрітої поверхні, м²;

$t_{П}$ – температура нагрітої поверхні, °С;

$t_{в}$ – температура внутрішнього повітря приміщення, °С;

$\alpha_{П}$ – коефіцієнт тепловіддачі матеріалу нагрітої поверхні, Вт/м²*°С,

який визначають додатковим розрахунком і дорівнює:

- для вертикальних нагрітих поверхонь дорівнює:

$$\alpha_{П} = 1,66 \cdot (t_{П} - t_{\epsilon})^{0,33}, \quad (1.15)$$

- для горизонтальних нагрітих поверхонь, звернених вгору:

$$\alpha_{П} = 2,66 \cdot (t_{П} - t_{\epsilon})^{0,33}, \quad (1.16)$$

- для горизонтальних нагрітих поверхонь, звернених вниз:

$$\alpha_{П} = 1,66 \cdot (t_{П} - t_{\epsilon})^{0,33}, \quad (1.17)$$

Сумарні теплонадходження, $Q_{тн}$ (Вт) [30]:

$$Q_{тн} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}. \quad (1.18)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі, ΔQ (Вт) [30]:

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \quad (1.19)$$

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

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

Однак для визначення дійсного значення витрати теплоти за весь опалювальний період, необхідно отриману величину теплової потужності звести до середньої величини за середньою температурою зовнішнього повітря за весь опалювальний сезон, кВт·год: [35]

$$Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_в^{cp} - t_{cp.on})}{(t_в^{cp} - t_{з.p})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \quad (1.20)$$

де ΔQ – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

$t_в^{cp}$, $t_{з.p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С.

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

$n_{оп}$ – тривалість опалювального періоду [5].

Висновки за розділом 1

Прийняті для застосування у подальших дослідженнях при виконанні роботи методи та методики досліджень, інструментарій є загальноновизнаними та дають можливість однозначно визначити параметри будівлі і систем енергозабезпечення (з визначеними наперед похибками), а також одержувати коректні значення одержуваних математичними розрахунками величин. Внесення можливих змін у алгоритми математичних розрахунків має на меті покращення точності та якості математичного описування досліджуваних явищ і не повинно вносити додаткові похибки у результати розрахунків.

Точність метрологічних засобів, що використовувалися для інструментальних вимірів є необхідною та достатньою для верифікації результатів проведених досліджень.

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ

2.1 Загальні відомості про об'єкт розрахункових досліджень

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля зооветеринарного центру ТОВ «10 друзів», що знаходиться за адресою м.Суми, вул.. СКД 25А (рис.2.1) [7].



Рисунок 2.1 – Зооветцентр ТОВ «10 друзів»

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює зооветцентр ТОВ «10 друзів». Головний фасад будівлі зорієнтовано на північний-схід.

Технічні	характеристики	будівлі	такі:
- Рік	побудови	– 1978	р.;
- Кількість	поверхів	– 2	пов.;
- Опалювальна	площа	– 550	м ² ;
- Площа	забудови	– 379	м ² ;
- Опалювальний	об'єм будівлі	– 1500	м ³ ;
- Опалювальний	об'єм за зовнішніми обмірами	– 2171	м ³ ;

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від індивідуального тепlopункту, що знаходиться на першому поверсі, забезпечення гарячою водою здійснюється індивідуально від електричного бойлеру, що розташований на другому поверсі у технічному приміщенні.

Подача холодної води по будинку здійснюється від водогону міської водопровідної мережі.

2.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент ветцентру бетонний. Стіни будівлі виконані з товщиною кладки 0,43 м, матеріал внутрішніх і зовнішніх стін - силікатна цегла М-75 на цементно-піщаному розчині, місцями виконані із газоблоків. Плити перекриттів – залізобетонні, товщиною 0,22 м. Перегородки – цегляні, переважно мають товщину 0,32-0,36 м. Підлога – залізобетон, товщиною 0,22 м, місцями вкритий лінолеумом, товщиною 0,004 м, або керамічною плиткою, товщиною 0,005 м. Стеля – залізобетон, товщиною 0,22 м, шар керамзиту, товщиною 0,15м та руберойд, товщиною 0,006 м. Вікна будівлі з дерев'яного та пластикового профілю.

Вхідні двері, двері тамбуру та двері запасного виходу – пластикові.

При проведенні обстеження будівлі ветцентру було виявлено, що віконні конструкції знаходяться у незадовільному стані. Існують великі проміжки між склом та рамою через які у приміщення потрапляє холодне повітря, також площа вікон на фасаді будівлі недоцільно велика. У будівлі місцями встановлені нові вікна у пластиковому плетінні з однокамерним склопакетом, виконані з алюмінієвого профілю.

Було виявлено, що облицювальна плитка на фундаменті будинку, у багатьох місцях обсипалася, або ж ледве тримається на стіні. Все це призводить до невиправданих втрат тепла. [35]

2.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

2.3.1 Система опалення

В системі опалення будівлі ветеринарного центру ТОВ «10 друзів» встановлено водогрійний котел моделі «РЕТРА 40-3М» з номінальною потужністю – 40 кВт. Система – двотрубна з вертикальною розводкою. Рух гарячої води відбувається знизу вгору через труби і опалювальні прилади (чавунні радіатори та конвекційні радіатори опалення).

У тепловому вузлі встановлено наступне обладнання: універсальний контролер есоМАХ 860P3-С, пелетний пальник факельного типу КІРІ ROTARY, фільтр, манометр, термодатчик.

При проведенні обстеження було виявлено деякі порушення, а саме: в багатьох кімнатах опалювальні прилади закриті меблями або декоративними конструкціями з гіпсоплит.

2.3.2 Система електропостачання

До основних технічних енергоспоживаючих систем будівлі ветеринарної лікарні належать системи освітлення і технологічне електрообладнання.

Система штучного освітлення включає в себе світильники з лампами розжарювання, люмінесцентні лампи та світлодіодна стрічка: лампа розжарювання - 1 штука потужністю 60 Вт; ламп люмінесцентних - 46 шт по 18 Вт кожна; світильники, виконані з використанням світлодіодної стрічки – 27 світильників, виконаних зі світлодіодних стрічок, потужністю 20 Вт кожна, а також 2 світлодіодних лампочки, потужністю 8 Вт. Загальна потужність освітлення дорівнює 1.44 КВт.

Весь список електроспоживаючого обладнання та його режими роботи наведено у пункті 2.3.6 (див. стр. 30)

2.3.3 Система водопостачання

Будинок підключено до місцевої системи централізованого холодного водопостачання. Холодна вода використовується для технічних та санітарно-гігієнічних потреб. Арматура складається з змішувачів, кранів, змивних бачків, які знаходяться у задовільному стані.

Бойлер, що розташований на другому поверсі ветеринарної клініки у технічному приміщенні, підігріває холодну воду з трубопроводу і забезпечує будівлю гарячою водою.

2.3.4 Система вентиляції

У будівлі зооветцентру наявна переважно природня система вентиляції. Це призводить до погіршення повітрообміну у приміщеннях, наслідком чого є недостатня ефективність природного процесу з видалення зайвої вологи, яка починає інтенсивно конденсуватися на охолоджених поверхнях стінових та віконних конструкцій.

2.3.5 Система обліку споживання енергоресурсів

Облік споживання електроенергії здійснюється одним лічильником NIK2303 AP6T.1402.MC.11 що розташований у коробі розподільчого щита на першому поверсі.

Облік споживання холодної води здійснюється за показаннями лічильника холодної води KB-1,5. Лічильник знаходиться у кабінеті реєстратури, що розташований на першому поверсі.

Договір на постачання електроенергії з «Сумиобленерго», м. Суми.
Номер договору №2408 від 30 листопада 2012 року.

Договір на постачання холодної води з КП «Міськводоканал», м. Суми.
Номер договору №2847 від 25 листопада 2012 року.

Існуючі тарифи на енергоносії та воду:

- Тепло: 1321,64 грн/Гкал;
- Електрична енергія: 2,36984 грн/КВт*год;
- Холодна вода, водовідведення: 16,54 грн/м³;

2.3.6 Перелік енергоспоживаючого обладнання, режим його роботи

Під час проведення енергоаудиту були перевірені усі працюючі приміщення зооветеринарного центру на предмет наявності енергоспоживаючого обладнання, а саме прилади та агрегати, що споживають електричну енергію. Нижче наведений перелік приміщень та енергоспоживаючої апаратури, що розташована всередині приміщень.

Режим роботи наведено зі слів працівників зооветцентру.

Список обладнання, його місцезнаходження, режим роботи обладнання наведено у таблиці 2.1 на сторінці 31. [35]

Таблиця 2.1 – Перелік енергоспоживаючого обладнання

Назва приміщення	Назва обладнання	Номінальна потужність (Вт)	Кількість (штук)	Режим роботи (годин\тиждень)
1	2	3	4	5
Реєстратура	Комп'ютер	200	1	168
	Принтер	45	1	2
	Телефон стаціонарний	3	1	4
	Сервер	40	1	168
	Обігрівач	1500	1	-
	Світильник світлодіодний	20	1	80
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
Вбиральня	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світильник світлодіодний	8	1	7

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Грумінг-салон	Світлодіодні світильники	20	5	168
	Люмінісцентний світильник	18	1	24
	Триммер	10	1	20
	Фен	1500	2	12
Маніпуляційна	Світильник світлодіодний	20	2	43
	Холодильник	190	1	168
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Шприцевий дозатор	100	3	42
	Кисневий концентратор	330	1	7
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
Коридор (перший поверх)	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світлодіодний світильник	20	4	84
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Телевізор	150	1	91

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Рентген кабінет	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світлодіодний світильник	20	2	40
	Комп'ютер	200	1	91
	Рентгенівський апарат	75000	1	1
	Оцифровщик	120	1	3
	Холодильник	190	1	168
	Сканер	30	1	3
Кабінет для проведення УЗД	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Люмінісцентна лампа	18	3	40
	Ноутбук	50	1	40
	Апарат УЗД	900	1	4
	Тример	10	1	2
Котельня	Люмінісцентна лампа	18	8	7
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Кімната побуту	Холодильна камера	250	1	168
	Лампа розжарювання	60	1	14
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Пральна машина	400	1	5
	Бойлер	470	1	168
	Люмінісцентний світильник	18	1	14
Зал для конференцій	Світлодіодний світильник	20	2	-
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Кондиціонер	1000	1	-
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Проектор	220	1	-
	Стереосистема	45	1	-
Коридор (другий поверх)	Кондиціонер	1000	2	63
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	4	168
	Люмінісцентний світильник	18	3	91

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Кухня	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світлодіодний світильник	20	1	21
	Холодильник	190	1	168
	Чайник	1000	1	4
	Мікрохвильова піч	1200	1	1
Склад	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Побутовий вентилятор	85	1	7
	Люмінісцентний світильник	18	2	5
Ординаторська	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Обігрівач	1500	1	-
	Комп'ютер	200	1	-
Стаціонар	Ноутбук	50	1	91
	Світлодіодний світильник	20	2	75
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Електрогрілки	100	2	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Лабораторія	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світильник світлодіодний	20	1	14
	Мікроскоп	15	2	14
	Комп'ютер	200	1	91
	Холодильник	190	1	168
	Центрифуга	100	1	7
	Біохімічний аналізатор	230	1	21
	Дистилятор	3000	1	7
Передопераційна (продовження див. на стр. 17)	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Світлодіодна лампа	18	1	7
	Люмінісцентний світильник	18	2	7
	Світлодіодний світильник	20	1	7
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	УФ - лампа	14	1	2
	Триммер	10	1	4
	Кондиціонер	1000	1	14

Продовження таблиці 2.1

Передопераційна	Сухожарова шафа	1200	1	4
	Рентген	75000	1	1
	«С-дуга» (Рентген пересувний)	15000	1	1
	Скарифікатор	30	1	1
	Автоклав	1800	1	-
	Операційна	Люмінісцентні світильники	18	2
УФ - лампа		14	1	2
Кондиціонер		1000	1	14
Світильник операційний		50	2	14
Апарат інгаляційного наркозу		350	1	14
Гастроскоп		220	1	1
Коагулятор		300	1	1
Приймальня №1	Ноутбук	50	1	91
	Принтер	45	1	1
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Світлодіодні світильники	20	2	40

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Приймальня №2	Ноутбук	50	1	91
	Принтер	45	1	1
	Люмінісцентний світильник	18	2	91
	Камера відеоспостереження	8	1	168
	Пожежна сигналізація	0,001	1	168
Кабінет головного лікаря	Ноутбук	50	1	91
	Принтер	45	1	1
	Люмінісцентний світильник	18	1	40

2.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

2.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла

На момент проведення енергоаудиту ветлікарня не займалася контролем за обсягом споживання теплової енергії і ця інформація невідома та занадто наближена. В середньому за інформацією, наданою працівниками зооветцентру, під час опалювального сезону витрачається 5 тон пелетів на місяць, середня вартість 1 тони приблизно 4100 гривень. За інформацією, наданою працівниками зооветцентру, 1 кг пелетів виробляє при згорянні 5,3 кВт теплової енергії, що дорівнює 0,0046 Гкал.

Споживання тепла будівлею відбувається під час опалювального періоду. Тривалість опалювального періоду кожного року змінюється, а опалювальний період починається при зменшенні середньодобової температури нижче +8°C.

Величина споживання теплової енергії за жовтень 2018 року – квітень 2019 року наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Величина споживання теплової енергії за опалювальний сезон 2018 – 2019 років.

2016 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
тепло, ГКал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,071	7,884	13,65
2017 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
тепло, ГКал	12,12	13,28	8,764	3,046	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Величина споживання електричної енергії за 2017 рік наведена у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Величина споживання електроенергії за 2018 рік

2017 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., тис.КВт* рік	1,483	1,478	1,383	1,375	1,387	1,326	1,291	1,382	1,378	1,5	1,492	1,505

Можна побачити, що кількість спожитої енергії в теплу пору року менше. Це можна пояснити тим, що в літній період збільшується світловий день і зменшується споживання електроенергії на освітлення.

