

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

Кужель Сергій Анатолійович

ТЕМА: «ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З
МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ АДМІНІСТРАТИВНОЇ
БУДІВЛІ ТОВ «СУМИТЕПЛОЕНЕРГО»

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)
Сапожніков С.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)
К.Т.Н ДОЦЕНТ

(наукове звання та наукова ступінь)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студента _____
Кужель Сергій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Використання альтернативних джерел енергії з метою підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі ТОВ «Сумитеплоенерго»

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

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 15.12.2020 р

3 Вихідні дані до магістерської роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

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

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика випускної роботи);

Розділ 1 – Загальна характеристика, основні показники та режими функціонування досліджуваного об'єкту.

Розділ 2 – . Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.

Розділ 3 – Розробка можливих енергозберігаючих заходів, спрямованих на підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів у будівлі.

Розділ 4 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

* Відповідає формі № 24 наказу Мінвузу СРСР від 6 квітня 1983 р. №429

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 20.11.2020 | |
| 4 | Виконання 2-го розділу | до 01.12.2020 | |
| 5 | Виконання 3-го розділу | до 16.12.2020 | |
| 6 | Виконання 4-го розділу | до 13.12.2020 | |
| 7 | Представлення виконаної роботи | до 15.12.2020 | |
| 8 | Проходження перевірки на плагіат | до 20.12.20 | |
| 8 | Проведення захисту роботи | з 21.12 до 24.12.2019 | |

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ІНДЕКСІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Умовні позначення

V – об'єм, м^3 ;

T – температура, $^{\circ}\text{C}$;

L – довжина, м.

P – потужність, кВт.

Індекси та скорочення

δ – товщина огорожуючої конструкції, м;

n – кількість шарів в конструкції;

\emptyset – діаметр.

Абревіатура

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси.

СОР – коефіцієнт енергоефективності.

ТН – тепловий насос.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 61 сторінка, 12 рисунків, 10 таблиць, 26 літературних джерел.

Мета роботи: розробка альтернативних джерел енергії для покращення енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ «Сумитеплоенерго» та розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

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

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання адміністративної будівлі ТОВ «Сумитеплоенерго», аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Об'єкт дослідження: адміністративна будівля ТОВ «Сумитеплоенерго» та її системи енергозабезпечення.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ; ПРИЛАД ОБЛІКУ, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР, КОЕФІЦІЄНТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.

Тема роботи – **«Використання альтернативних джерел енергії з метою підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі ТОВ «Сумитеплоенерго».**

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ..... | 10 |
| 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження..... | 10 |
| 1.2 Опис дійсного стану будівлі..... | 11 |
| 1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта.. | 11 |
| 1.3.1 Система опалення..... | 11 |
| 1.3.2 Система електропостачання..... | 12 |
| 1.3.3 Система водопостачання та водовідведення..... | 13 |
| 1.3.4 Система вентиляції..... | 14 |
| 1.3.5 Система обліку ресурсів..... | 15 |
| 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду..... | 16 |
| 1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв..... | 17 |
| 1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії..... | 17 |
| 1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії..... | 18 |
| 1.4.3 Аналіз обсягів споживання води..... | 18 |
| 1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв..... | 21 |
| 1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії..... | 21 |
| 1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії..... | 23 |
| 1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання води..... | 23 |
| 2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ..... | 25 |
| 2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій..... | 25 |
| 2.2 Розрахунок тепловтрат | 26 |
| 2.3 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальних конструкцій..... | 28 |
| 2.4 Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря..... | 29 |
| 2.5 Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію..... | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6 Розрахунок теплонадходжень..... | 31 |
| 2.7 Визначення теплової потужності всієї будівлі | 33 |
| 3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ..... | 36 |
| 3.1 Сонячні колектори..... | 36 |
| 3.1.1 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку..... | 39 |
| 3.2 Геотермальний тепловий насос як альтернативне джерело теплоти..... | 40 |
| 3.2.1 Розрахунок теплового насосу для системи опалення..... | 40 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 50 |
| 4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті..... | 50 |
| 4.2 Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті..... | 53 |
| 4.3 Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!»..... | 54 |
| ВИСНОВКИ..... | 58 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 59 |

ВСТУП

Україна, яка споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортованих енергоресурсів, є однією з енергозалежних країн Європи [1]. І цьому сприяє не тільки їх відсутність, а й неефективне використання, що загрожує національним інтересам та національній безпеці країни. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових в умовах енергетичної кризи в країні [1].

Через незабезпеченість енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47 %, 12 % тепла втрачається через зношеність мереж, 5 % – через застаріле обладнання котелень [1].

На думку експертів Європейсько-українського енергетичного агентства, за допомогою теплодернізації та капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10–25 %. При цьому в цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75 % [1].

Більше ефективності при менших енергетичних затратах. Все залежить від наших зусиль від нашої активності. Що це значить? У нашому світі, коли є повна ясність про кінець видобування природних енергоносіїв, нині потрібно задуматись про день сьогоднішній, завтрашній, післязавтрашній [2]. Головні питання: як користуватися енергією, яка її оптимальна величина для використання, які види, яким способом, і по якій ціні ми можемо використовувати енергію для своїх потреб?

Перша важлива і необхідна можливість – взагалі знизити ці потреби без порушення якісних показників життєдіяльності і навіть їх підвищенні. Це дуже важливо, але взагалі не вирішує питання споживання енергії і їх джерел [2].

Друга і найбільш актуальна необхідність і можливість – якомога ширше використовувати відновлювані джерела енергії, де теплота отримується, як наприклад, в компресійному тепловому насосі, на основі фізичного процесу стискування холодоагенту в газоподібному стані, який перетворюється із рідини в пару під дією теплоти землі, води, повітря. Це єдине стабільне джерело енергії

незалежне від примх погоди. Ідея не нова, але до часу, поки існували дешеві традиційні джерела енергії, на основі процесу горіння, не набула в Україні значного поширення в практичній діяльності [2].

Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій, аналізу фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Поставленими задачами дослідження є:

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

Об'єктом дослідження є адміністративна будівля ТОВ «Сумитеплоенерго» за адресою вул. Лебединська, 7 та її системи енергозабезпечення.

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

Автором зібрано статистичні дані за минулі три роки щодо функціонування систем енергоспоживання будівлі. Проаналізовано режими та обсяги споживання теплової енергії, електричної енергії, води.

Проведено порівняльний аналіз режимів енергоспоживання та витрат енергоресурсів з чинними в Україні нормативними показниками.

Виконано необхідні економічні розрахунки. Проведено аналіз потенційно-небезпечних факторів, які можуть виникнути в процесі експлуатації будівлі та систем енергоспоживання.

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

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівля ТОВ «Сумитеплоенерго», що знаходиться за адресою: м. Суми вул. Лебединська,7 (рис1.1).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації:

- призначення будівлі – адміністративна будівля;
- кількість поверхів – 4 поверхи;
- площа забудови – 545 м²;
- опалювальна площа приміщень будівлі – 2020 м²;
- опалювальний об'єм будівлі– 5475,8 м³;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами – 6300 м³.

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

Подача холодної води до будинку здійснюється централізовано.

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється централізовано. В підвальному приміщенні встановлений швидкісний водопідігрівач.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта

Об'єкт складається із однієї будівлі. Зовнішні стіни виконані з цегли глиняної звичайної. Оштукатурені із зовні та середини цементним розчином. При візуальному обстеженні зовнішніх дефектів стін будівлі не виявлено.

Будівля має вікна з двокамерним склопакетом у металопластикових рамах. При обстеженні дефектів не виявлено.

Фундамент будівлі виконаний із залізобетонних конструкцій та керамзитового гравію на цементно-піщаній стяжці.

Підлога будівлі виконана з бетонної плити, утепленої шаром керамзиту, покритою цементно-піщаною стяжкою 60 мм, покритою плиткою.

Перекриття будівлі виконане з залізобетонної плити.

Зовнішні двері будівлі – металопластикові. При обстеженні виявлені нещільності. Двері потребують ремонту.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.1.3 Система опалення

Обстежуваний об'єкт має централізовану систему теплопостачання, у якому теплоносієм являється гаряча вода. Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 95/70 °С. Система циркуляційна, двотрубна, модернізована. Приєднання опалювальних приладів до теплопроводів здійснене «зверху вниз». Опалювальні прилади - радіатори типу МС-140.

Постачальником теплової енергії є ТОВ «Сумитеплоенерго» згідно договору про постачання теплової енергії та гарячого водопостачання. Теплоносій подається від котельні, яка знаходиться за адресою: вул. Герасима Кондратьєва , 120.

Тепловий пункт – розташований у підвальному приміщенні що складається з елементів, що забезпечують приєднання системи опалення та гарячого водопостачання до централізованої теплової мережі. По подаючому трубопроводу здійснюється подача теплоносія в будівлю. За допомогою зворотного трубопроводу в зовнішні трубопроводи теплової мережі потрапляє вже охолоджений теплоносій із системи опалення.

У тепловому пункті в якості регулюючого пристрою застосовується елеваторний вузол (рис 1.2).



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи опалення [3]

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

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є АТ «Сумиобленерго» на підставі Договору № 5874/19 про постачання електричної енергії від 22.03.2019. Подача

електричної енергії здійснюється від трансформаторної підстанції, що знаходиться на території підприємства.

Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 0,4 кВ.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Будинок підключено до системи централізованого водопостачання та водовідведення. Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано КП «Міськводоканал» СМР. Вода до будинку подається по трубі Ø 80 мм зі сторони вул.Лебединська. Труби – металеві. Тиск води на вході в будинок $\approx 0,35 \text{ МПа}$.

Вода по трубам в будівлі надходить до змішувачів та змивних бачків в манвузлах. Факти неекономного та неефективного використання води відсутні.

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

1.3.4 Система вентиляції

Система вентиляції в будівлі - природня.

1.3.5 Система обліку енергоресурсів

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

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



Рисунок 1.3 – Лічильник теплової енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [4]

| Назва параметру | Значення параметру |
|------------------------|--------------------|
| Клас точності | 2 |
| Живлення | Автономне |
| Довжина кабеля | 2 м |
| Тип встановлення | Горизонтальний |
| Міжповірочний інтервал | 4 роки |
| Маса | 0,5 кг |

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу Меридіан СО Э-1.02/2 електронний (рис. 1.4), термін повірки - 20 червня 2019 р. Лічильник знаходяться в електрощитовій на вводі до будівлі.

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



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [5]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.2

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

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

Облік холодної води здійснюється лічильником SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 (рис. 1.5), термін повірки – 15 серпня 2019 р. Встановлений в підвальному приміщенні на вводі до будівлі.



Рисунок 1.5 – Лічильник холодної води [6]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.3

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

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

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 19.11.2020 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

теплова енергія – 1194,17 грн/Гкал;

водопостачання – 9,792 грн/м³;

водовідведення – 9,624 грн/м³;

електрична енергія – 2,72 грн / кВт·год.

1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Обсяги споживання теплової енергії адміністративною будівлею ТОВ «Сумитеплоенерго» по місяцях за 2017, 2018 і 2019 наведено в таблиці 1.4, та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.4 – Обсяги споживання теплової енергії за 2017-2019 роки

| Місяці | Споживання теплової енергії, Гкал | | |
|---------------|--------------------------------------|--------------|------------|
| | 2017 рік | 2018 рік | 2019 рік |
| Січень | 46,9 | 49,1 | 49,2 |
| Лютий | 43,5 | 39,2 | 42,0 |
| Березень | 36,0 | 34,2 | 31,5 |
| Квітень | 28,8 | 27,8 | 27,2 |
| Травень | 4,7 | 4,4 | 4,5 |
| Червень | 3,9 | 4,1 | 3,9 |
| Липень | 3,8 | 4,0 | 4,2 |
| Серпень | 4,2 | 3,9 | 3,8 |
| Вересень | 4,7 | 4,1 | 5,1 |
| Жовтень | 30,6 | 34,2 | 32,9 |
| Листопад | 31,6 | 35,8 | 33,6 |
| Грудень | 32,0 | 35,1 | 36,1 |
| Всього | 270,7 | 275,9 | 274 |

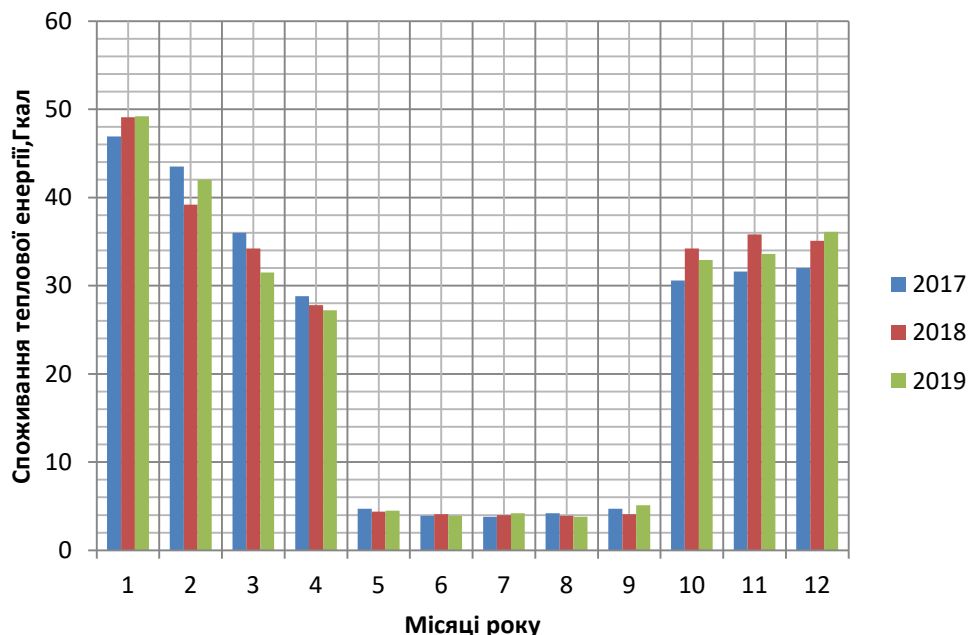


Рисунок 1.6 – Діаграма споживання теплової енергії за 2017-2019 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на зимові місяці. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля.

Теплоспоживання в міжопалювальний період відбувається за рахунок приготування гарячої води в швидкісному водопідігрівачі.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії адміністративною будівлею ТОВ «Сумитеплоенерго» по місяцях за 2017, 2018 і 2019 роки наведено в таблиці 1.5, та на рисунку 1.7.

Таблиця 1.5 – Обсяги споживання електричної енергії за 2017 – 2019 роки

| Місяці | Споживання електричної енергії, кВт·год | | |
|--------|--|----------|----------|
| | 2017 рік | 2018 рік | 2019 рік |
| Січень | 14040 | 14010 | 14060 |

Продовження таблиці 1.5

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Лютий | 13760 | 14890 | 14850 |
| Березень | 13840 | 13910 | 13840 |
| Квітень | 13120 | 13180 | 14025 |
| Травень | 12580 | 12300 | 12250 |
| Червень | 12560 | 12480 | 12358 |
| Липень | 9780 | 9630 | 9550 |
| Серпень | 9740 | 9760 | 9653 |
| Вересень | 9780 | 9510 | 9667 |
| Жовтень | 13280 | 13360 | 13198 |
| Листопад | 14680 | 14790 | 14689 |
| Грудень | 14980 | 14910 | 14964 |
| Всього | 152140 | 152730 | 143104 |