2.4.3 Аналіз обсягів споживання води

Величина споживання води за 2017-2019 роки наведена на таблиці 2.4 та на рисунку 2.2 (див. стр.41). [35]

Таблиця 2.4 – Величина споживання води за 2017-2019 роки

2017 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
хол. вода, м ³	20	13	17	16	22	18	19	24	23	20	20	20
2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
хол. вода, м ³	20	18	23	25	25	23	22	35	18	21	37	16
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
хол. вода, м ³	21	27	20	24	26	25	20	17	19	18	27	21

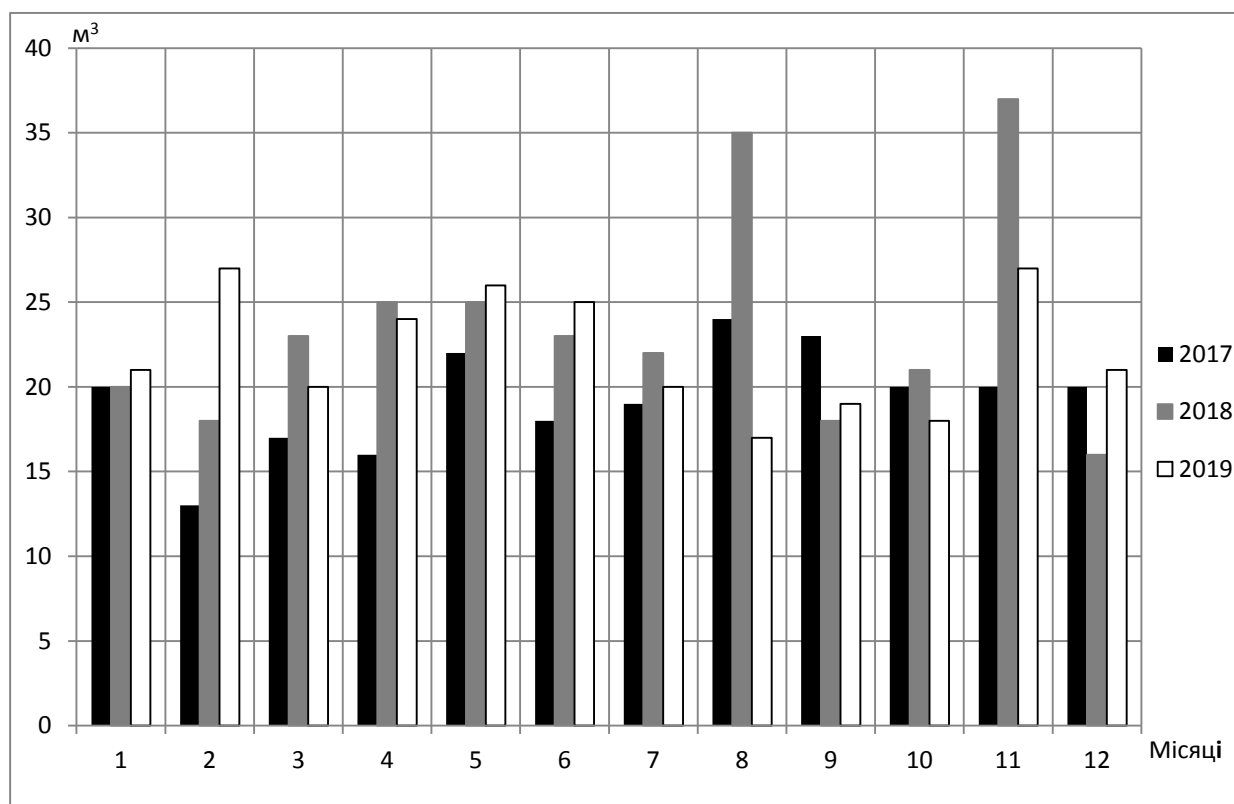


Рисунок 2.2 – Обсяги споживання холодної води за 2017 - 2019 роки

Для наочності і пошуку можливих джерел економії фінансових коштів наведемо діаграму вартості спожитих електричної, теплової енергії та холодної води за 2018 рік. Дана діаграма представлена на рис. 2.3.

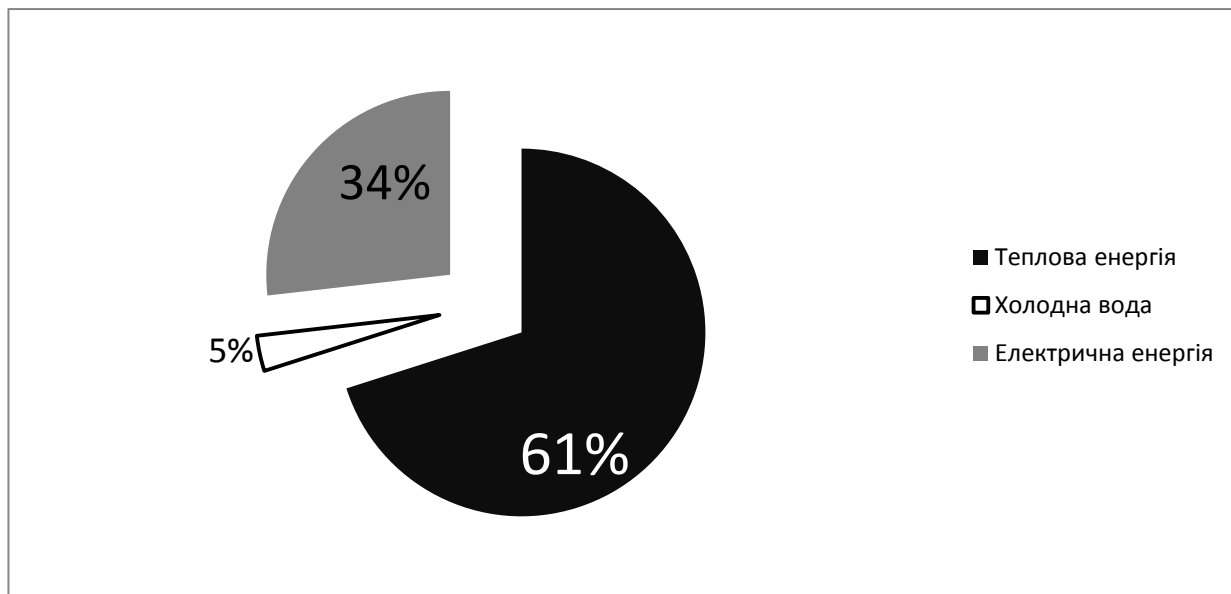


Рисунок 2.3 – Вартість спожитих енергоресурсів та води за 2018 рік

Переглянувши зображену на рис. 2.3 діаграму видно, що найбільше коштів сплачується за теплову енергію, отже, розробка енергоефективних впроваджень за цим напрямом призведе до значної економії фінансових засобів. Інформація порівняна по усім показникам саме за 2018 рік тому, що дані по споживанню усіх енергоресурсів одночасно за один період наявна лише за цей рік.

Висновок за розділом 2:

Представлені у розділі вихідні дані щодо конструктивних особливостей будівлі ті її розташування на місцевості, наявних джерел енергопостачання, об'ємів споживання енергоресурсів, вузлів обліку спожитих ресурсів є повним і достатнім для проведення послідуочого аналізу фактичного енергетичного стану будівлі ті її систем енергоспоживання.

3 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФАКТИЧНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ БУДІВЛІ ТА ЇЇ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Показники фактичного енергетичного стану будівлі включають масиви інформації щодо річного споживання на об'єкті дослідження електричної енергії, теплової енергії, холодної та гарячої води. Аналіз цих показників проведено з використанням та застосуванням методів математичної статистики і з розрахунком питомих показників споживання зазначених видів енергії в залежності від часу та умов споживання.

3.1 Аналіз теплоспоживання

Розрахунок проводимо для будівлі, яка знаходиться у м. Суми (I температурна зона), з нормальними вологісним режимом.

3.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

1. Стіни:

- кладка цегляна з повнотілої цегли з $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, товщиною $\delta_1 = 0,43 \text{ м}$;

- штукатурка – розчин цементно – піщаний з $\lambda_2 = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, товщиною $\delta_2 = 0,01 \text{ м}$.

Знаходимо термічний опір кожного шару цегляної стіни за формулою (1.1):

$$R_{ст1} = \frac{0,43}{0,81} = 0,531 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_{ст2} = \frac{0,01}{0,81} = 0,012 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні для зовнішніх стін дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$.

Приведений опір теплопередачі для цегляних стін визначаємо за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma \text{ПП}}^{\text{CT}_{\text{цегл}}} = \frac{1}{8,7} + 0,531 + 0,012 + \frac{1}{23} = 0,701 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

- стіни, виконані з газоблоків, товщиною $\delta_1 = 0,43 \text{ м}$, та $\lambda_1 = 0,52 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$;
- штукатурка – розчин цементно – піщаний, з $\lambda_2 = 0,81 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$, товщиною $\delta_2 = 0,01 \text{ м}$.

Знаходимо термічний опір кожного шару стіни з газоблоків за формулою (1.1):

$$R_{\text{CT1}} = \frac{0,43}{0,52} = 0,827 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_{\text{CT2}} = \frac{0,01}{0,81} = 0,012 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі для стіни з газоблоків за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma \text{ПП}}^{\text{CT}_{\text{газ.б-ки}}} = \frac{1}{8,7} + 0,827 + 0,012 + \frac{1}{23} = 0,997 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює [2]

$$R_{q \text{min}}^{\text{CT}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Отже, $R_{\Sigma \text{ПП}}^{\text{CT}_{\text{цегл}}} = 0,701 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, $R_{\Sigma \text{ПП}}^{\text{CT}_{\text{газ.б-ки}}} = 0,997 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що менше $R_{q \text{min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Це свідчить про те, що стіни необхідно утеплювати.

2. Вікна

- роздільні дерев'яні з подвійним склінням $R_{\text{ВКН}} = 0,24 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.
- однокамерні склопакети зі звичайного скла у алюмінієвому профілі $R_{q \text{min}} = 0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

Отже, приведений опір теплопередачі менший за необхідний $R_{q \text{min}} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ [9].

3. Підлога

- залізобетон з $\lambda_1 = 2,04$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_1 = 0,22$ м;
- розчин цементно-піщаний з $\lambda_2 = 0,81$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_2 = 0,04$ м;
- лінолеум на тканинній основі з $\lambda_3^1 = 0,23$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_3^1 = 0,004$ м;
- керамічна плитка з $\lambda_3^2 = 0,96$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_3^2 = 0,005$ м.

Розрахунок опір теплопередачі для кожного шару підлоги проводимо за формулою (1.1):

$$R_1 = \frac{0,22}{2,04} = 0,108 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_2 = \frac{0,04}{0,81} = 0,049 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_3^1 = \frac{0,004}{0,23} = 0,017 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_3^2 = \frac{0,005}{0,96} = 0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для фундаменту, що розташований на ґрунті приймаємо як для перекриттів над холодним підвалом, що дорівнює $\alpha_B = 8,7$ Вт/м²*К, а зовнішній $\alpha_3 = 12$ Вт/м²*К.

Приведений опір теплопередачі підлоги за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma ПП}^{ПДП1} = \frac{1}{8,7} + 0,108 + 0,049 + 0,017 + \frac{1}{12} = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_{\Sigma ПП}^{ПДП2} = \frac{1}{8,7} + 0,108 + 0,049 + 0,005 + \frac{1}{12} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

4. Двері

- металопластикові з $\lambda_M = 0,43$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_M = 0,04$ м.

Розрахунок термічного опору дверей за формулою (1.1):

$$R_M = \frac{0,04}{0,43} = 0,093 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі для дверей визначаємо за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma PP} = \frac{1}{8,7} + 0,093 + \frac{1}{23} = 0,251 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

5. Дах

- залізобетон з $\lambda_1 = 2,04$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_1 = 0,22$ м;
- гравій керамзитовий з $\lambda_2 = 0,12$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_2 = 0,15$ м;
- руберойд з $\lambda_3 = 0,17$ Вт/(м*К) товщиною $\delta_3 = 0,006$ м.

Розрахунок опору теплопередачі кожного шару даху за формулою (1.1):

$$R_1 = \frac{0,22}{2,04} = 0,108 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_2 = \frac{0,15}{0,12} = 1,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

$$R_3 = \frac{0,006}{0,17} = 0,035 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для даху дорівнює $\alpha_B = 8,7$ Вт/м²*К, а зовнішньої $\alpha_3 = 23$ Вт/м²*К.

Приведений опір теплопередачі даху згідно формули (1.2):

$$R_{\Sigma PP}^D = \frac{1}{8,7} + 0,108 + 1,25 + 0,035 + \frac{1}{23} = 1,551 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі даху громадських будинків дорівнює $R_{q \min}^D = 4,95$ м²*К/Вт [2].

Отже, приведений опір теплопередачі зооветеринарного центру менший за необхідний, це свідчить про те, що дах потрібно утеплювати.

3.1.2 Розрахунок тепловтрат

Значення розрахункової температури зовнішнього повітря приймаємо [2] $t_3 = -22^\circ\text{C}$, тому що будівля розташована у м. Суми, яке знаходиться у I температурній зоні, також згідно інструментальних вимірів для розрахунків приймаємо середню температуру всередині приміщень $t_{\text{вн}} = +18^\circ\text{C}$.