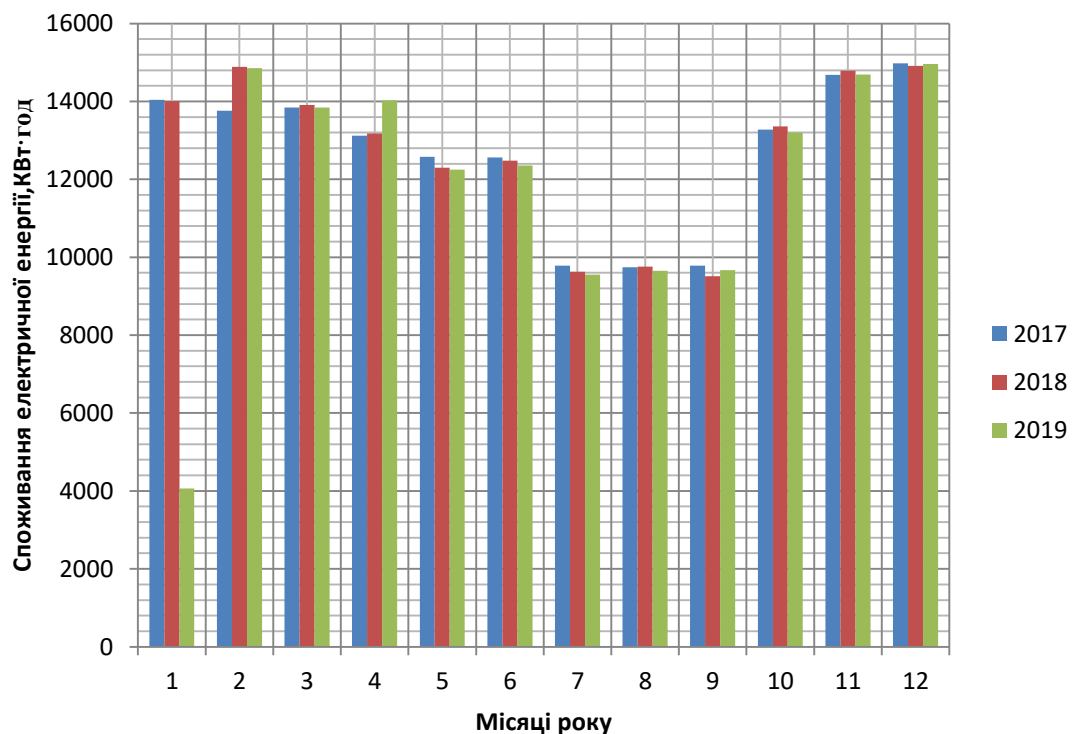


Рисунок 1.7 – Діаграма споживання електричної енергії за 2017-2019 роки

Споживання електричної енергії у приміщенні протягом року не рівномірне. Тенденції до збільшення споживання електроенергії спостерігаються в

опалювальний період, що пов'язано з використанням кондиціонерів для обігріву приміщень та зниженням рівня природнього освітлення, що спричинює використання додаткового штучного освітлення.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання води адміністративною будівлею ТОВ «Сумитеплоенерго» по місяцях за 2017, 2018 і 2019 роки наведено в таблиці 1.6, та на рисунку 1.8.

Таблиця 1.6 – Обсяги споживання холодної води за 2017 – 2019 роки

| Місяці | Споживання холодної води, м ³ | | |
|---------------|---|------------|------------|
| | 2017 рік | 2018 рік | 2019 рік |
| Січень | 88 | 84 | 83 |
| Лютий | 74 | 73 | 71 |
| Березень | 68 | 66 | 70 |
| Квітень | 52 | 50 | 51 |
| Травень | 47 | 44 | 44 |
| Червень | 34 | 32 | 36 |
| Липень | 33 | 35 | 38 |
| Серпень | 39 | 34 | 39 |
| Вересень | 54 | 51 | 49 |
| Жовтень | 61 | 60 | 59 |
| Листопад | 76 | 74 | 69 |
| Грудень | 80 | 81 | 80 |
| Всього | 706 | 684 | 689 |

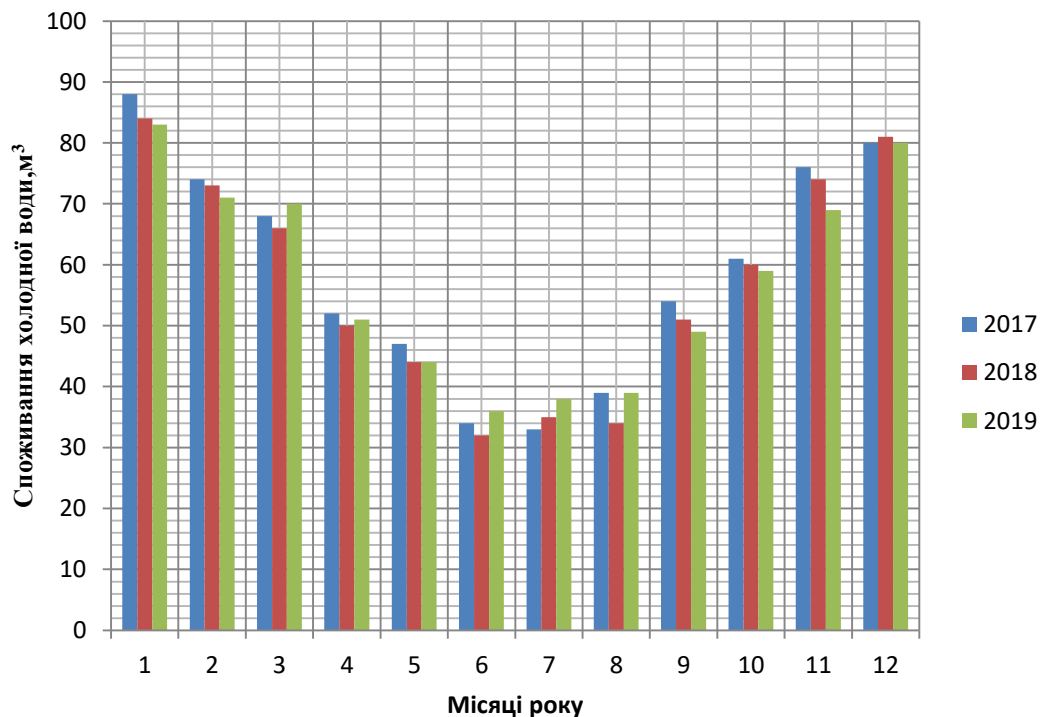


Рисунок 1.8 – Діаграма споживання холодної води за 2017-2019 роки

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

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

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

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [7]:

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

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

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

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

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

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

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

Нормативна питома енергопотреба для адміністративних будівель першої температурної зони становлять [7]:

$$EP_{max} = 38 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} = 0,033 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

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

- за 2017 рік – $Q_{оп} = 270,7$ Гкал;
- за 2018 рік – $Q_{оп} = 275,9$ Гкал;
- за 2019 рік – $Q_{оп} = 274$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2017 рік – $EP = 0,049$ Гкал/м³;
- за 2018 рік – $EP = 0,05$ Гкал/м³;
- за 2019 рік – $EP = 0,05$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,05$ Гкал/м³.

Отриманий результат по будівлі не відповідає нормативній умові (1.2).

Такий стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати незадовільними.

1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням. Згідно з [8] норма споживання електричної енергії для приміщень адміністративно-управлінських установ складає 115 кВт·год/м² корисної площі. Для приміщення ТОВ «Сумитеплоенерго» фактичне споживання електричної енергії складає:

$$\text{- 2017 рік: } \frac{152140 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{2020 \text{ м}^2} = 75,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2018 рік: } \frac{152730 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{2020 \text{ м}^2} = 75,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2019 рік: } \frac{143104 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{2020 \text{ м}^2} = 70,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

Фактичне значення не перевищує нормоване що є задовільним показником.

1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [9]. Норма

витрат води для адміністративної будівлі на одного працівника становить – 12 л/добу на 1 працівника.

$$\text{- 2017 рік } \left(\frac{706000}{120} \right) / 365 = 16,1 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2018 рік } \left(\frac{684000}{120} \right) / 365 = 15,6 \text{ л/добу.}$$

$$\text{- 2019 рік } \left(\frac{689000}{120} \right) / 365 = 15,7 \text{ л/добу.}$$

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення перевищують нормовані. Це є поганим показником. Необхідно звернути увагу на режими споживання холодної води. Провести бесіди з працівниками, щодо раціонального споживання даного енергоресурсу.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Методика розрахунку теплового балансу будівель виконано згідно рекомендацій [10].

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$ повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q min}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [10].

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

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

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

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

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

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою :

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

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

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, непрозорі огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.1) розраховується за формулою:

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

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

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (2.2), м² · К/Вт;
[10]

2.2 Розрахунок тепловтрат

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

2.2.1 Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_0 + \sum Q_o + \sum Q_{\text{инф}} + \sum Q_e, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

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

ΣQ_0 – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

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

ΣQ_6 – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

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

$$Q_0 = \frac{F_{orp}}{R_{\Sigma np}} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

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

$R_{\Sigma np}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м²·°C/Вт;

$t_6, t_{3,p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C;

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

2.2.2 Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{cm} + \Sigma Q_{cml} + \Sigma Q_{vkn} + \Sigma Q_{3,0} + \Sigma Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де ΣQ_{cm} – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

ΣQ_{cml} – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

ΣQ_{vkn} – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

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

ΣQ_{ndl} – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті, Вт.

2.3 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

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

2.3.1 Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків

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

де ΣQ_{cm} – сумарні тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу ($\beta_{op}=0,13$) [10].

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

$$\Sigma Q_{ndl}^o = 0,05 \cdot Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

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

2.3.3 Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\Sigma Q_o = \Sigma Q_{op}^o + \Sigma Q_s^o + \Sigma Q_{ndl}^o, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де ΣQ_{op}^{δ} – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

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

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

2.4 Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

2.4.1 Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_{\epsilon} - t_{з.р}) \cdot n_{\epsilon}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

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

t_{ϵ} , $t_{з.р}$ – відповідно температури внутрішнього повітря 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 віконного прорізу, м^2 .

n_{ϵ} – кількість однотипних вікон.

2.4.2 Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

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

$$G_{ep} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (2.11)$$

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

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

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$;

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с ; II-а кліматична зона – $2,1 \text{ м/с}$) [10];

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

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м^3 (при нормальних умовах $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_g + t_{cp.on})]} \quad (2.12)$$

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

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

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_g - t_{z.p}) \cdot k_g, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

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

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

t_g і $t_{z.p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k_g – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкривання воріт протягом години.

2.4.3 Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{z.d}^{inf} = 0,28 \cdot G_{z.d} \cdot c \cdot (t_g - t_z), \quad (2.14)$$

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

t_g , $t_{z.p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$G_{z.d}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год :

$$G_{3,0} = b_{н,0} \cdot L_{н,0} \cdot v_{ср,н,0} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (2.15)$$

де $b_{н,0}$ – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (приймається 5 мм), м;

$L_{н,0}$ – довжина нещільності (береться загальний периметр воріт), м;

$v_{ср,н,0}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається 0,8 м/с), м/с [10];

m_n – маса 1 м³ повітря (для практичних розрахунків беруть $m_n = 1,3$ кг)[10].

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{инф} = Q_{вкн}^{инф} + Q_{ер}^{инф} + Q_{3,0}^{инф}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

2.5 Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_e = 0,28 \cdot V_{п} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_e - t_{3,p}) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

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

t_e і $t_{3,p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$V_{п}$ – внутрішній об'єм приміщення, м³;

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹ (за умовою завдання);

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

2.6 Розрахунок теплонадходжень

2.6.1 Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (2.18)$$

де: q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

2.6.2 Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{\Pi} \cdot \eta + k_T \cdot k_{\Pi} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.19)$$

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

k_{Π} – коефіцієнт завантаження;

η – ККД електроустаткування;

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

k_c – коефіцієнт попиту на електроенергію;

2.6.3 Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_з, \text{ Вт} \quad (2.20)$$

де N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

$k_з$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

2.6.4 Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{O.П}, \text{ Вт} \quad (2.21)$$

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

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

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

2.6.5 Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_l + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

2.7 Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

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

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

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

| Вид огорожувальної конструкції | Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q\ min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ | Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ |
|--------------------------------|---|---|
| Стеля | 4,95 | 1,65 |
| Зовнішня стіна | 3,3 | 0,79 |
| Двері | 0,52 | 0,52 |
| Вікна | 0,75 | 0,52 |
| Підлога | 3,75 | 0,93 |

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

Розрахунок теплової потужності будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [11].

Вихідні дані та результати розрахунку наведено в таблиці 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку

| Вихідні дані для розрахунку | Значення параметру |
|---|--------------------|
| Температура у середині приміщення | 20 |
| Температура в підвальному приміщенні | 5 |
| Температура зовнішнього повітря | -25 |
| Загальна площа зовнішніх стін | 1044,7 |
| Загальна площа площі спередкриття даху | 545 |
| Загальна площа вікон | 153 |
| Загальна площа дверей | 9,2 |
| Загальна площа перекриття над тех.підпіллям | 545 |
| Допоміжний коефіцієнт | 0,28 |
| Кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження | 8 |

Продовження таблиці 2.2

| | |
|--|--------|
| Коефіцієнт теплоємності повітря | 1,005 |
| Внутрішній об'єм приміщення | 5475,9 |
| Густина повітря, яке видаляється з приміщення | 1,3 |
| Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання | 0,85 |
| Кратність повітрообміну приміщення | 0,8 |
| Кількість людей в приміщенні | 120 |
| Явні теплонадходження від людей | 103 |
| Номінальна потужність електроустаткування | 15000 |
| Коефіцієнт завантаження | 0,85 |
| ККД електроустаткування | 0,9 |
| Коефіцієнт переходу тепла в приміщення | 0,9 |
| Коефіцієнт попиту на електроенергію | 0,3 |
| Потужність одного джерела освітлення | 20 |
| Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову | 0,4 |
| Коефіцієнт завантаження освітлення | 0,6 |
| Кількість однотипних джерел освітлення | 325 |
| Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління освітленого сонцем | 250 |
| Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління перебуваючого в тіні | 100 |
| Площа заповнення світлових прорізів | 76,5 |
| Площа заповнення світлових прорізів (в тіні) | 76,5 |
| Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу | 0,6 |

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку

| Розрахункові дані | Значення параметру |
|---|--------------------|
| Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін | 0,79 |
| Приведений опір теплопередачі для стелі | 1,65 |
| Приведений опір теплопередачі для дверей | 0,52 |
| Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон | 0,52 |
| Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги | 0,93 |
| Втрати теплоти через стіни,Вт | 55541,01 |
| Втрати теплоти через стелю,Вт | 13872,73 |
| Втрати теплоти через вікна,Вт | 12357,69 |
| Втрати теплоти через підлогу,Вт | 8790,323 |
| Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт | 14466,21 |
| Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт | 57211,21 |
| Сумарні тепловтрати,Вт | 162239,2 |

Продовження таблиці 2.3

| | |
|--|-----------------|
| Теплонадходження від людей, Вт | 12360 |
| Теплонадходження від електроустаткування, Вт | 4155,75 |
| Теплонадходження від джерел освітлення, Вт | 1560 |
| Теплонадходження від сонячної радіації, Вт | 16065 |
| Сумарні теплонадходження, Вт | 34140,75 |
| Теплова потужність будівлі, Вт | 128098,4 |

3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ

3.1 Сонячні колектори

Сонячний колектор – це прилад, який нагріває воду за допомогою енергії сонця [12].

Сонячна установка складається з колектора, теплообмінного контуру і акумулятора тепла. Рідина циркулює в колекторі. Теплоносій нагрівається від сонця і віддає енергію воді через теплообмінник, що знаходиться в баку. Там вода залишається до її використання, тому у нього повинна бути гарна теплоізоляція. У бак також можна встановити електричний нагрівач-дублер, щоб, коли температура води опуститься нижче встановленої, обігрівач підігрів воду до потрібної температури [12].

Існує два типи: плоскі та вакуумні [12].

Плоскі колектори – традиційні, вони представляють собою плоску коробку, яка закрита склом. Під склом є абсорбуючий шар з трубками, в яких проходить теплоносій (рис 3.1) [12].



Рисунок 3.1 – Плоский сонячний колектор [13]

У вакуумних колекторах є великі порожнисті скляні трубки. Усередині цих трубок знаходиться поглинач тепла, який нагріває теплоносії (рис. 3.2) [12].