Тепловтрати через стіни при їх дійсному стані визначаємо за формулою (1.3):

$$Q_{CT}^{Г.Б-КН} = \frac{F_{CT}^{Г.Б-КН}}{R_{\Sigma ПР}^{Г.Б-КН}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, Bm.$$

$$F_{CT}^{Г.Б-КН} = 73,8 M^2, R_{\Sigma ПР}^{CT Г.Б-КН} = 0,997 M^2 \cdot K / Bm, t_B = +18^\circ C, t_3 = -22^\circ C, n = 1, \text{ тоді}$$

$$Q_{CT}^{Г.Б-КН} = \frac{73,8}{0,997} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 2960,9 Bm.$$

$$Q_{CT}^{ЦЕГЛ} = \frac{F_{CT}^{ЦЕГЛ}}{R_{\Sigma ПР}^{ЦЕГЛ}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n = \frac{375,5}{0,701} \cdot (18 - (-22)) = 21426,5 Bm.$$

У зооветеринарному центрі встановлено дерев'яні та пластикові вікна:

1) дерев'яні вікна $F_{\delta} = 10,2 M^2, R_{\delta} = 0,24 M^2 \cdot K / Bm, t_B = +18^\circ C, t_3 = -22^\circ C, n = 1,$
тоді згідно формули (1.3):

$$Q_{ВКН}^{\delta} = \frac{10,2}{0,24} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 1700 Bm.$$

2) пластикові вікна $F_{nl} = 99,75 M^2, R_{nl} = 0,34 M^2, t_B = +18, t_3 = -22^\circ C, n = 1,$ тоді згідно формули (1.3):

$$Q_{ВКН}^{nl} = \frac{99,75}{0,34} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 11735,29 Bm$$

Оскільки будівля розташована на ґрунті, тепловтрати через підлогу при її дійсному стані розраховуються наступним чином:

$$\text{I зона: } R^I = R_0^I + \Sigma R_n = 2,2 + 0,036 = 2,236 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm; ;$$

$$\text{II зона: } R^{II} = R_0^{II} + \Sigma R_n = 4,3 + 0,036 = 4,336 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm;$$

$$\text{III зона: } R^{III} = R_0^{III} + \Sigma R_n = 8,6 + 0,036 = 8,636 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm.$$

Основні тепловтрати кріз підлогу на ґрунті $Q_{ПДЛ}, Bm,$ розраховуються за формулою (3.1):

$$Q_{ПДЛ} = \left(\frac{F_I}{R_{n2}^I} + \frac{F_{II}}{R_{n2}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{n2}^{III}} \right) \cdot (t_6 - t_{2p}), \quad (3.1)$$

$$Q_{ПДЛ} = \left(\frac{164}{2,236} + \frac{132}{4,336} + \frac{5}{8,636} \right) \cdot (18 - 6) = 110,7 Bm.$$

Тепловтрати через дах при його реальному стані визначаємо за формулою (1.3):

$$Q_D = \frac{F_D}{R_{\Sigma PP}^D} \cdot (t_B - t_3) \cdot n = \frac{324}{1,551} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 8355,89, \text{Вт}.$$

Тепловтрати через двері при їх дійсному стані визначаємо за формулою (3.2):

$$Q_{ДВ} = \frac{F_{ДВ}}{R_{\Sigma PP}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n = \frac{3,3}{0,093} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 1419,35, \text{Вт}.$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи за формулою (3.3):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{инф}} = 0,28 \cdot G_n \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_B - t_{3,p}) = 0,28 \cdot 6 \cdot 109,95 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-22)) = 7425,58 \text{Вт},$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;
 t_B , $t_{3,p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього;

G_n – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь нещільність віконного огородження, для розрахунків беруть нормативну повітропроникність віконних прорізів;

$F_{\text{вкн}}$ – площа вікон, м^2 .

Середня кратність повітрообміну будівлі визначається за формулою (3.4):

$$n_n = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{инф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{инф}}}{24 \cdot \rho_c} \right) \right]}{v_V \cdot V_{II}} = \frac{\left[\left(\frac{1673 \cdot 16}{24} \right) + \left(\frac{637,5 \cdot 0,9 \cdot 24}{24 \cdot 1,3} \right) \right]}{0,85 \cdot 1500} = 1,222 \text{ год}^{-1} \quad , \text{де:}$$

L_V – кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$;

v_V – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних дорівнює $0,85$ [2];

F_p – розрахункова площа громадських будинків, м^2 .

n_V – кількість годин роботи механічної вентиляції або природної вентиляції протягом однієї доби, год.

$n_{\text{інф}}$ – кількість годин інфільтрації повітря всередині будинку протягом доби, год;

$G_{\text{інф}}$ – кількість повітря, що інфільтрується крізь огорожувальні конструкції в неробочий час, год;

ρ_c – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, кг/м^3 .

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, який беруть 0,8...1,0.

Для аналізу отриманих розрахункових даних знайдемо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожувальної конструкції і наведемо їх у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, Вт	%
Стіни	24387,4	45
Вікна	13435,29	23,7
Підлога	110,7	0,3
Дах	8355,89	15
Двері	1419,35	3
Інфільтрація	7425,58	13
Разом	55134,21	100

Теплові втрати у графічному вигляді зображені на рис. 3.1

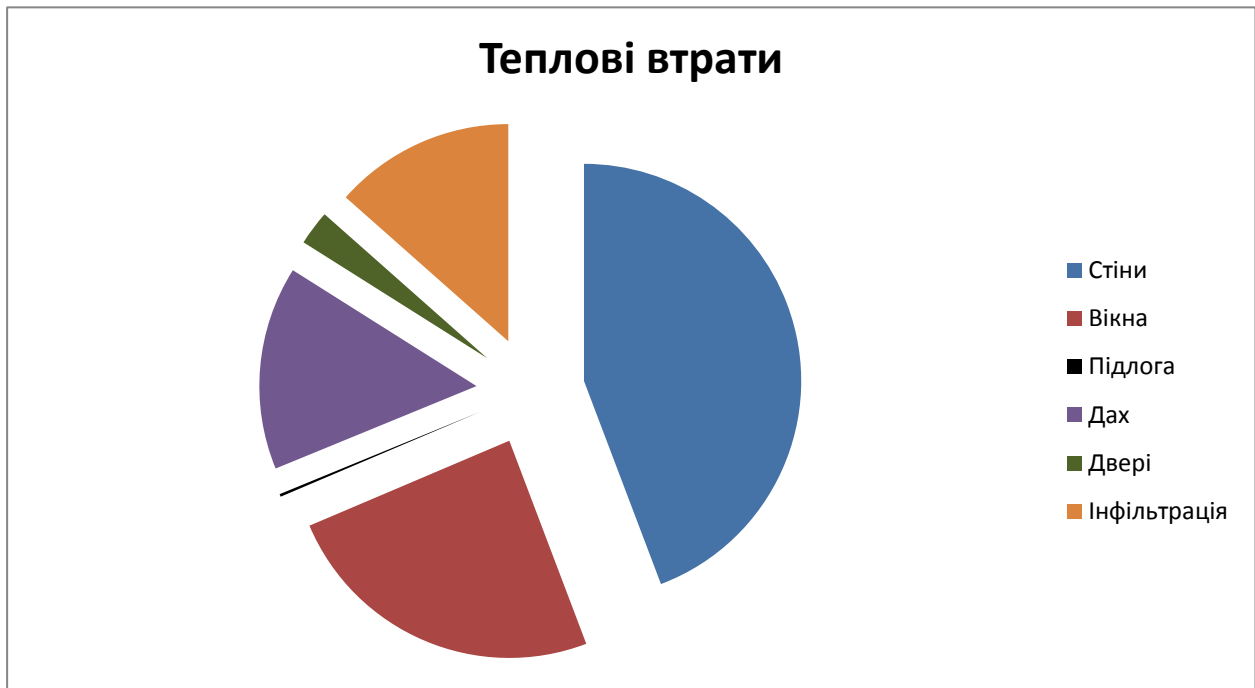


Рисунок 3.1 – Розподіл тепловтрат.

З розрахованих даних видно, що найбільші тепловтрати відбуваються через стіни (45%), та вікна (23,7%). Також суттєві втрати тепла приходяться на дах (15%). Це означає, що в першу чергу необхідно приділити увагу огорожувальним конструкціям будівлі та світлопрозорим конструкціям, що також зменшить відсоток тепловтрат через інфільтрацію.

3.2 Розрахунок теплових надходжень

Теплонадходження від людей, Q_L (Вт) [30]:

$$Q_L = \beta_{int} \cdot \beta_{od} \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{v_e}) \cdot (35 - t_{II}) \cdot n_L \cdot \eta, \quad (3.3)$$

де: β_{int} – коефіцієнт, який враховує інтенсивність роботи, що виконується людиною: для легкої роботи $\beta_{int} = 1$; для роботи середньої важкості $\beta_{int} = 1,07$; для важкої роботи $\beta_{int} = 1,15$;

$\beta_{од}$ – коефіцієнт, який враховує теплозахисні властивості одягу: для легкого одягу $\beta_{од} = 1$; для звичайного одягу $\beta_{од} = 0,65$; для утепленого одягу $\beta_{од} = 0,4$;

v_e – швидкість повітря в приміщенні: для житлових та адміністративних приміщень $v_e = 0,15$ м/с.

t_{II} – температура приміщення, °С.

η – коефіцієнт, який враховує час знаходження людей в приміщенні,

(для обстежуваної будівлі $\eta = \frac{T_{роб}}{T} = \frac{13}{24} = 0,54$), де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, T – загальна кількість годин в добі. Теплонадходження від працюючого електроустаткування, $Q_{ел}$ (Вт) [30]:

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \quad (3.4)$$

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

k_{II} – коефіцієнт завантаження (за умовами завдання $k_{II} = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{13 \cdot 30}{24 \cdot 60} = 0,27$), де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, $t_{роб}$ – час роботи електроустаткування протягом години, T – загальна кількість годин в добі, t – загальна кількість хвилин у годині.

η – 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 $k_c = 0,35$).

Теплонадходження від джерел освітлення, $Q_{осв}$ (Вт) [30]:

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_{з}, \quad (3.5)$$

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

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення – $k_{осв} = 0,95$; люмінесцентні лампи – $k_{осв} = 0,4$);

$k_{з}$ – коефіцієнт завантаження освітлення, $k_{з} = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 0,17$, де

$T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, $t_{роб}$ – час роботи джерел освітлення протягом години, T – загальна кількість годин в добі, t – загальна кількість хвилин у годині.

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

Теплонадходження від сонячної радіації, $Q_{рад}$ (Вт): розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться [30]:

$$Q_{рад} = q_c \cdot F_c \cdot k_{в.п} + q_T \cdot F_T \cdot k_{в.п}, \quad (3.6)$$

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м^2 скла, освітленого сонцем і в тіні, $\text{Вт}/\text{м}^2$ ($q_c = 250 \text{ Вт}/\text{м}^2$; $q_T = 100 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 .

$k_{в.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при наполовину затіненому вікні (наприклад напіввідкриті жалюзі) $k_{в.п} = 0,5$;

Теплонадходження від нагрітих поверхонь котла опалення [30]:

$$Q_{\text{III}} = F_{\text{II}} \cdot \alpha_{\text{II}} \cdot (t_{\text{II}} - t_{\text{в}}), \quad (3.7)$$

де F_{II} – площа нагрітої поверхні, м^2 ;

t_{II} – температура нагрітої поверхні, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{в}}$ – температура внутрішнього повітря приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

α_{II} – коефіцієнт тепловіддачі матеріалу нагрітої поверхні, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$,

який визначають додатковим розрахунком і дорівнює:

- для вертикальних нагрітих поверхонь дорівнює:

$$\alpha_{\text{II}} = 1,66 \cdot (t_{\text{II}} - t_{\text{в}})^{0,33}, \quad (3.15)$$

- для горизонтальних нагрітих поверхонь, звернених вгору:

$$\alpha_{\text{II}} = 2,66 \cdot (t_{\text{II}} - t_{\text{в}})^{0,33}, \quad (3.16)$$

- для горизонтальних нагрітих поверхонь, звернених вниз:

$$\alpha_{\text{II}} = 1,66 \cdot (t_{\text{II}} - t_{\text{в}})^{0,33}, \quad (3.8)$$

Сумарні теплонадходження, $Q_{\text{тн}}$ (Вт) [30]:

$$Q_{\text{тн}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ел}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}. \quad (3.9)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі, ΔQ (Вт) [30]:

$$\Delta Q = \Sigma Q_{\text{втр}} - \Sigma Q_{\text{тн}}, \quad (3.10)$$

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

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

Приклад розрахунку теплових надходжень:

Теплонадходження від людей визначимо за формулою (3.3):

$$Q_{\text{л}} = 1,07 \cdot 1 \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{0,15}) \cdot (35 - 18) \cdot 5 \cdot \frac{11}{24} = 318,7 \text{ Вт}.$$

Визначимо теплонадходження від електроустаткування за формулою (3.4):

- від комп'ютерів:

$$Q_{ел1} = 300 \cdot (1 - 0,27 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,35) \cdot 3 = 231,11 \text{Вт}.$$

- від світильників в операційній:

$$Q_{ел2} = 125 \cdot (1 - 0,27 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,35) \cdot 2 = 105,86 \text{Вт}.$$

Розрахунок теплонадходження від джерел освітлення за формулою (3.5):

- від ламп розжарювання:

$$Q_{осв1} = 75 \cdot 0,95 \cdot 23 \cdot 0,17 = 287,6 \text{Вт};$$

$$Q_{осв2} = 60 \cdot 0,95 \cdot 18 \cdot 0,17 = 174,4 \text{Вт}.$$

- від люмінесцентних ламп:

$$Q_{осв3} = 18 \cdot 0,4 \cdot 30 \cdot 0,17 = 36,72 \text{Вт}.$$

Визначимо теплонадходження від нагрітих поверхонь котла опалення за формулою (3.7) та коефіцієнт тепловіддачі матеріалу нагрітої поверхні за формулами (3.8):

$$\alpha_1 = 1,66 \cdot (77 - 18)^{0,33} = 6,375 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП1} = (0,8 \cdot 1,185) \cdot 6,375 \cdot (77 - 18) = 356,57 \text{Вт};$$

$$\alpha_2 = 1,66 \cdot (77 - 18)^{0,33} = 6,375 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП2} = (1,36 \cdot 1,185) \cdot 6,375 \cdot (77 - 18) = 606,16 \text{Вт};$$

$$\alpha_3 = 1,66 \cdot (77 - 18)^{0,33} = 6,375 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП3} = (0,8 \cdot 1,185) \cdot 6,375 \cdot (77 - 18) = 356,57 \text{Вт};$$

$$\alpha_4 = 1,66 \cdot (77 - 18)^{0,33} = 6,375 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП4} = (1,36 \cdot 1,185) \cdot 6,375 \cdot (77 - 18) = 606,16 \text{Вт};$$

$$\alpha_5 = 2,66 \cdot (74 - 18)^{0,33} = 10,04 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП5} = (0,8 \cdot 1,36) \cdot 10,04 \cdot (74 - 18) = 611,72 \text{Вт};$$

$$\alpha_6 = 1,66 \cdot (80 - 18)^{0,33} = 6,48 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}; Q_{НП6} = (0,8 \cdot 1,36) \cdot 6,48 \cdot (80 - 18) = 437,12 \text{Вт}.$$

Сумарні теплонадходження за формулою (3.9):

$$\Sigma Q_{тн} = 318,7 + 231,11 + 105,86 + 278,6 + 174,4 + 36,72 + 2974,3 = 4119,69 \text{Вт}.$$

За формулою (3.10) отримаємо теплову потужність:

$$\Delta Q = 55134,21 - 4119,69 = 51014,52 \text{Вт}.$$

Отримана теплова потужність ΔQ визначається лише за нормативними величинами мінімальних розрахункових температур зовнішнього

Однак для визначення дійсного значення витрати теплоти за весь опалювальний період, необхідно отриману величину теплової потужності звести до середньої величини за середньою температурою зовнішнього повітря за весь опалювальний сезон, кВт·год:

$$Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_{в}^{cp} - t_{cp.on})}{(t_{в}^{cp} - t_{з.p})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \quad (3.11)$$

де ΔQ – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

$t_{в}^{cp}$, $t_{з.p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С.