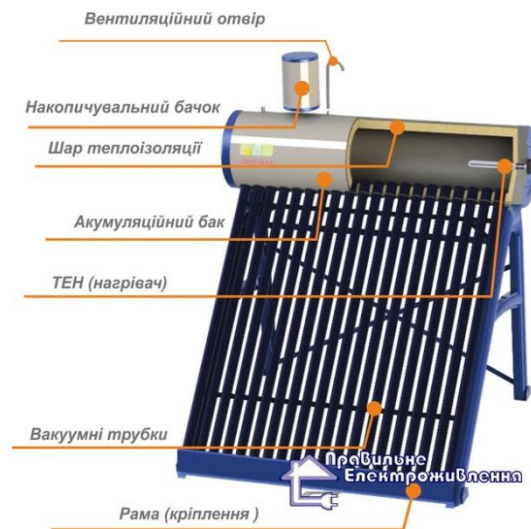


Рисунок 3.2 – Вакуумні сонячні колектори [13]

Кожен з двох типів колекторів має свої переваги і недоліки [12]:

- плоский колектор являє собою більш надійну і монолітну конструкцію;
- якщо пошкодиться вакуумний колектор, то там необхідно замінити тільки пошкоджені трубки, в плоскому ж - всю конструкцію;
- вакуумний колектор швидше нагріє воду, тобто він більш ефективний;
- у вакуумних колекторів нижчі тепловтрати, тому вони ефективні в зимовий час [12].

Природно, робота колектора буде залежати від виробника і якості збірки [12].

Види сонячних систем нагріву води.

Існує два види таких систем:

- Активні (сезонні сонячні колектори)
- Пасивні (всесезонні сонячні колектори)

Активна сонячна система нагрівання води більш складна, дорога, і ефективна. Особливостями цієї системи є те, що бак з водою знаходиться у приміщенні, а колектори на даху [12].

У пасивних системах нагріву води колектор і бак з водою зазвичай являють собою єдину систему. Бак розташований вище колектора і з'єднується з ним [12].

Теплоносій нагріває воду при природної конвекції. Холодна вода потрапляє в бак під напором знизу. Така система досить проста і дешева, але має низьку ефективність [12].

Пасивні системи нагріву води більш підходять для нагріву влітку, в той час як активні ефективні круглий рік [12].

Для забезпечення виробничих підприємств гарячою водою підходять всесезонні вакуумні колектори, що мають задовольняти потреби підприємства в гарячій воді цілий рік, а також дозволять прибрати рядок «гаряче водопостачання» зі списку витрат [12].

Якщо порівнювати сонячний і електричний обігрівач, то перший має багато переваг: витрати на утримання менше і не залежать від цін на електроенергію, термін служби - довше, не забруднює навколишнє середовище.

В цілому, сонячні водонагрівачі вигідні для господарств, де велика витрата гарячої води, в регіонах з високими цінами на електроенергію або в місцях, де електроенергія взагалі недоступна [12].

Але чи буде такий обігрівач таким вигідним при використанні для опалення?

Як правило, витрати при використанні твердого палива нижче, але це тягне за собою великі трудовитрати. Тому найкращий варіант - комбінація сонячних колекторів та електропідігріву [12].

Існують деякі особливості по встановленню сонячних колекторів. Якщо ви хочете використовувати їх для опалення, то буде необхідне додаткове джерело енергії, так як колектори не працюють в погану похмуру погоду і вночі. Системи сонячного опалення завжди комбінують з іншими системами. Сонячні колектори забезпечать опалення в основному з вересня по грудень і з березня по травень, взимку потрібно використовувати інше джерело тепла [12].

Найкраще встановлювати колектор на даху, але важливо, щоб був доступ для обслуговування. Конструкція даху повинна витримувати важкий колектор.

Колектор встановлюють так, щоб його поверхня була перпендикулярною сонячним променям, адже так можна отримати максимум енергії. Також необхідно передбачити регулювання нахилу, в залежності від сезону, щоб змінювати кут нахилу слідом за сонцем. Взимку кут варто збільшити на 15 градусів, влітку - навпаки, зменшити на 15 градусів [12].

Є кілька схем підключення сонячних колекторів [12]:

- Схема з самопливним рухом рідини. Для руху теплоносія необхідно, щоб охолоджувач був вище, ніж нагрівач. Низ бака при цьому знаходиться на 0,5 м вище, ніж найвища точка колектора. У такій схемі колектор також можна розмістити на даху, при цьому бойлер встановлюють у верхній частині горища. Трубопроводи добре теплоізолюючих, а гідравлічний опір системи зменшується за рахунок застосування труб більшого діаметру і колектора для самопливу [12].

- Схема, в якій колектор нагріває бойлер непрямого нагріву. Тут використовується насос, адже краще встановити бойлер біля котла.

- Схема з підключенням колектора на буферну теплоакumuлюючу ємність. Підходить для системи сонячного опалення цілий рік [12].

- Схема, в якій колектор підключається до окремого баку-акumuлятора. Таку схему застосовують часто, коли сонячне опалення підключається до вже працюючих систем в будинку [12].

- найдешевшою є схема, в якій колектор застосовується тільки в літній період. Бак не має теплообмінника. Гаряча вода збирається у верхній частині бака, звідки береться для використання [12].

3.1.1 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку

Сонячний колектор – це пристрій, який поглинає енергію сонця і виробляє нагрів матеріалу - теплоносія або води, тобто перетворює в тепло. Це тепло виводиться з сонячного колектора за допомогою тонких мідних трубок, ці мідні трубки заповнені спеціальною легко закипаючої рідиною. Далі це тепло передається накопичувальному бойлеру з теплообмінником. Таким чином, нагрівається вода для гарячого водопостачання будівлі .

Пропонується встановити сонячний комплект «ATMOSFERA» [14].

Середнє споживання гарячої води складає в середньому $0,3 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Температура вихідної води для нагрівання – $+15^\circ\text{C}$.

Температура гарячої води – 50°C .

Для нагрівання 1 л води необхідно затратити 4,19 кДж.

Визначимо кількість енергії для забезпечення побутових потреб адміністративної будівлі:

$$Q = 300 \cdot (50 - 15) \cdot 4,19 = 56565 \text{кДж} = 15,7 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{добу} = 5730,5 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

Річна економія складе:

$$\Delta E = 5730,5 \cdot 2,72 = 15587 \text{грн} / \text{рік}$$

Витрати на встановлення сонячного колектора складають $K = 36000$ грн [14].

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{36000}{15587} = 2,3 \text{роки}.$$

3.2 Геотермальний тепловий насос як альтернативне джерело теплоти

Геотермальний тепловий насос - технічна реалізація незалежності користувача від звичних способів опалення, доступне інноваційне рішення 3 в 1: один пристрій служить для опалення, ГВП, кондиціонування. При цьому витрати в 3-5 разів менше [15]. Тепловий насос геотермальний земля-вода функціонує на відновлюваній енергії ґрунту. Безкоштовне тепло відбирається від зовнішнього середовища і геотермальний тепловий насос ґрунт-вода перетворює його в тепло з більш високою температурою, яке надходить на теплу підлогу, теплі стіни,

радіатори і модулі ГВС. Залежно від середовища, з якого пристрій відбирає тепло, визначаються типи теплових насосів [15].

Універсальним, стабільним і найбільш економічним вважається тепловий насос геотермальний, також його називають тепловий насос земля-вода, тепловий насос ґрунт-вода і ґрунтовий тепловий насос. Геотермальний тепловий насос земля-вода використовує принцип теплової інерції: шар землі нижче глибини промерзання утримує стабільну температуру 11°C , незалежно від регіону і кліматичних особливостей місцевості [15]. Процес відбору тепла з ґрунту досить тривалий - 6 місяців в році (опалювальний сезон), тому ґрунтовий тепловий насос земля-вода максимально ефективний при правильних розрахунках кількості та глибини свердловин, з огляду на породу ґрунтів [15].

Геотермальний тепловий насос земля вода має алгоритм дії ідентичний роботі холодильника: тепло від ґрунту, передається за допомогою теплообмінних процесів теплоносія в системі опалення будинку [15].

Геотермальний тепловий насос ґрунт-вода витягує тепло з внутрішніх шарів землі. Для цих цілей буряться свердловини [15].

Чим потужніше геотермальний тепловий насос ґрунт-вода, тим більше необхідно бурити свердловин, є пряма залежність. Свердловини об'язуються в замкнутий контур, по якому циркулює теплоносій за допомогою циркуляційного насоса. Цей контур прокладається на глибині 1,2 м і закопується, тому над ним можна розташовувати газони, чагарники. Тепло, яке відібрано від землі, теплоносій через теплообмінник передає на хладагент (типу фреон), який при стисненні компресором нагрівається до $t\ 60^{\circ}\text{C}$ і через теплообмінник передає тепло на внутрішній контур (тепла підлога, радіатор, гаряча вода) [15].

Геотермальний тепловий насос для опалення до 75% економічніше звичних систем обігріву з газовим, електричним або твердопаливним котлом [15].

Основні енерговитрати [15]:

- робота компресора
- живлення контролера з набором електроніки
- робота циркуляційних насосів

- на 1 витрачений кВт електрики для роботи цих приладів ми отримуємо до 4,5 кВт тепла, або 4,5 COP (коефіцієнт корисної дії ККД) [15].

Геотермальний тепловий насос грунт-вода має кілька видів укладання теплообмінних зондів: вертикальний і горизонтальний. Вертикальний спосіб укладання має більш високий ККД, ніж горизонтальний, і має на увазі вертикальне буріння свердловин з подальшою можливістю на поверхні висаджувати рослини, дерева. Горизонтальний спосіб - це коли викопується котлован певної площі і горизонтально в ньому викладається контур. Площа горизонтального укладання контуру повинна бути досить великою, що не завжди зручно, тому що повинна бути в розпорядженні велика вільна прилегла територія. Горизонтальний ґрунтовий колектор може охолодити ґрунт над собою, що виключає посадку дерев. Цей тип укладання найбільш застосовуємо в місцях, де близько від поверхні розташовані міцні породи, наприклад, граніт в якому досить дорого бурити свердловини для зондів.

Геотермальний тепловий насос земля-вода - це пристрій, в якому енергія землі здійснює нагрів теплоносія. Перша частина визначення («земля») вказує на джерело тепла, друга («вода») - свідчить про тип теплоносія в контурі. Технологія реалізована опалювальної установкою з 2 частин:

- 1. теплообмінник (колектор або зонд, встановлений нижче глибини промерзання ґрунту)
- 2. сам геотермальний насос, що функціонує по зворотному циклу Карно

Геотермальний тепловий насос грунт-вода використовує найстабільніший джерело енергії - тепло землі. Між шаром промерзання і ізотермічної глибиною ґрунт є своєрідним акумулятором, адже має незмінну температуру протягом року. Опалення від землі передбачає нагрів теплоносія до $+7^{\circ}\text{C}$.

Основні експлуатаційні характеристики:

- **COP** – співвідношення кількості електроенергії яку витрачає геотермальний насос грунт вода і обсягу вироботанностью тепла. Коефіцієнт енергоефективності не повинен опускатися нижче 3-4,5. Так не буде потрібно додаткове застосування електричних, газових котлів та інших методів дублюючого обігріву при термальних коливаннях в зимовий час [15].

- **Можливість зміни потужності.** Інверторний геотермальний насос більш ефективний, менше навантажує мережу при пуску, працює тихіше через плавного пуску, двигун служить довше, на їх основі можна створити схеми без буферної ємності [15].

- **SPF**, більш відомий як ККД системи або сезонний коефіцієнт енергоефективності. Він враховує скільки ресурсів споживає геотермальний тепловий насос земля вода і допоміжне обладнання (наприклад, циркуляційні насоси) протягом усього опалювального сезону [15].

Геотермальний тепловий насос ґрунт-вода - відмінне рішення для дачі або промислового об'єкта з великою присадибною територією, адже доставити теплову енергію з-під землі прилад може без істотного впливу на ландшафтну картину місцевості. Залежно від способу розміщення теплообмінника в землі системи мають свої переваги і недоліки [15].

Цей тип насосу має перевагу над іншими видами теплових насосів (повітря-повітря, повітря-вода) - стабільно прогнозованим COP, тому що температура внутрішніх шарів землі є стабільною [15].

Переваги геотермального теплового насосу [15]:

Геотермальний тепловий насос ґрунт-вода дуже економічний. Для його роботи використовуються само-відновлювальні природні ресурси. Не потрібно стежити за наявністю вугілля, дров, пелетів, нарікати на низьку калорійність газу і малу потужність котла, будувати допоміжні споруди для зберігання палива [15].

- Геотермальний насос є універсальним. Земляне опалення за допомогою геотермальних систем може застосовуватися для економного опалення приватного будинку, промислового та комерційного об'єкта. Уніфікований дизайн обладнання, ергономічність форм і розмірів дозволяє встановлювати геотермальний насос в будь-якому приміщенні, не тільки в спеціальній котельні. Корисна площа будинку не зменшується (наприклад, ґрунтовий тепловий насос для опалення можна монтувати в отвір під сходами) [15].

- Ґрунтовий тепловий насос - безпечний. Ніякого відкритого полум'я, небезпеки виділення їдких речовин, тільки екологічні процеси [15].

- Грунтовий тепловий насос багатofункціональний. Геотермальний тепловий грунт-вода насос здатний не тільки працювати на обігрів, а й кондиціонувати повітря в літній час. За його допомогою реалізується 2 види охолодження - активне або пасивне [15]. В активній фазі геотермальний тепловий насос земля-вода працює в зворотному циклі (відводить тепло від теплоносія, передає його ґрунтовим зондам, далі в ґрунт) [15]. При пасивному охолодженні компресор не задіюється, вода в системі опалення охолоджується в теплообміннику розсолон з свердловин. У режимі зниження температури повітря тепловий геотермальний насос грунт-вода є більш економним, аніж звичайний кондиціонер, не змінює іонний склад середовища, діє всеохопно для всього будинку, а не тільки в межах окремої кімнати [15].

- Геотермальний тепловий насос грунт-вода і автоматика управління. Налаштування температурного режиму, моніторинг- як працює ґрунтовий тепловий насос, стан електромережі, інформація про сервіс, дистанційна диспетчеризація [15].

- Простота інтеграції і експлуатації. Геотермальний тепловий насос для опалення будинку не вимагає спеціальних дозволів та затвердження проектної документації на державному рівні. Встановити ґрунтовий тепловий насос для опалення можна на будь-якому етапі будівництва будинку. Процес використання пристроїв для користувача зводиться до установки потрібних термальних параметрів, а інтегровані і виносні датчики, контролер будуть підтримувати їх на заданому рівні. Насос для опалення не продукує CO₂. Не вимагає димоходу і вікон для безпеки. Відноситься до побутових приладів [15].

3.2.1 Розрахунок теплового насосу для системи опалення

Тепловий насос – прилад, який відбираючи тепло з навколишнього середовища передає його системі опалення. Принцип дії системи заснований на низькотемпературному нагріві і кілька схожий з принципом роботи холодильних пристроїв. Однак якщо в холодильнику відбувається відвід тепла, то теплові насоси навпаки забирають енергію природного джерела, а потім передають її

через теплообмінники в систему опалення. Що стосується перерахованих джерел, то найдоступнішим джерелом тепла є повітря, проте використання тепла ґрунту та води відрізняється високою стабільністю і постійністю [16].

Для опалення адміністративної будівлі вибираємо тепловий насос NIBE F1226 (рис 3.3). Це тепловий насос з інтелектуальним керуванням, оснащений циркуляційними насосами з автоматичним регулюванням потужності [16].

Основні характеристики теплового насосу типу NIBE [16]:

- потужність – 60 кВт;
- резервування – вбудований, ступінчастий;
- температура подачі теплоносія в систему опалення – до 63⁰С;
- температура зворотнього теплоносія – 56⁰С;
- циркуляційні насоси з частотним регулюванням для автоматичного налаштування оптимальних об'ємних витрат теплоносія та розсолу, зменшення електроспоживання;
- основні розміри: висота – 1800 мм; ширина – 600 мм; глибина – 620 мм; вага – 220 кг.
- електромережа – 380 В;
- дисплей – цвітний.
- оновлення програми – через USB.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд теплового насосу типу NIBE [16]

Тепловий насос має комбіноване управління опаленням «по погоді», або «по температурі в середині будівлі». Управління «по погоді» забезпечує швидке реагування системи опалення на зміну погоди. На рисунку 3.4 зображено інтерфейс блоку управління системою опалення.



Рисунок 3.4 – Інтерфейс блоку системою опалення [16]

Існує також можливість регулювання опалення по днях тижня, і за часом. Наприклад: зменшення температури вночі, або у вихідний день (зменшення температури в будівлі на 1°C зменшує витрати опалення на 4%).

Вартість теплового насосу та робота, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій (погана електромережа, вина споживачів, тощо) складає приблизно $K = 890000$ грн [16].