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

$n_{оп}$ – тривалість опалювального періоду [5].

Проаналізувавши дані про середню зовнішню температуру в м.Суми за опалювальний період 2016-2017 років (рисунок 3.2) та підставивши в формулу (3.11) значення розрахункових за опалювальний період температур, побудуємо графік зміни теплового навантаження залежно від зовнішніх температур (рисунок 3.3) та підрахуємо сумарну кількість спожитої теплової енергії. Рисунки розташовані на сторінці 55.

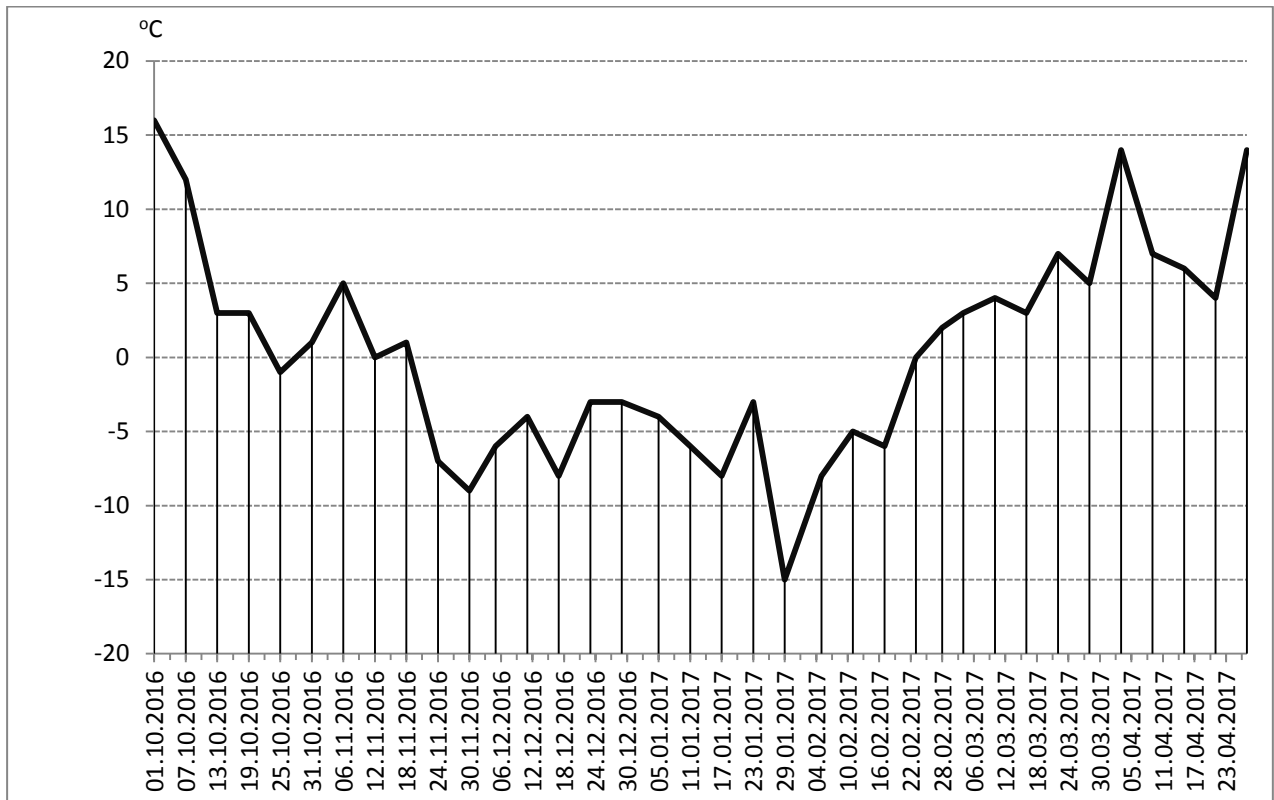


Рисунок 3.2 – Графік зміни температури зовнішнього повітря в м. Суми за опалювальний період 2016-2017 років.

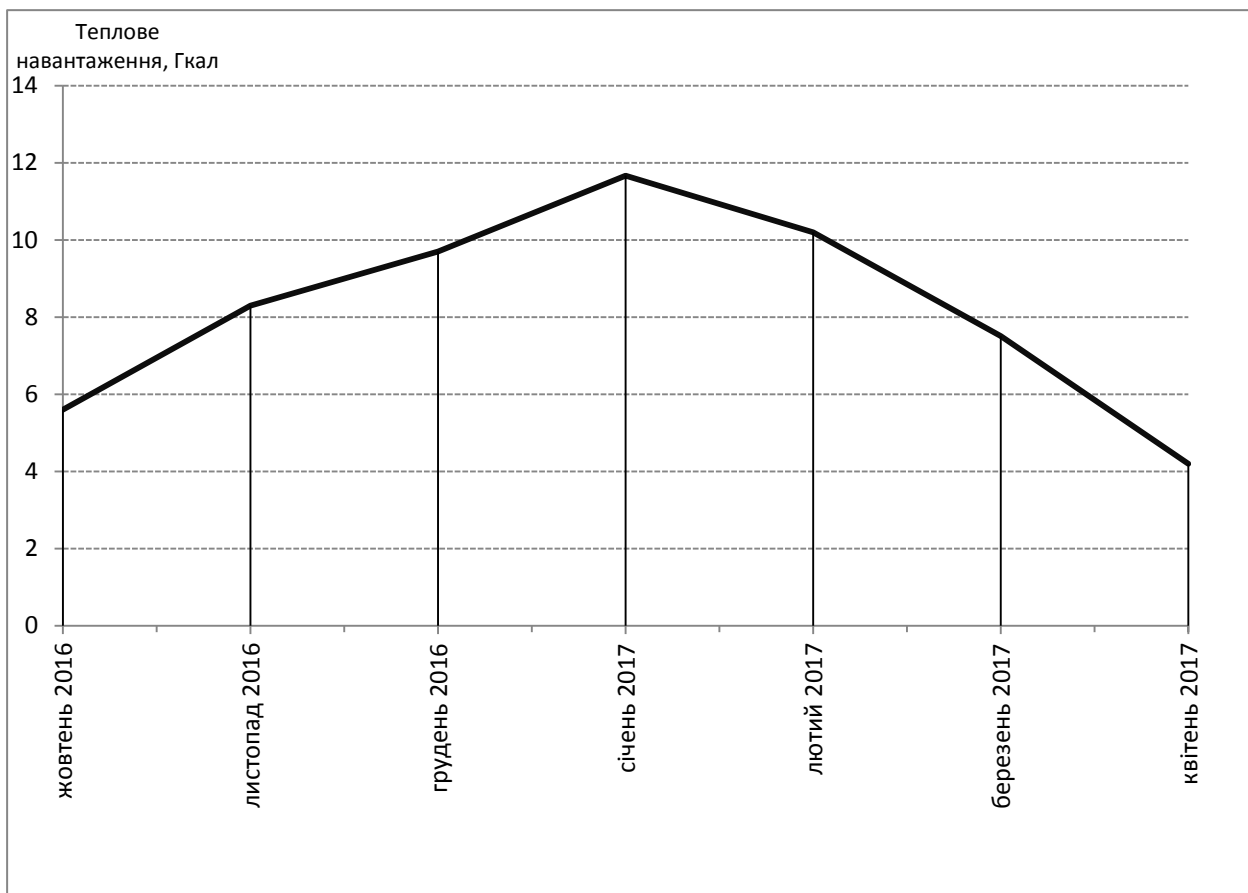


Рисунок 3.3 – Графік зміни теплового навантаження в залежності від зовнішньої температури

Порівняємо значення розрахункової та фактичної спожитої теплової

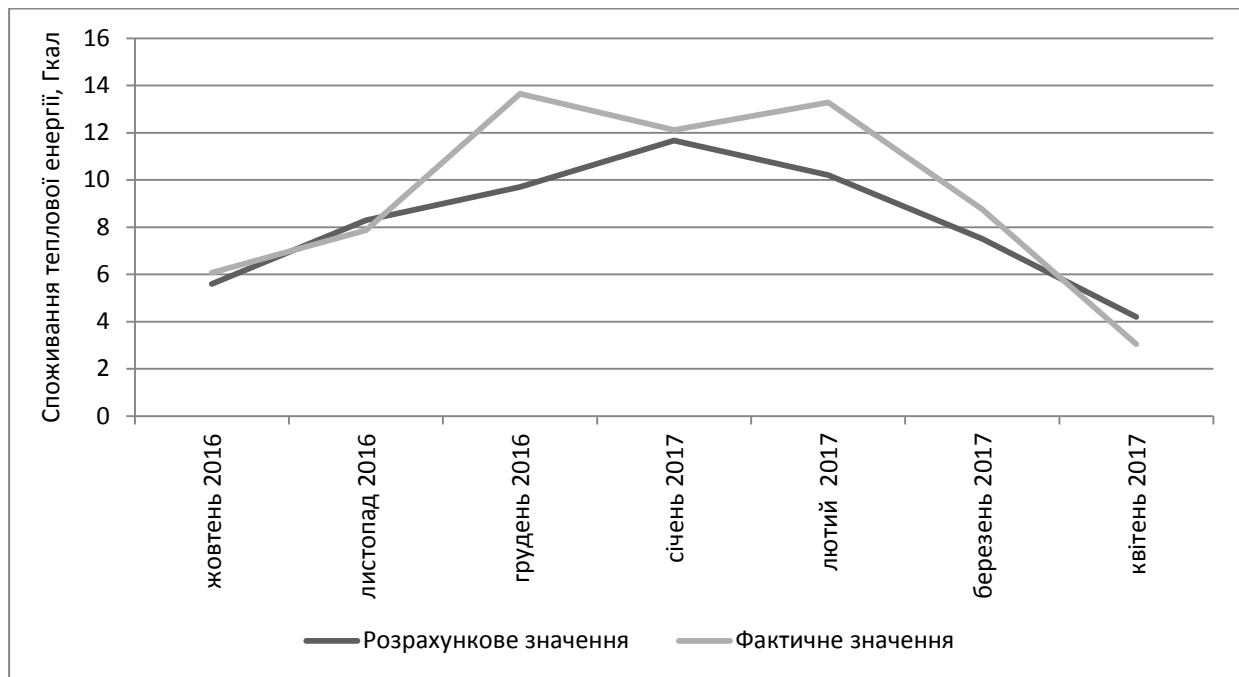


Рисунок 3.4 – Порівняльний графік спожитого фактичного та розрахункового значень теплового навантаження за опалювальний період

Отже, фактично спожита тепла енергія за показами теплового лічильника становить 64,81 Гкал. Знайдемо різницю між фактичною та розрахунковою спожитою тепловою енергією:

$$\delta Q_{оп} = \frac{57,18 - 64,81}{64,81} \cdot 100\% = -11,77\%$$

Можна сказати, що будівля зооветцентру надмірно отоплюється у грудні, січні, лютому та березні та отримує недостатньо тепла у квітні та листопаді. [35]

Висновки за розділом 3:

Проведений аналіз споживання теплової енергії за питомими показниками споживання, порівняння визначених питомих показників фактичного споживання з нормативними показує деяку невідповідність фактичних показників та нормативних.

Виходячи з проведеного аналізу пропонується розробити та запровадити низку організаційних та техніко-економічних заходів у будівлі та її системах енергоспоживання, у тому числі з застосуванням пристроїв та технологій, які дозволяють використати альтернативні джерела енергії, накопичувати енергію та раціонально її використовувати і поповнювати у залежності від кліматичної ситуації та поточного графіку вартості генерації.

4 ОСНОВНІ ЗАХОДИ, СПРЯМОВАНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ТА ЕНЕРГІЇ У БУДІВЛІ

4.1 Перелік можливих енергозберігаючих заходів

Запропоновано такі енергозберігаючі заходи:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни);
- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (дах);
- заміна вікон;
- заміна північного вікна сендвіч-панелями.
- запровадження системи моніторингу режимів електроспоживання

4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів

4.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіні)

Поточний стан:

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частина витрат тепла припадає на витрати через огорожувальні конструкції будівлі. Оскільки стіни складають значну площу огорожуючи конструкцій, то саме через них проходить велика частка теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію. [35]

Опис можливостей з енергозбереження:

Необхідно накласти теплоізоляцію ззовні, оскільки такий спосіб має ряд переваг: утеплюється вся поверхня стіни, включаючи вузли прилягання перекриттів; попереджує передчасне руйнування стін, що може бути викликане коливанням температур та атмосферною вологою; роботи по утепленню не порушують режиму роботи будівлі; не відбувається зменшення корисної площі будівлі.

Впровадження цього енергозберігаючого заходу призведе також в тому числі до покращення мікроклімату у будівлі.

В якості теплоізоляційних матеріалів були запропоновані наступні варіанти:

- Мінеральна вата;
- Пінополіуретан;
- Пінополістирол;

Для того щоб обрати, який з матеріалів краще використати для утеплення будівлі проведемо розрахунки та визначимо актуальність цих матеріалів.

Загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій, що підлягає утепленню, становить 449,3 м². Значення розрахункових теплофізичних характеристик матеріалів стін та теплоізоляції наведено в табл. 4.1 на сторінці 60. [35]

Таблиця 4.1 – Значення розрахункових характеристик матеріалів

№ п\п	Найменування	Матеріал шару	Товщина шару, δ , м	Теплопровідність, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	
1	Стіни	1	Повнотіла силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	0,43	0,81
			Цементно-піщана штукатурка	0,01	0,81
		2	Газоблоки на цементно-піщаному розчині	0,43	0,51
			Цементно-піщана штукатурка	0,01	0,81
2	Теплоізоляційні матеріали	3	Плити мінеральної вати	0,099	0,038
			Пінополіуретан	0,078	0,03
			Плити пінополістерольні	0,11	0,042

Розрахункове значення опору теплопередачі багат шарової огорожувальної конструкції визначається за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma PP} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}. \quad (1.2)$$

Значення опору теплопередачі багатошарової конструкції стіни будівлі зооветцентру без ізоляційного матеріалу:

- для цегляної стіни: $R_{\Sigma PP}^{CT_{цегл}} = 0,701 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$;

- для стіни, що виконана з газоблоків: $R_{\Sigma PP}^{CT_{г.б-ки}} = 0,997 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$.

Встановимо необхідну товщину для різних видів утеплювачів:

1) для мінеральної вати;

2) для пінополіуретану;

3) для пінополістиролу;

Обрахувати цю величину можна за формулою (4.1):

$$\delta_{yt} = [R_{q\min} - R_{\Sigma PP}] \cdot \lambda_{yt}, m. \quad (4.1)$$

Для обстежуваної будівлі товщина теплоізоляції різними видами утеплювача буде становити за формулою (4.1):

$$\delta_{\min. в-та} = [3,3 - 0,701] \cdot 0,038 = 0,099m = 99mm,$$

$$\delta_{n-тан} = [3,3 - 0,701] \cdot 0,03 = 0,078m = 78mm,$$

$$\delta_{n-рол} = [3,3 - 0,701] \cdot 0,042 = 0,11m = 11mm.$$

Товщину ізоляції обрано за найнижчим показником опору теплопередачі стіни через проблематичність комбінованого утеплення, тому що фрагменти конструкцій з газоблоків розташовані врізнобій і на одній стіні можуть бути один або декілька фрагментів конструкцій з газоблоків або відсутні взагалі. Це ускладнює розрахунок і монтаж утеплення.

Втрати теплової енергії через стіни після впровадження заходу за формулою (1.4):

$$Q_{cm}^2 = \frac{449,3}{3,3} \cdot (18 - (-22)) = 5446 Bm.$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін розрахуємо за формулою (4.2) [28]:

$$\Delta Q = \Delta Q^1 - \Delta Q^2, \quad (4.2)$$

$$\Delta Q_{cm} = 24387,4 - 5446 = 18941,4 Bm.$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу розраховується за формулою (4.3) [28]:

$$Q_{cm}^{Ek.pik} = \Delta Q_{cm} \cdot \frac{(t_s - t_{cp.on})}{(t_s - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} \quad (4.3)$$

$$Q_{cm}^{Ek.pik} = 18941,4 \cdot \frac{(18 - (-2,5))}{(18 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 43567,11 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складає:

$$43567,11 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 37,46 \text{ Гкал} / \text{рік};$$

$$37,46 \text{ Гкал} / \text{рік} \cdot 1321,64 \text{ грн} / \text{Гкал} = 49508,63 \text{ грн} = 49,51 \text{ тис. грн.}$$

4.2.1.1 Утеплення стін плитами із мінеральної вати

Оберемо плити з мінеральної вати «Профітеп» виробника Kauf [15].

Розміри однієї плити: довжина = 1230мм, ширина = 610мм, товщина = 100мм. У одній упаковці знаходяться 8 шт плит.

Вартість однієї упаковки становить 405 грн. Термін служби матеріалу 20 років.

Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, що підлягає утепленню, становить 449,3 м².

Вартість робіт з монтажу 1 м² складає 100 грн.

Також до вартості придбання теплоізоляційного матеріалу (плит з мінеральної вати) потрібно додати вартість усіх супутніх допоміжних матеріалів, вартість та витрата яких наведена далі:

- ґрунтовка «Ceresit СТ-17» [8]. Розрахована ціна за 1 м²=2,17 грн;

- клей Kreisel Lepstryl W230 [9]. 25 грн за 1 м²;

- дюбель – зонт фасадний Wknet-met 10x180 [10]. 21 грн за 1 м²;

- сітка фасадна лугостійка «ССШ-160» [11]. 6,96 грн за 1 м²;

- клей для армування (універсальний) «Ceresit СТ-16» [12]. 17,77 грн за 1 м²;

- ґрунтуюча фарба «Ceresit СТ-16» [13]. 4,87 грн за м²;

- штукатурка декоративна, мінеральна, «коройд» «Ceresit СТ-35» [14]. 15,11 грн за 1 м².

Загалом вартість заходу з урахуванням усіх пунктів складає за формулою (4.4) [29]:

$$C_{ВПРОВ} = F_{СТ} \cdot (C_{ТОВ} + C_{РОБ}) \quad (4.4)$$

$$C_{ВПРОВ} = 1170362 \text{ рн} = 117,04 \text{ тис. грн.},$$

де: мінеральна вата – 75 пакунків по 8 плит сумарною вартістю 30375 грн, ґрунтівка – 18 каністр сумарною вартістю 974,98 грн, клей – 90 мішків сумарною вартістю 11232,5 грн, дюбель-зонт – 12 пачок по 200 шт гвіздків у кожній сумарною вартістю 9435,3 грн, сітка армована – 9 рулонів сумарною вартістю 3127,13 грн, клей для армування – 108 мішків сумарною вартістю 7984,1 грн, ґрунтуюча фарба – 36 відер сумарною вартістю 2188,1 грн, декоративна штукатурка – 58 мішків сумарною вартістю 6788,9 грн, та роботи з монтажу сумарною вартістю 44930 грн.

Визначимо рентабельність з прибутку за формулою (4.5) [29]:

$$R_p = \sum_{t=1}^T \Pi_t / \sum_{t=1}^T (B_t + K_t) = 49,51 / 117,04 = 0,42. \quad (4.5)$$

де: Π – прибуток, грн.;

B – поточні витрати, грн.;

K – капітальні витрати, грн.;

T – останній рік розрахункового періоду, грн.;

t – поточний рік у розрахунковому періоду, грн.;

Термін окупності визначимо за формулою (4.6) [29]:

$$T_{OK} = K \cdot (1 + E)^t / \sum_{t=1}^T (D_t - B_t), \quad (4.6)$$

де: E – ставка дисконтування, частка од.;

D – дохід, грн.

Розрахуємо показник чистої приведеної вартості використовуючи формулу (4.6) [29]:

$$NVP = -C_0 + \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}, \quad (4.7)$$

де: C_0 - величини інвестиції, грош. од.;

C_n – грошовий потік, грош.од.;

r – ставка відсотка, %, n – кількість років.

Якщо $NVP > 0$, то проект є вигідним, якщо $NVP < 0$, то – невигідним.

Отримані значення показника чистої приведеної вартості заносимо в таблицю 4.2 (див. стр. 66).

Таблиця 4.2 – Значення показника чистої приведеної вартості

Рік	Витрата, грн	Грошовий потік, Сп, грн	Чистий дисконтований потік, грн
0	49508	-	-
1		117036	93628,8
2		117036	74903,04
3		117036	59922,432
4		117036	47937,9456
5		117036	38350,35648
6		117036	30680,28518
7		117036	24544,22815
8		117036	19635,38252
9		117036	15708,30601
10		117036	12566,64481
11		117036	10053,31585
12		117036	8042,652679
13		117036	6434,122143
14		117036	5147,297715
15		117036	4117,838172
16		117036	3294,270537
17		117036	2635,41643
18		117036	2108,333144
19		117036	1686,666515
20		117036	1349,333212

Ставка дисконтування	25%
NPV	413238,67

4.2.1.2 Утеплення стін пінополіуретаном

Обрано для утеплення піну поліуретанову для розпилення фірми POLYNOR [16].

Технічні показники піни надано в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Характеристики піни POLYNOR

Основа	Поліуретановий преполімер
Механізм цементації	Полімеризація від вологи у повітрі
Швидкість цементації	Приблизно 1 година
Відносна площа напилення 1 балону	1-3 м ² відповідно при товщині шару 15-60 мм.
Відносна витрата	1,5 балонів на 1 м ² при товщині шару 80 мм.
Термостійкість	-80 °С до +115 °С
Коефіцієнт теплопровідності	0,03 Вт/(м*К)
Термін служби матеріалу	20 років

Опис заходу

Утеплення стін напилюванням пінополіуретану ззовні – доволі нетрадиційний захід, але має свої переваги та особливості, а саме:

- Балони з піною економічно фасовані;
- Влаштування заходу не передбачає і не потребує монтування каркасу при проведенні зовнішнього утеплення, що також впливає на витрати та капітальність робіт з кращого боку;

- Підвищений показник адгезії (прилипання) до більшості будівельних матеріалів у порівнянні з іншими пінами;
- Поверхню утеплювача після затвердіння можливо фарбувати без додаткової обробки;
- Матеріал у рідкому стані після нанесення можна вирівнювати, а після цементації – фарбувати або оброблювати речовинами для підвищення вогнестійкості. Це відкидає потребу у додаткових роботах з покращення естетичної складової при зовнішньому утепленні.

Опис технології утеплення

Насамперед потрібно очистити оброблювані поверхні від пилу, бруду та вологи. Підготувати балони з утеплювачем: підігріти балони до температури від $+18^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$, встановити спеціальну насадку з розпилювачами що передбачені в комплекті, збовтати балон. При напilenні курок натискати до упору, товщина напилюемого шару збільшиться на 20% у об'ємі через 20 хвилин, тому напилювати обережно з урахуванням розширення. При необхідності наступний шар напилювати через 20 хвилин після нанесення попереднього шару утеплювача. Рекомендовано розпорошувати суміш з балону на відстані від 300 мм до 450 мм від оброблюваної поверхні, під час робіт балон час від часу збовтують. Один шар утеплення має бути не більше 80 мм в товщину. [35]

Для утеплення будівлі з площею стін $449,3 \text{ м}^2$ при витраті 1,5 балонів на 1 м^2 необхідного з розрахунків шару 80 мм буде витрачено 674 балонів сумарною вартістю 195,5 тис. грн., вартість робіт з утеплення дорівнює 150 грн за 1 м^2 .

Визначимо загальну вартість заходу за формулою (4.4) :

$$C_{\text{ВПРОВ}} = 262900 \text{ грн} = 262,9 \text{ тис. грн.}$$

Визначимо рентабельність з прибутку за формулою (4.5) :

$$R_p = 49,51 / 262,9 = 0,19$$

Простий термін окупності за формулою (4.6) :

$$T_{\text{ок}} = 262,9 \cdot (1 + 0,25) / 49,51 = 6,64 \text{ років.}$$

Розахуємо показник чистої приведеної вартості. Отримані значення показника заносимо до таблиці 4.4 (див стр.69) [35]

Таблиця 4.4 – Значення показника чистої приведеної вартості

Рік	Витрата, грн	Грошовий потік, Сп, грн	Чистий дисконтований потік, грн
0	49508	-	-
1		262900	210320
2		262900	168256
3		262900	134604,8
4		262900	107683,84
5		262900	86147,072
6		262900	68917,6576
7		262900	55134,12608
8		262900	44107,30086
9		262900	35285,84069
10		262900	28228,67255
11		262900	22582,93804
12		262900	18066,35043
13		262900	14453,08035
14		262900	11562,46428
15		262900	9249,971422
16		262900	7399,977138
17		262900	5919,98171
18		262900	4735,985368
19		262900	3788,788295
20		262900	3031,030636

Ставка дисконтування	25%
NPV	989967,88

4.2.1.3 Утеплення стін .плитами з пінополістиролу

Для утеплення було обрано плити пінополістирольні ПСБ-С-35 фірми Nevelir [17]. Розміри плит: Довжина = 1000мм, висота = 1000мм, товщина = 100 мм. Вартість однієї плити – 109 грн, вартість монтажних робіт – 120 грн за 1 м². Також для утеплення стін пінополістиролом потрібно урахувати вартість усіх матеріалів для проведення робіт, а саме:

- Клей стиропоровий [18] – 53 грн за 1 кг, для утеплення потрібно витратити 224,7 кг, що у грошовому еквіваленті дорівнює 11925 грн (225 відер по 1 кг кожне) (витрата – 500гр. на 1 м², площа до утеплення 449,3 м²);

- Плити піно полістирольні [17] – 109 грн за 1 м² матеріалу, потрібно 450 плит загальною вартістю 49050 грн;

- Дюбелі [10] – Потрібні дюбелі мають витрату 5 шт на 1 м², в одній пачці 200 шт, потрібно 12 пачок сумарною вартістю 9435 грн;

- Армувальна скло сітка [11] – 50 м² у рулоні, для проведення робіт потрібно 9 рулонів сумарною вартістю 3127,13 грн;

- Клей для армування [12] – 1 мішка достатньо для обробки 5 м² поверхні. У одному мішку 25 кг суміши, отже потрібно придбати 90 мішків суміши сумарною вартістю 16200 грн;

- Штукатурка під фарбування [14] – у мішку 25 кг суміши, на 1 м² потрібно нанести 3,2 кг суміши, розрахована кількість мішків – 58 штук сумарною вартістю 6788,9 грн;

- Роботи будівельників – 120 грн за 1 м² утеплення, до сплати за послуги 53916 грн.