Даний проект спрямований на зменшення витрат теплової енергії на опалення будівлі. Джерелом фінансування є власні кошти ТОВ «Сумитеплоенерго».

Тариф за споживання теплової енергії становить 1194,17 грн/Гкал.

Тоді споживання теплової енергії будівлею у грошовому еквіваленті за 2019 рік складає:

$$E_{\text{опал}} = 1194,17 \cdot 274 = 327202 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну економію коштів після впровадження заходу:

- Необхідна потужність теплового насосу $\Delta Q = 128098,4$ кВт.
- циркуляційні насоси споживають $W_{\text{ц.н.}} = 2145$ кВт·год за рік.
- COP теплового насосу – 4,5.

Визначимо споживання електричної енергії тепловим насосом за формулою:

$$COP = \frac{\Delta Q}{W_{\text{т.н.}}}, \quad (3.1)$$

де ΔQ – тепла енергія яку виробив насос;

$W_{\text{т.н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом.

Тоді:

$$W_{\text{т.н.}} = \frac{\Delta Q}{COP} = \frac{128098,4}{4,5} = 28466,3 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Сумарне споживання електричної енергії:

$$W = W_{\text{т.н.}} + W_{\text{ц.н.}}, \quad (3.2)$$

де $W_{\text{т.н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом;

$W_{\text{ц.н.}}$ – споживання електричної енергії циркуляційними насосами.

$$W = 28466,3 + 2145 = 30611,3 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{елект} = 30611,3 \cdot 2,72 = 77428,3 \text{ грн.}$$

Грошова економія складе:

$$\Delta E = 327202 - 77428,3 = 249773 \text{ грн / рік.}$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{890000}{249773} = 3,6 \text{ роки.}$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті

Під час роботи на об'єкті на енергменеджера можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів [17].

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні [18]. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

4.1.1 Характеристика та порівняння з нормованими показниками небезпечних факторів

Електробезпека

На основі «Правила улаштування електроустановок» [19] практично всі приміщення відносяться до 2-ої категорії «Приміщення з підвищеною небезпекою», оскільки в них розміщені персональні комп'ютери, кондиціонери.

У приміщеннях відсутні відкриті струмопровідні частини. Ураження електричним струмом можливо тільки у разі несправності апаратури і живлячих кабелів. Вся електропроводка проводиться в захищених від людини місцях, що виключає можливість пошкодження її ізоляції працівниками.

Для захисту від ураження електричним струмом в будівлі наявні:

- заземлення всіх установок з опором не більш 4 Ом;
- застосовується прихована електропроводка в захищаючих від механічних пошкоджень трубах;

- маркіровані роз'єми і розетки;
- аварійні рубильники виключення всього електроживлення.

Пожежна безпека

Пожежу супроводжують такі небезпечні фактори: відкритий вогонь та іскри, висока температура повітря, предметів, обладнання, токсичні продукти горіння, дим, низька концентрація кисню, обвалення, пошкодження будинків та споруд, вибух.

Приміщення будівлі оснащено первинними засобами пожежогасіння: внутрішніми пожежними водопроводами, ручними вогнегасниками. Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [20] будівля відноситься до категорії В пожежної безпеки приміщень. Пожежні крани встановлені в коридорах, на майданчиках сходових кліток, коло входів. Щити протипожежного захисту повинні оснащені ручними вогнегасниками. Для гасіння пожеж в замкнутих об'ємах, якими і є приміщення, застосовують вуглекислий газ для припинення подачі кисню повітря до вогнища спалаху.

Первинними засобами пожежогасіння можуть слугувати ручні вогнегасники типу: ОУ-6 і ОУ-8.

Мікроклімат в приміщенні

Мікрокліматичні умови характеризуються такими показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,

В приміщенні проводяться роботи легкої категорії (Ia). Тобто майже всі роботи виконуються сидячи та супроводжуються незначним фізичним напруженням.

В таблиці 4.1 приведені оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень.

Таблиця 4.1 – Оптимальні та фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень для легкої категорії робіт (Ia).

| Період року | Температура, °С | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху, м/с | |
|-------------|-----------------|----------|-----------------------|----------|---------------------|-----------|
| | Оптим. | Фактична | Оптим. | Фактична | Оптим. | Фактична |
| Холодний | 20-22 | 20-21 | 40-60 | 58 | ≥ 0,1 | 0,02-0,18 |
| Теплий | 23-25 | | 40-60 | | ≥ 0,2 | |

Аналізуючи дані, можна сказати що температура, вологість в приміщеннях задовільна.

Освітлення робочої зони

Освітлення робочого місця – найважливіший чинник створення нормальних умов праці. У даній будівлі застосовується комбіноване освітлення, яке складається із загального та місцевого. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Природне освітлення здійснюється через світлові отвори (вікна) в приміщеннях. Штучне освітлення приміщень здійснюється люмінесцентними лампами та лампами розжарювання.

Коефіцієнт природнього освітлення (при боковому освітленні) в приміщенні для зорової роботи IV (в) точності має становити $e_n = 1,5 \%$.

Освітленість робочої поверхні має відповідати нормам встановленим ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [21] для зорової роботи IV в точності і становити 300 лк.

Шум

У приміщеннях, де встановлена обчислювальна техніка і електронні пристрої основним джерелом шуму є вентилятори охолодження блоків апаратури, а також кондиціонери. Шум вентиляторів є середньочастотним. Рівень шуму в приміщеннях для теоретичних робіт і обробки даних, а також для операторів ЕОМ повинен бути не більше 50 дБА [22].

4.2 Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті

Під час збирання даних, їхнього аналізу чи інспектування місця проведення енергоаудиту може постати необхідність в уточненні або доповненні зібраної інформації, що, у свою чергу, може вимагати додаткового вимірювання. З цією метою аудитор разом з делегованим йому на допомогу фахівцем з місця проведення аудиту використовує наявні в будівлі лічильники, або, якщо є така потреба, встановлює додаткові реєструючі пристрої та обладнання для енергетичного моніторингу. Перед тим він розробляє і погоджує з замовником відповідний план [23].

Вимірювальні прилади повинні використовуватися у відповідності до експлуатаційних інструкцій, що додаються до кожного приладу [24].

Всі працівники, які займаються вимірювальними роботами, повинні раз на рік проходити перевірку знань правил безпеки з фіксацією результатів перевірки знань в спеціальному журналі та у посвідченнях про перевірку знань з охорони праці цих працівників [24].

– переконатися в достатній освітленості робочого місця; при недостатньому освітленні задіяти переносні освітлювальні пристрої [24].

При проведенні вимірювань на об'єкті необхідно [24].

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- мати чітке уявлення про небезпеку електричного струму і заходах по попередженню нещасних випадків;

- користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та відповідальність за товаришів по роботі [24].;
- виконувати вимірювальні роботи на висоті тільки з риштувань, помостів чи драбин;
- при вимірюваннях виключити можливість наближення до частин, які знаходяться під напругою;
- при вимірюваннях параметрів в системі теплопостачання (тиск, температура) необхідно дотримуватись.
- переконатися в достатній освітленості робочого місця; при недостатньому освітленні задіяти переносні освітлювальні пристрої;

Безпека проведення вимірювальних і випробувальних робіт повинна забезпечуватися захистом від можливих негативних впливів природного характеру і погодних умов [24]. Небезпечні зони на території організації, у виробничих будівлях і спорудах, на робочих майданчиках, робочих місцях, повинні бути позначені відповідними знаками безпеки [24]. При проведенні випробувань (вимірювань) приєднання вимірювальних приладів, а також встановлення і зняття електролічильників для їх перевірки виконуються тільки після зняття напруги. Приєднання і від'єднання засобів випробувань (вимірювань) на об'єктах випробувань (вимірювань), що мають рухомі частини, необхідно виконувати після повної зупинки цих частин. Також необхідно запобігати непередбаченому пуску таких об'єктів під час виконання з'єднань [25].

4.3 Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!»

З метою привернення уваги населення до початку передачі термінової інформації територіальними органами цивільного захисту включаються сирени, наявні на відповідній території, а також у запису мережею телебачення і

радіомовлення, що означає подачу попереджувального сигналу оповіщення «УВАГА ВСІМ!» [26].