Загалом вартість заходу становить за формулою (4.4) :

$$C_{\text{ВІРОВА}} = 204358,03 \text{ грн} = 204,36 \text{ тис. грн.}$$

Визначимо рентабельність з прибутку за формулою (4.5) :

$$R_p = 49,51 / 204,36 = 0,24$$

Простий термін окупності за формулою (4.6) :

$$T_{\text{ОК}} = 204,36 \cdot (1 + 0,25) / 49,51 = 5,16 \text{ років.}$$

Термін служби матеріалу 20 років. Розрахуємо показник чистої приведеної вартості. Отримані значення показника заносимо в таблицю 4.5 на сторінці 72.

Таблиця 4.5 – Значення показника чистої приведеної вартості

Рік	Витрата, грн	Грошовий потік, Сп, грн	Чистий дисконтований потік, грн
0	49508	-	-
1		204358,03	163486,424
2		204358,03	130789,1392
3		204358,03	104631,3114
4		204358,03	83705,04909
5		204358,03	66964,03927
6		204358,03	53571,23142
7		204358,03	42856,98513
8		204358,03	34285,58811
9		204358,03	27428,47049
10		204358,03	21942,77639
11		204358,03	17554,22111
12		204358,03	14043,37689
13		204358,03	11234,70151
14		204358,03	8987,761209
15		204358,03	7190,208967
16		204358,03	5752,167173
17		204358,03	4601,733739
18		204358,03	3681,386991
19		204358,03	2945,109593
20		204358,03	2356,087674

Ставка дисконтування	25%
NPV	758499,77

Висновок:

Було порівняно три заходи зі зменшення втрат теплової енергії. Утеплення стін пінополіуретаном з найвищим показником серед двох інших запропонованих заходів виявилось найкращим з економічної точки зору, тому рекомендовано провести утеплення саме цим матеріалом.[35]

4.2.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (дах)

Поточний стан

Аналіз балансу теплової енергії показує, що суттєва частка витрат тепла припадає на витрати через такі огорожувальні конструкції будівлі, як дах, тому додаткове утеплення даху спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії взагалі по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту енергію. [35]

Опис можливостей з енергозбереження

Необхідно накласти теплову ізоляцію ззовні, оскільки такий спосіб має ряд переваг:

- утеплюється вся поверхня даху, включаючи вузли прилягання перекриттів;
- попереджує передчасне руйнування даху, що може бути викликане коливанням температур та атмосферними опадами;
- не впливає на робочий режим та процес закладу.

Для утеплення даху будівлі пропонується піноізол. Теплопровідність такого матеріалу складає $\lambda = 0,04$ Вт/(м*К).

Визначимо товщину теплоізоляційного шару для утеплення даху за формулою (4.1):

$$\delta_{\text{VT}} = [4,95 - 1,551] \cdot 0,04 = 136 \text{ мм} = 0,136 \text{ м}.$$

Величина площі даху, що необхідно утеплювати, складає $362,75 \text{ м}^2$.

Втрати теплової енергії через дах до впровадження заходу склали по формулі (3.3) загалом по будівлі $Q_o^1 = 8355,89 \text{ Вт}$.

Втрати теплової енергії після впровадження заходу згідно формули (3.4) :

$$Q_o^2 = \frac{362,75}{4,95} + (18 - (-22)) = 113,28 \text{ Вт}.$$

Економія витрат теплоти після утеплення даху згідно формули (4.2) :

$$\Delta Q = 8355,89 - 113,28 = 8242,61 = 8,24 \text{ кВт}.$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу за формулою (4.3):

$$Q_o^{Ek.pik} = 8242,61 \cdot \frac{(18 - (-2,5))}{(18 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 18958,83 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складає:
 $18958,83 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 16,3 \text{ Гкал} / \text{рік}, \quad 16,3 \text{ Гкал} / \text{рік} \cdot 1321,64 \text{ грн} / \text{Гкал} = 21542,73 \text{ грн}.$

Витрати на введення в експлуатацію

До вартості придбання теплоізоляційного матеріалу входить і вартість всіх супутніх допоміжних матеріалів, вартість яких наведено у таблиці 4.6 (сторінка 74) з розрахунком на 1 м^2 .

Таблиця 4.6 – Ціна і витрата матеріалів на утеплення даху

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за 1 м ² , грн
Піноізол	м ³	0,13	45
Плита поліпропіленова	кг	2,76	129,17
Цементно-піщана суміш	кг	10	14,4
Робота будівельників	м ²	450	60
Всього			248,57

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу за формулою (4.8):

$$K = K_{осн} + K_{супут} \quad (4.8)$$

$$K = 111628,5 \text{ грн} = 111,63 \text{ тис. грн.}$$

Визначимо простий термін окупності за формулою (4.6):

$$T_{ок} = \frac{111628,5}{21542,73} = 5,2 \text{ роки.}$$

4.2.3 Заміна вікон

Поточний стан:

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частка витрат тепла припадає на витрати через такі огорожувальні конструкції будівлі, як вікна.

Тому заміна застарілих віконних конструкцій на нові більш енергозберігаючі здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Опис можливостей з енергозбереження:

Необхідно повністю демонтувати старі дерев'яні вікна та змонтувати нові металопластикові вікна з 2-камерними енергозберігаючими склопакетами.

4.2.3.1 Заміна дерев'яних вікон на нові металопластикові
Тепловтрати крізь віконний отвір дерев'яних вікон до впровадження заходу $\Delta Q_{\text{вкн}} = 1700 \text{Вт} = 1,7 \text{кВт}$. Площа $F_{\text{вкн}}$ складає $10,2 \text{ м}^2$.

Тепловтрати крізь віконний отвір після впровадження заходу складуть за формулою (1.4):

$$\Delta Q_{\text{вкн}}^2 = \frac{10,2}{0,84} \cdot (18 - (-22)) = 485,7 \text{Вт} = 0,486 \text{кВт}.$$

Економія теплоти після заміни вікон за формулою (4.2):

$$\Delta Q_{\text{вкн}} = \Delta Q_{\text{вкн}}^1 - \Delta Q_{\text{вкн}}^2 = 1700 - 485,7 = 1214,3 \text{Вт} = 1,21 \text{кВт}.$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу за формулою (4.3):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{Ек.рік}} = 1214,3 \cdot \frac{(18 - (-2,5))}{(18 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 2793011,43 \text{Вт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 2793 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складає:

$$2793 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 2,4 \text{Гкал} / \text{рік}, \quad 2,4 \text{Гкал} / \text{рік} \cdot 1321 \text{грн} / \text{Гкал} = 3170,4 \text{грн}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

Вартість придбання нових вікон зазначено в таблиці 4.7 на сторінці 77 [20]. У вартість конструкції входить доставка, демонтаж старих вікон і монтаж нових металопластикових вікон. Виклик спеціаліста по замірам безкоштовно.

Таблиця 4.7 – Вартість віконних конструкцій

Конструкція та розмір вікна	Кількість однотипних вікон, шт.	Вартість за 1 вікно, грн.	Загальна вартість, грн.
1700x800 4s-16Ar-4-14Ar-4i TROCAL 76-AD - MACO	2	4188,76	8377,52
1700x1100 4i-14Ar-4-14Ar-4i TROCAL 76-AD WINKHAUS	4	4116,85	16467,4
До сплати			24844,92

Визначимо простий термін окупності за формулою (4.6):

$$T_{ок} = \frac{24844,92}{3170,4} = 7,8 \text{ років.}$$

4.2.3.2 Заміна застарілих пластикових вікон на нові енергозберігаючі

Тепловтрати крізь старі вікна до впровадження заходу становили $\Delta Q_{\text{вкн}} = 11735,29 \text{ Вт} = 11,74 \text{ кВт}$.

Тепловтрати крізь вікна після впровадження заходу складуть за формулою (3.4):

$$\Delta Q_{\text{вкн}} = \frac{63,75}{0,75} \cdot (18 - (-22)) = 3400 \text{ Вт} = 3,4 \text{ кВт}.$$

Економія теплової енергії після заміни вікон за формулою (4.2):

$$\Delta Q_{\text{вкн}} = 11735,29 - 3400 = 8335,29 \text{ Вт} = 8,34 \text{ кВт}.$$

Річна економія після впровадження заходу складає згідно формули (4.3):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{ен.рік}} = 8335,29 \cdot \frac{(18 - (-2,5))}{(18 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 19172000,5 \text{Вт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 19172 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складає:
 $19172 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 16,482 \text{Гкал} / \text{рік}, \quad 16,482 \text{Гкал} / \text{рік} \cdot 1321,64 \text{грн} / \text{Гкал} = 21783,3 \text{грн}.$

Витрати на введення в експлуатацію

Для проведення заходу потрібно придбати 25 вікон розмірами 1700x1500

з показником $R \geq 0,75$.

Були обрані вікна TROCAL 76AD – MACO від ЕНФОЛД [20].
 Характеристики вікон наведено у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Характеристика вікон TROCAL 76AD – MACO

Формула склопакету	4s-10Ar-4-10Ar-4i
Профіль	TROCAL 76AD
Кількість камер	2
Заповнення камер	аргон
Матеріал профілю	ПВХ

Вартість одного вікна складає 6982,35 грн включно з роботами будівельників, демонтажем старих вікон та матеріалів для проведення заходу.

Витрати на введення у експлуатацію

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу за формулою (4.8) складає 174558,75 грн.

Визначимо за формулою (4.6) простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{174558,75}{21783,3} = 8,01 \text{років}.$$

4.2.3 Заміна північного вікна сендвіч-панелями

Поточний стан:

За результатами тепловізійного обстеження та подальших розрахунків тепловтрат будівлі ветцентру було встановлено, що значні тепловтрати відбуваються крізь недоцільно велику площу вікон, які розташовані на північному боці будівлі (чотири великих вікна, розмірами 2500x3600 мм). Треба зазначити, що на цю північну сторону будівлі ніколи не потрапляє сонячна енергія, і вона знаходиться постійно під тінню від сусідніх багатопверхових будівель. Додатково, весь цей фасад закритий рекламним банером. Таким чином, ніякої користі від них немає.

Через неможливість демонтажу цих вікон і зведення на їх місці стіни через особливість конструкції будівлі та через порушення робочого графіку будівлі через будівельні роботи було прийнято рішення монтажу сендвіч-панелей по усій площині вікон.

Опис можливостей з енергозбереження:

Для проведення енергоефективних заходів потрібні сендвіч-панелі з приведеним опором теплопередачі не менше ніж $R = 3 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$.

Було обрано стінові сендвіч-панелі з наповненням мінеральною ватою товщиною 120 мм вкриті шаром оцинкованої сталі з полімерним покриттям від виробника Промстан вартістю 847 грн за 1 м² [21].

Монтаж і матеріали для монтажу включено до вартості панелей, вартість робіт з монтажу – 200 грн за 1 м².

Тепловтрати крізь оброблену ділянку складуть згідно формули (3.4):

$$R_{дл} = \frac{36}{3,5} \cdot (18 - (-22)) = 411,43 Вт = 0,411 кВт.$$

Економія витрат теплоти після проведення енергозберігаючих заходів складають за формулою (4.2):

$$\Delta Q_{дл} = 4235,3 - 411,43 = 3823,57 Вт = 3,82 кВт.$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу за формулою (4.3):

$$Q_{\text{дл}}^{\text{ек}} = 3823,57 \cdot \frac{(18 - (-2,5))}{(18 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 8794593,36 \text{Вт} = 8794,59 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складає:
 $8794,59 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 7,562 \text{Гкал} / \text{рік}, \quad 7,562 \text{Гкал} / \text{рік} \cdot 1321,64 \text{грн} / \text{Гкал} = 9994,24 \text{грн}.$

Витрати на введення у експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума витрат на впровадження $K = 37692 \text{грн}.$

Визначимо простий термін окупності за формулою (4.6):

$$T_{\text{ок}} = \frac{37692}{8794,59} = 4,29 \text{роки}.$$

4.2.4 Запровадження системи моніторингу режимів електроспоживання

АСКОЕ вже декілька десятиліть знаходять застосування від підприємств до бюджетних організацій для організації та автоматизації обліку електричної енергії. Перші інформаційновимірювальні системи були розроблені в СРСР у 70-х роках минулого сторіччя. У більшості випадків, і на даний час також, впроваджені АСКОЕ використовуються у якості так званих AMR (Automated Meter Reading) – дистанційний збір даних із лічильників електричної енергії. Інформація із первинної бази даних лічильника через цифрові інтерфейси зчитується і передається в центри їх обробки для аналізу і формуванню рахунків за поставлену/спожиту електричну енергію. Тобто, впровадження АСКОЕ значно скорочує строки збору даних, підвищує їх достовірність та дозволяє автоматизувати процес розрахунків за поставлену/спожиту електричну енергію. Враховуючи стрімке вдосконалення як технічних засобів, так і математичних методів які можуть бути застосовані для вирішення [34] питань підвищення енергоефективності, постає необхідність перетворення (на першому етапі) системи типу AMR в систему AMI (Advanced Metering Infrastructure) – розвинену інформаційну структуру, тобто вимірювально-інформаційну структуру, яка здібна не тільки збирати дані із лічильників електричної енергії, а і їх аналізувати. Це дозволить (на другому етапі) впровадити повновісну, інформаційну одиницю, як складову загальної системи Smart Grid, систему АММ (Advanced Meter Management – система інтелектуальних вимірювань).

Інформація в АСКОЕ відображається у вигляді мнемосхем, таблиць, графіків і діаграм. Від зручності роботи операторів автоматизованих робочих місць АСКОЕ залежить ефективність використання даних АСКОЕ, оперативність і правильне управління енергоспоживанням.[34]

В даний час існує основна мета використання АСКОЕ: зменшення витрат електроенергії та зменшення розміру оплати за електроенергію. Зменшення витрат електроенергії та розміру оплати за електроенергію здійснюється шляхом використання таких заходів:

1. Розрахунок за спожиту електроенергію при наявності економічного ефекту за тарифами, диференційованими за періодами часу.

2. Контроль витрат електроенергії.

Розрахунок у режимі реального часу або за запитом витрат електроенергії в елементах електричної мережі.

Інструментальна підтримка процесів впровадження та супроводу енергозберігаючих заходів та технологій, в т.ч. енергетичного аудиту, а також реалізації керуючих впливів в рамках впровадження систем енергетичного менеджменту та енергетичного моніторингу.

4.2.5 Встановлення сонячного колектору

У будівлі зооветцентру відсутнє централізоване постачання гарячої води для побутового використання. Підігрів холодної води здійснюється за допомогою бойлера, що розташований у кімнаті побуту на другому поверсі.

Відмова від використання бойлеру на користь сонячного колектору є не терміною, але тим не менш необхідною мірою в зв'язку з тим, що бойлер потребує електричної енергії для функціонування, у той час коли впровадження даного заходу не лише зменшить рахунок за електропостачання, а ще й розвантажить електричну мережу.

Сонячні колектори бувають багатьох видів. Їх можна поділити на відкриті та закриті, плоскі та сферичні за конструкційними ознаками та інші.

Відкритий сонячний колектор являє собою незахищену від зовнішніх

впливів систему трубок, по яким циркулює нагрітий сонцем теплоносієм. У якості теплоносія застосовують воду, різні гази, повітря, антифриз. Трубки можуть бути прикріплені на конструкції у вигляді змієвика або приєднуються паралельними рядами до вихідного патрубку. Зазвичай у відкритих колекторів відсутня ізоляція, конструкція досить примітивна і коштують вони дешево.

Трубчасті колектори збирають з окремих трубок, по яким курсує вода, газ або пара. Це одна з видів геліосистеми відкритого типу. Однак теплоносієм краще захищений від зовнішніх факторів.

Кожна трубка під'єднується до системи окремо, паралельно одна до одної.

За конструктивною ознакою трубки бувають пір'яні та коаксильні.

Коаксильна трубка являє собою подобу термосу: виготовлена з двох колб, між якими відкачане повітря. На внутрішній поверхні внутрішньої колби нанесено спеціальне покриття, що ефективно поглинає сонячну енергію, тепла енергія від внутрішнього шару передається трубці або внутрішньому теплообміннику.

Пір'яна трубка являє собою скляний циліндр зі вставленим всередину пір'яним абсорбером. Для кращої теплоізоляції з трубки видалене повітря. Обмін тепла від абсорбера протікає майже без втрат.

За методом передачі тепла колектори поділяють на дві системи: прямооточні та з термотрубкою.

Термотрубка являє собою запаяну ємність з рідиною, що легко випаровується. Всередині термотрубки знаходиться рідина, що під дією температури закипає та у вигляді пари піднімається угору. Після того як тепло передається теплоносієм опалення або гарячого водопостачання, пара конденсується у рідину та стікає вниз. В якості рідини що легко випаровується застосовують воду, що перебуває під дією низького тиску всередині посуду.

В прямооточній системі використовують U-подібну трубку, по якій циркулює вода або теплоносієм системи. Одна половина цієї трубки призначена для холодного теплоносія, друга – для відводу нагрітого.

Під час нагріву теплоносія він розширюється та надходить в накопичувальний бак. Це забезпечує природню циркуляцію.

Прямоточні системи більш ефективні так як відразу нагрівають теплоносії. Якщо системи сонячних колекторів мають працювати увесь рік, то в цих системах може витратитися спеціальний антифриз, та застосування трубчатих сонячних колекторів має ряд переваг та недоліків.

Плаский колектор складається з алюмінієвого каркасу, спеціального поглинаючого шару – абсорбера, прозорого покриття, трубопроводу та утеплювача. В якості абсорбера застосовують зачорнілу листову мідь, що має гарну теплопровідність. При поглинанні сонячної енергії абсорбером відбувається передача отриманої їм сонячної енергії теплоносію, що циркулює з взаємопов'язаною до абсорбера системою трубок.

Найважливішим показником сонячної системи є її ККД. Корисна продуктивність різних за конструкцією сонячних колекторів залежить від різниці температур. При цьому пласкі сонячні колектори значно дешевше трубчастих. При виборі сонячного колектора варто звернути увагу на параметри, які вказують на ефективність та потужність приладу.

Висновок за розділом 4:

Результати проведеного аналізу ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі зооветеринарного центру вказують на необхідність розробки та впровадження низки організаційних та техніко-економічних заходів, які дозволяють підвищити енергоефективність систем енергозабезпечення будівлі, у тому числі з застосуванням пристроїв та технологій, які дозволяють використати альтернативні джерела енергії, накопичувати енергію та раціонально її використовувати і поповнювати у залежності від кліматичної ситуації та поточного графіку вартості генерації.

Виходячи з традиційної схеми впровадження енергозберігаючих заходів, першочерговим вбачається розробка та проведення заходів, які дозволяють збільшити термічний опір огороджуваних конструкцій.

5 РОЗДІЛ 3 ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів що можуть виникати у приміщенні ветеринарної клініки.

Територія лікарні за розмірами та характером місцевості відповідає нормам технологічного проектування об'єктів ветеринарної медицини. Територія та її огороження утримуються у відповідному санітарному та протипожежному стані. Проїзди, пішохідні проходи та під'їзди до будівлі ветеринарної лікарні мають водонепроникне покриття та стоки. Територія охороняється ті освітлюється у нічний час. Виробничі, складські та допоміжні приміщення розміщені з урахуванням відповідних умов безпеки.

Приміщення мають децентралізоване опалення, місцеву примусову вентиляцію, які відповідають СНиП 2.04.05-91 та ДНАО 0.03-3.15-86. Вентиляція забезпечує необхідну кратність обміну повітря та мікрокліматичні умови. Природне та штучне освітлення відповідає вимогам СНиП II-4-79. [35]

Приміщення обладнані водопроводом гарячої та холодної води, каналізацією відповідно до СНиП 2.04.01-85. Умивальники у приміщеннях обладнані змішувачами холодної та гарячої води. Безпосередньо біля кожної раковини встановлені ємкості в яких постійно знаходиться антисептичний розчин для дезінфекції рук, а також господарське й туалетне мило, рушник.

Підлога виконана з гладенької плитки та буртиків вздовж стін, двері у всіх виробничих приміщеннях гладенькі, без виступів. Побутові приміщення обладнуються згідно зі СНиП 2.09.04-87.

При роботі з тваринами необхідно пам'ятати, що вони є переносниками інфекційних та інвазійних хвороб, переважна кількість з яких є спільними і для людини. Тому необхідно дотримуватись правил особистої гігієни: працювати необхідно тільки в халатах та шапочці; Не можна торкатися руками до обличчя та волосся; Після завершення огляду потрібно ретельно вимити руки теплою водою з милом, а за необхідності продезінфікувати їх спиртом.

Кімнату, в якій проводиться прийом тварин, необхідно періодично провітрювати, підлогу протирати водним розчином освітленого хлорного вапна, станки та столи після кожної тварини протирають 1-2%-ним розчином хлораміну, інструменти миють та дезінфікують.

Окрім можливості зараження необхідно пам'ятати, що деяке обладнання, яке наявне у даній ветеринарній клініці, є джерелом іонізуючого випромінювання, та\або працює при великій напрузі, тому необхідно відповідально ставитися до роботи на цьому обладнанні, використовувати усі необхідні засоби особистого захисту дотримуючись правил безпеки і експлуатації згідно інструкцій, слідкувати за справністю цих приладів. [35]

5.2 Розрахунок штучного освітлення робочої кімнати

В існуючих нормах освітлення ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» освітлення у виробничих приміщеннях задається як кількісні характеристики (мінімальна освітленість, допустима яскравість у полі зору), так і якісні (показники осліплення, глибина пульсації освітлення), як важливі для створення нормальних умов праці [9].

Під об'єктом розрізнення розуміють предмет який розглядається, окрема його частина чи дефект, який потрібно розрізняти в процесі роботи [10].

Фон – поверхня, яка прилягає безпосередньо до об'єкту який розрізняється. Фон вважається світлим при коефіцієнті відбиття поверхні > 0.4 , середнім – при коефіцієнті $0.2, -0.4$, темним – при коефіцієнті < 2 [10].

Контраст між об'єктом і фоном характеризується співвідношенням яскравості об'єкту, який розглядається (крапка, лінія, знак і інші елементи) і фону. Контраст між об'єктом і фоном визначається за формулою:

$$K = \frac{(B_a - B_\phi)}{B_\phi} - \text{де } B_a \text{ та } B_\phi - \text{відповідно яскравості об'єкту і фону, кд/м.}$$

Контраст об'єкту розрізнення з фоном вважається великим при $K > 0.5$ (об'єкт і фон різко відрізняються яскравістю), середнім $K = 0.2 - 0.5$ (об'єкт і фон помітно відрізняються яскравістю), малим – при $K < 0.2$ (об'єкт і фон мало відрізняються яскравістю)[10].

Система комбінованого освітлення, як більш економна, має норми освітленості вищі, ніж для загального освітлення. Таким чином, в нормі закладена тенденція підвищення освітлення в усіх випадках, коли її можна підвищити за рахунок підвищення економічності установки.

Для виключення постійного привикання зору через нерівномірне освітлення в приміщенні при системі комбінованого освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не більше 10% освітлення, що нормується [10].

При освітленні виробничих приміщень газорозрядними лампами, які живляться змінним струмом промислової частоти 50 Гц, необхідно обмежити глибину пульсації освітлення. Допустимі коефіцієнти пульсації в залежності від системи освітлення і характеру роботи, що виконується, не повинен перевищувати 10...20% [10].

Проектуючи освітлювальну установку, необхідно наступне:

- Вибрати систему освітлення. При цьому необхідно враховувати, що система комбінованого освітлення економніша, але в гігієнічному відношенні система загального освітлення більш сучасна, так як розподіляє світлову енергію більш рівномірно.

- Визначити нормовану освітленість на робочому місці.

Для цього необхідно знати характер роботи, що виконується.

По мінімальному розміру об'єкта розрізнення, оцінити контраст об'єкта розрізнення, оцінити контраст об'єкта розрізнення з фоном і фон на робочому місці, розрахувати нормовану освітленість.

Для розрахунку штучного освітлення застосовуються три методики: коефіцієнт використання світлового потоку, точковий і питомої пружності [9][10].

Для розрахунку загального рівномірного освітлення при горизонтальній робочій поверхні основним виступає метод коефіцієнта використання світлового потоку [9]. Світловий потік ламп розраховується за формулою (5.1):

$$F = \frac{E * S * K * Z}{N * n * \eta}, \text{ лм}, \quad (5.1)$$

де E – нормована освітленість, лк;
 S – площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;
 Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості, що дорівнює відношенню $E_{\text{ср}}/E_{\text{тт}}$ і його значення зазвичай дорівнює 1.1-1.5.
 K – коефіцієнт запасу, значення якого знаходиться в межах 1.3-1.7.
 N – кількість світильників, шт.
 n – кількість рамп в кожному світильнику, шт.
 η - коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від індексу приміщення, кривої розподілення групи світильника і коефіцієнта відбиття світлового потоку від стелі, стін і робочої поверхні ($\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{ст}}$, та $\rho_{\text{р}}$)

відповідно).

Індекс приміщення розраховується за формулою (5.2):

$$i = \frac{A * B}{h_p(A + B)}, \quad (5.2)$$

де h_p – відстань від світильника до робочої поверхні;
 A, B – відповідно довжина та ширина приміщення, м.
Визначивши світловий потік E підбирають найближчу стандартну лампу за таблицею 3.1 [9].

Таблиця 5.1 – Світлові параметри люмінесцентних ламп (ГОСТ 6825-74)

Тип лампи	Світловий потік, лм.
ЛДЦ 20-4	820
ЛД 20-4	920
ЛБ 20-4	1180
ЛДЦ 30-4	1450
ЛД 30-4	1640
ЛБ 30-4	2100
ЛДЦ 40-4	2100
ЛД 40-4	2340
ЛБ 40-4	3000
ЛДЦ 80-4	3560
ЛД 80-4	4070
ЛБ 80-4	5220

При освітленні виробничих приміщень газорозрядними лампами, які живляться змінним струмом промислової частоти 50 Гц, необхідно обмежити глибину пульсації освітлення. Допустимі коефіцієнти пульсації в залежності від системи освітлення і характеру роботи, що виконується, не повинні перевищувати 10-20% [25].

У таблиці 3.2 наведені з довідкової книги лише частина груп світильників, що часто використовують для проектування електричного освітлення. [25].

Таблиця 5.2 – Розподіл люмінесцентних світильників на групи

Характеристика світильників	Світильники, що відносяться до групи або окремі світильники	Умовний номер групи
Підвісні дифузні світильники для виробничих приміщень: без перфорації і решітки.	ПВЛМ-Д, ЛД, ЛСП 06(05)	1
З перфорацією без решітки	ПВЛМ-ДО, ЛДО, ЛСП 06(13)	2
Без перфорації з решіткою	ПВЛМ-ДР, ЛДР, ЛСП 07	3
З перфорацією і решіткою	ПВЛМ-ДОР, ЛДОР, ЛСП 06(15)	4
Підвісні пиловодозахисні світильники: зі звичайними лампами з розсікаючим склом	ПВЛІ, ПВЛПІ	5
Підвісні вибухозахищені світильники з відбивачем	ННОГД НОДЛ	6
Підвісні світильники розсіяного світла з решіткою	ЛС002 (01; 02; 03)	7
Вбудовані стельові	ЛПО 01 (901.02) ЛПО	8

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБН В.2.5-28:2018 залежно від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкта розрізнення, розряду зорової роботи (I-VIII), системи освітлення, характеристики фону, контрасту об'єкту, розрізнення з фоном [9].