Почувши такий сигнал, негайно увімкніть радіоприймач або телевізор і слухайте повідомлення управління з питань надзвичайних ситуацій. На кожний вид надзвичайної ситуації підготовлені варіанти текстових повідомлень. Після подачі звукового сигналу сирени передається мовна інформація про надзвичайну ситуацію.

Вислухавши повідомлення, кожен громадянин повинен діяти без паніки відповідно до отриманих вказівок [26]. У повідомленні міститься інформація про надзвичайну ситуацію, місце і час її виникнення; територію (район, масиви, вулиці, будинки тощо), яка потрапляє в осередки (зони) ураження; порядок дій при надзвичайних ситуаціях та іншу інформацію [26].

Кожний громадянин, який перебуває на роботі, повинен виконувати всі розпорядження керівника суб'єкта господарювання і діяти відповідно до вказівок органів управління цивільного захисту [26].

Якщо сигнал «Увага всім!» застав в університеті:

- припиняються заняття;
- студенти, по можливості, отримують засоби індивідуального захисту;
- студенти під керівництвом викладачів, кураторів(старостів) груп організовано йдуть у захисну споруду (сховище) або у вказане місце.

Евакуація - організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення [26].

В разі виникнення надзвичайної ситуації рішення про проведення евакуації приймають на:

- місцевому рівні - орган місцевого самоврядування;
- рівні конкретного суб'єкта господарювання - його керівник (рівні університету – ректор).

Загальні заходи [26]:

- оповіщення постійного складу університету та студентів за допомогою встановленого сигналу;

- проведення організованого виведення з університету за раніше розробленими схемами по поверхах із використанням запасних виходів, а за необхідністю – вікон першого поверху;

- збір навчальних груп та постійного складу в установлених безпечних місцях;

- проведення рятувальних робіт у разі виявлення людей у задимлених та загазованих приміщеннях, а також небезпеки обвалу конструкцій [26];

- підготовка місць збору уражених та надання першої медичної допомоги;

- визначення послідовності винесення матеріальних цінностей навчального закладу та їх охорони в місцях зосередження [26].

Евакуація студентів у безпечні райони в разі загрози радіоактивного забруднення місцевості, затоплення та впливу на організм НХР [26]:

- отримати від органів місцевого самоврядування (управління НС МВК) розпорядження щодо проведення евакуації в безпечні райони. У виняткових випадках у разі отримання інформації з об'єкта, де сталася аварія, прийняття самостійних рішень [26];

- уточнення (визначення) часу накриття університету зараженою(радіоактивною) хмарою, затоплення водою та можливості проведення евакуації; прийняття самостійного рішення щодо евакуації [26];

- збір комісії з НС та орієнтування членів комісії відповідно до обставин;

- інформування студентів, постійного складу та їх виведення з навчальних корпусів під керівництвом викладачів, кураторів(старостів) груп обумовлені місця збору [26];

- висилання розвідувальної групи з числа постійної складу під керівництвом командира НФ для регулювання руху на маршруті, прийому та розміщення людей в районі (пункті) тимчасового розміщення [26];

- формування піших груп(колон). Виходячи з наявності засобів надання першої медичної допомоги та забезпечення безпеки руху в групу доцільно

включати до двох навчальних груп. Під час подання автотранспорту посадку евакуйованих організують викладачі або куратори груп [26];

- відключення електропостачання, води, закривання вікон і дверей навчального закладу. Організація руху з дотриманням дисципліни маршруту, темпу та дистанції, надання взаємодопомоги [26];

- організація медичного обстеження та відпочинку студентів та співробітників університету у пунктах тимчасового розміщення [26];

- після отримання даних про безпеку в районі університету та на маршруті - організоване повернення, розпуск студентів та постійного складу подомівках .

ВИСНОВКИ

Об'єктом енергетичного обстеження при виконанні магістерської роботи була виробнича будівля ТОВ «Сумитеплоенерго» за адресою вул. Лебединська,7.

Енергетичне обстеження проводилось у два етапи. На першому було проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також ознайомлення з роботою основних енергетичних систем та приладами обліку енергоресурсів.

На другому етапі було зібрано необхідні дані про обсяги споживання енергоресурсів та були розраховані всі види тепловтрат та теплонадходжень по будівлі.

Теплова потужність будівлі згідно розрахунків склала $\Delta Q = 128098,4$ Вт.

Запропоновано встановлення автономної системи у вигляді сонячного колектору для підігріву води для побутових потреб.

- капітальні витрати на впровадження даного заходу складають: $K = 36000$ грн;
- економія в грошовому еквіваленті: $\Delta E = 15587$ грн;
- термін окупності $T_{ок} = 2,3$ роки.

З метою відмови від використання централізованої системи теплопостачання запропоновано встановлення теплового насосу для потреб опалення:

- капітальні витрати на впровадження даного заходу складають: $K = 890000$ грн;
- економія в грошовому еквіваленті: $\Delta E = 249773$ грн;
- термін окупності $T_{ок} = 3,6$ роки.

В розділі ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ розглянуті питання:

- 1) Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати при обслуговуванні системи енергопостачання будівлі.
- 2) Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті.
- 3) Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підвищення енергоефективності – запорука забезпечення енергетичної незалежності України [електронний ресурс] Режим посилання: http://nbuviar.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishchennya-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350
2. Енергонезалежні будівлі та відновлювальні джерела енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://civilbud.com.ua/index.php/articles/tehnologii/315-energonezalezni-budivli-ta-vidnovluvalni-dzherela-energii>
3. Елеваторний вузол [електронний ресурс] Режим посилання: <https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya/>
4. Лічильник теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <http://isker.com.ua/ru/category/pollutherm-slovakia-prais>
5. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://galychenergo.prom.ua/p350406523-lichilnik-elektroenergiyi-odnofaznij.html>
6. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <http://ve-ltd.com.ua/katalog-tovarov/schetchiki-vody/schetchik-vody-sensus-sensus-wp-dynamic-50-50-du50-kh-v-detail>
7. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
8. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
9. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal-service.kiev.ua/news/210-novi-normatyvy-pytnohovodopostachannia-ta-norm-spozhyvannia-posluh.html>
10. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014р.

11. Ексель [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>
12. Сонячний колектор [електронний ресурс] Режим посилання: <https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/299-sonyachni-kolektori-dlya-nagrivu-vodi-vidi-sposobi-ustanovki-efektivnist-roboti>
13. Сонячний колектор [електронний ресурс] Режим посилання: <https://prel.prom.ua/a234066-zagalna-informatsiya-pro.html>
14. Атмосфера [електронний ресурс] Режим посилання: https://www.atmosfera.ua/uk/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=478693929963&utm_campaign=poisk_Atmosfera_frazovoe&gclid=CjwKCAiA7939BRBMEiwA-hX5J3XYTQHpwDy_nhE5SsWuZBsqJcIFlWjEWIDrwkUQDI4Iz-y8FtulKRoCdoQQAyD_BwE
15. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://bsvenergy.com.ua/ua/geotermalni-teplovi-nasosy.html>
16. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://nibe.ua>
17. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання: https://pidruchniki.com/15290527/bzhd/perelik_nebezpechnih_shkidlivih_virobnichih_faktoriv
18. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів [електронний ресурс] Режим доступу: <http://ua-referat.com/>
19. «Правила улаштування електроустановок» Міністерство енергетики та вугільної промисловості Українию - – Київ, 2017 р. – 600 с.
20. ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [електронний ресурс] Режим посилання: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541
21. ДБН В.2.5-28:2018 ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України,2019 – 180 с.
22. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», Київ,1999 р. – 34с.

23. Що необхідно знати, замовляючи енергоаудит: Порадник для органів місцевого самоврядування. – Львів: «IDEA Studio», 2015. – 20 с.: іл
24. Вимірювання [електронний ресурс] Режим посилання: <https://kodeksy.com.ua/dictionary/v/vimiryuvannya.htm>
25. Вимірювання [електронний ресурс] Режим посилання: http://portal.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/08/16_Instrukciia_po_OT_pri_provedenii_elektrotekhnicheskikh_ishpytanii.pdf
26. Дії в умовах надзвичайних ситуацій [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.cuspu.edu.ua/ua/tsyvilna-oborona/4136-besida-diyi-v-umovakh-nadzvychnykh-sytuatsiy>