Оцінка природного освітлення на виробництві внаслідок його змін залежно від часу доби, пори року й атмосферних умов проводиться у відносних показниках – за допомогою коефіцієнта природної освітленості КПО. Цей коефіцієнт і прийнято як нормовану величину. Нормовані значення КПО для будинків, що розташовані у перших поясах світлового клімату, визначають за формулою (5.3):

$$e_n^{I,II,III,IV,V} = e_n^{III} m c, \quad (5.3)$$

де e_n^{III} - значення КПО для будинків, розташованих у 3 поясі світлового клімату [9];

m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячного клімату.

На значення КПО впливають розмір і конфігурація приміщення, розміри і розташування світлоприймачів, відбивна здатність внутрішніх приміщень та його затінюючи об'єктів.

Залежно від призначення приміщення і розташування в ньому світло прорізів КПО нормується від 0.1% до 10% [9].

Рівень природного освітлення в приміщеннях може знижуватися внаслідок забруднення зашкленних поверхонь, що зменшує коефіцієнт пропускання, а забруднення стін і стель зменшує коефіцієнт відбиття, тому норми передбачають очищення скла світових отворів не рідше 2 разів на рік у приміщеннях із незначним виділенням пилу, диму та кіптяви і не менше ніж 4 рази на рік при значних забрудненнях. Побілка і фарбування стін і стелі має проводитися не менше 1 разу на рік [9].

Штучне освітлення має створювати достатню освітленість на робочих місцях. Норми передбачають найменшу необхідну освітленість робочих

поверхонь виробничих приміщень E_{\min} , виходячи з умов робочої зони.

Норми носять загальний, міжгалузевий характер. На їх основі з урахуванням зорової роботи розробляється галузева норма для різних видів промисловості (електронної, текстильної, машинобудівної та інш.).

Норми ділять зорові роботи на розряди та під розряди з урахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, значень контрасту об'єкта розрізнення з фоном та характеристику фону. Для робіт розряду I-V норми освітленості встановлюються залежно від системи загального чи комбінованого освітлення. Для інших розрядів (роботи, що не потребує надзвичайної точності) нормується освітленість тільки системи загального освітлення. Норми і якісні характеристики штучного освітлення стосуються установок із газорозрядними джерелами світла, у випадках застосування ламп розжарювання встановлюються знижені значення освітленості [10].

Поряд із нормуванням якісного показника E_{\min} нормуються й якісні показники штучного освітлення [10]:

- показники засліпленості P (від 20% до 60%);
- коефіцієнт пульсації освітленості K_n (від 10% до 20%);
- показники дискомфорту M (тільки для громадських будівель) (від 25% до 90%);

Основним завданням світлотехнічних розрахунків є:

- при природному освітленні – визначити необхідну площу світлових прорізів;
- при штучному освітленні – необхідну кількість світильників електричної освітлювальної установки.

При природному бічному освітленні розраховується необхідна площа світлових прорізів, при верхньому – площа світлових ліхтарів [10].

Для вибраних світлопрорізів дійсні значення КПО в різних точках усередині приміщення розраховуються із використанням графічного методу за ДБН В.2.5-28:2018 методом А.М Данилюка.

Графічний метод проф. А. А. Труханового дає найбільшу точність при розрахунку освітлювальних установок зі спрямованим світлом. Розрахунок

ведеться за допомогою номограми [9] [10].

Безпека і здоров'я у великій мірі залежать від освітленості робочих місць і приміщень. Незадовільне освітлення не тільки стомлює зір, але і викликає стомлення організму в цілому.

Невірно підібране освітлення може бути причиною травматизму: погано освітлені небезпечні зони, сліпучі лампи, різкі тіні погіршують зір або викликають повну втрату зору, орієнтації. Невірна експлуатація освітлювальних установок в пожежонебезпечних цехах може призвести до вибуху, пожежі і нещасних випадків [10].

5.3 Дії працівників під час виникнення пожежі у приміщенні

Пожежна безпека в лікарні ветеринарної клініки забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів відповідно до правил пожежної безпеки в Україні.

Для попередження виникнення пожежі не допускається:

- палити у виробничих приміщеннях;
- залишати папір та інші легкозаймисті матеріали на радіаторах опалення, близько до електропроводів і електроприладів;
- захащувати коридори, переходи, виходи, сходи і доступи до протипожежних засобів шафами, столами та іншими предметами;
- користуватися саморобними, несправними електронагрівальними приладами або аналогічними приладами з відкритою спіраллю;

Особи, винні у порушеннях цих правил, несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність згідно з чинним законодавством.

Порядок дій працівників у разі пожежі

У разі виникнення пожежі або ознак горіння кожен працівник зобов'язаний:

1. негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів

будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

2. Вжити за можливості заходи по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

3. Повідомити про пожежу керівника чи відповідальну компетентну посадову особу та чергового об'єкту;

4. У разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію) використовуючи для цього наявні сили та засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі);
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел; забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

ВИСНОВОК

В результаті виконання даної магістерської роботи отримані результати:

1. Проаналізований поточний енергетичний стан будівлі зооветеринарного центру ТОВ «10 друзів». Проаналізовані фактори, що впливають енергоспоживання методом інструментального обстеження. Загальний стан об'єкту обстеження виявився незадовільним і це є причиною для розробки енергоефективних заходів. Ці заходи мають на меті поліпшити умови праці та зменшити платню за послуги енергозабезпечення.

2. Отримані дані з енергоспоживання, проведений аналіз цих даних та розробка заходів з підвищення енергоефективності будівлі. Основні тепловтрати відбуваються через огорожувальні конструкції, вікна, а підвищене згідно розрахунків споживання ПЕР обумовлюється саме цим фактором: огорожувальні конструкції мають занижений показник термічного опору, внаслідок чого тепло зсередини будівлі не утримується.

3. Результати проведеного аналізу та розрахунку вказали на необхідність впровадження визначених організаційних та техніко-економічних заходів, а саме: утеплення стелі, стін будівлі, заміна вікон старого зразка, заміна непотрібних з точки зору енергоефективності вікон сендвіч-панелями. Також було розглянуто можливість застосування нетрадиційних джерел отримання енергії шляхом встановлення геліостанції.

4. Оцінено вплив заходів на кліматичне та енергетичне становище об'єкту, обрахована доцільність та економічний ефект заходів. Виходячи з розрахунків, річна економія теплової енергії у грошовому еквіваленті має складати 105,99 тисяч гривень. При цьому ці заходи також покращать мікроклімат приміщень і умови праці на даному об'єкті.

5. Надані рекомендації щодо безпеки праці на даному об'єкті, проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори праці ветеринару у центрі ветеринарної медицини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія – Прийнято та надано чинності: Наказ Мінрегіонбуд України від 16.12.2010 р. №511, чинний з 1 листопада 2011р. – 123 с.
- 2 ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – На заміну ДБН В2.6-31:2006. Введ. 01.06.2014 р. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 – 26с.
- 3 СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника. Строительные нормы и правила Российской федерации. – Приняты и введены в действие постановлением Минстроя России от 2 августа 1995 г. № 18-78 в качестве строительных норм и правил Российской федерации взамен СНиП II-4-79. Введ. 01.01.1996 г. – 38 с.
- 4 Норми витрат електричної і теплової енергії для установ і організації бюджетної сфери України – Затверджено наказом Державного комітету України з енергозбереження № 91 від 25.10.1999 р. – Київ, 1999.
- 5 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.
- 6 ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» - К. Мінрегіонбуд України, 2006. - 72 с.
- 7 Google зображення [Електронний ресурс] – Режим доступу -: <http://images.google.com>
- 8 «Ceresit» [Електронний ресурс] – «Ціна на Ceresit СТ 17» – Режим доступу до ресурсу: <http://ceresit.ua>
- 9 «УСІ ЦІНИ» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦЕНА И РАСХОД KREISEL LEPSTYR-W 230» – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: <HTTP://PN.COM.UA/MD/485504>

- 10 «PROM.UA» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦІНА НА WKRET-MET 10X180» – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://PROM.UA](http://PROM.UA)
- 11 «PROM.UA» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦІНА ТА ССШ-160 - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://SUMY.PROM.UA](http://SUMY.PROM.UA)
- 12 «СТРОЙМАГ» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦЕНА И РАСХОД CERESIT СТ-16» – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTP://STROIMAG.UA](http://STROIMAG.UA)
- 13 «НОВА ЛІНІЯ» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦІНА НА ГРУНТІВКУ CERESIT СТ-35» – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTP://NL.UA](http://NL.UA)
- 14 «ІНТЕРГІПС» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦЕНА И РАСХОД ШТУКАТУРКИ CERESIT СТ-35» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTP://INTERGIPS.UA](http://INTERGIPS.UA)
- 15 «БУДМАРКЕТ» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «МИНВАТА KNAUF ПРОФИТЕП» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTP://BM.KIEV.UA](http://BM.KIEV.UA)
- 16 «ІЗОВАТ» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «НАПЫЛЯЕМЫЙ ПОЛИУРЕТАНОВЫЙ УТЕПЛИТЕЛЬ POLYNOR» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://IZOVAT.ORG](http://IZOVAT.ORG)
- 17 «PROM.UA» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦІНИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПСБ-С-35 NEVELIR» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://PROM.UA](http://PROM.UA)
- 18 «PROM.UA» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЦЕНЫ НА КЛЕЙ СТИРОПОРОВЫЙ DUFA STYROPOR-KLEBER D18» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://PROM.UA](http://PROM.UA)
- 19 «ЕТАЛОНПРИБОР» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ХАРАКТЕРИСТИКИ FLUKE T125» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTP://FLUKE-RUSSIA.RU](http://FLUKE-RUSSIA.RU)
- 20 «ОКНА.UA» [ЭЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «КАЛЬКУЛЯТОР МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ (ПЛАСТИКОВИХ) ОКОН» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://OKNA.UA](http://OKNA.UA)

21 «BIGL.UA» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «СТЕНОВАЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЬ С НАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ 120ММ» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://BIGL.UA](http://bigl.ua)

22 «СТК СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://SVETSTK.RU](http://svetstk.ru)

23 «PROM.UA» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «ЛАМПА СВИТЛОДИОДНА ENERLIGHT» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://PROM.UA](http://prom.ua)

24 «BIGL.UA» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА LED BIOM» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://BIGL.UA](http://bigl.ua)

25 ДБН В.2.5-28:2018 ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ – ЗАТВЕРДЖЕНО НАКАЗОМ ВІД 03.10.2018 №264 «ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ДБН В.2.5-28:2018 ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»/Ю. ГРОМАДСЬКИЙ, С. ОБЛАКЕВИЧ, Г. ФАРЕНЮК ТА ІНШІ./ ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ»/ ТОВ «КИЇВПРОМЕЛЕКТРОПРОЕКТ». – 133 С

26 «ПІДРУЧНИКИ» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «НОРМУВАННЯ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://PIDRUCHNIKI.COM](http://pidruchniki.com)

27 «ЮА-РЕФЕРАТ» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – «НОРМУВАННЯ ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ» - РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ: [HTTP://UA-REFERAT.COM](http://ua-referat.com)

28 ДСТУ 2155-93 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ. – [HTTP://DOCUMENT.ORG.UA/ENERGOZBEREZHENNJA-METODI-VIZNACHENNJA-ECONOMICHOYOI-EFEKTI-NOR3157.HTML](http://document.org.ua/energozberezhenija-metodi-viznachennja-economichnoyi-efekti-nor3157.html).

29 МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ/ [А. ДРАГУН, І. ТОЛСТИХ, В. ТОПЧІЙ, М. РАБІНОВИЧ]. – К. : НАК «НАФТОГАЗ УКРАЇНИ», 2007Р. – 44 С.

30 «LIGAZAKON» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] КОМПЛЕКСНА ДЕРЖАВНА ПРОГРАМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ УКРАЇНИ – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:

[HTTPS://IPS.LIGAZAKON.NET/DOCUMENT/FIN41650](https://ips.ligazakon.net/document/fin41650)

31 «PPU.ORG.UA» [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
HTTPS://PPU.ORG.UA/TEPLOVIZIYNE-OBSTEZHENNYA/

32 «NIISK»[ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:

[HTTP://WWW.NIISK.COM/IMAGES/NOVINI/PROEKTI-NORMATIVNIKH-AKT-V/METOD%20OBSST%20INJ%20SIST.PDF](http://www.niisk.com/images/novini/proekti-normativnikh-akt-v/metod%20obst%20inj%20sist.pdf)

33 «СОВЕТ ИНЖЕНЕРА»[ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] СОЛНЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ЧАСТНОГО ДОМА – РЕЖИМ ДОСТУПУ ДО РЕСУРСУ:
[HTTPS://SOVET-INGENERA.COM/ECO-ENERGY/EKO-DOM/SOLNECHNOE-OTOPLENIE-CHASTNOGO-DOMA.HTML](https://sovet-ingenera.com/eco-energy/eko-dom/solnechnoe-otoplenie-chastnogo-doma.html)

34 СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ – [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – РЕЖИМ ПОСИЛАННЯ:
[FILE:///C:/USERS/DEADINSIDE/DOWNLOADS/EETE_2014_4_10%20.PDF](file:///C:/Users/DEADINSIDE/Downloads/EETE_2014_4_10%20.PDF)

35 ЗВІТ З ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ – [ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС] – РЕЖИМ ПОСИЛАННЯ:
FILE:///C:/USERS/DEADINSIDE/DOWNLOADS/ТУБАЛЬЦЕВ С.О ЕМ.М - 91 ЗВІТ З ПРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ.PDF