

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

Гусєв Данило Максимович

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ САНАЦІЙ ОГОРОДЖУЮЧИ
КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ НА ПРИКЛАДІ ЗОШ №2 М.СУМИ

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 Микола Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Доктор технічних наук, 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 ВИПУСКНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студента _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Порівняльний аналіз варіантів санацій огорожуючи конструкцій будівель на прикладі ЗОШ №2 м.Суми

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2019 р. __

2 Термін здачі студентом закінченої роботи - до 16.12.2019 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. Представлення результатів з аналізу літературних та інформаційних джерел з сучасного стану питання за темою роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

Розділ 1 – Визначення вихідних даних, та їх характеристика (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних з подальшим визначенням вихідних даних до розрахунку. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними).

Розділ 2 – Результати розрахунку задач за визначеною методикою (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом розрахункового дослідження. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження).

Розділ 3 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз)

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 11.11.2019 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 11.11 до 08.12.2019	
2	Захист переддипломної практики	до 12.12.2019	
3	Виконання 1-го розділу	до 25.11.2019	
4	Виконання 2-го розділу	до 08.12.2019	
5	Виконання 3-го розділу	до 15.12.2019	
6	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2019	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 21.12.19	
8	Проведення захисту роботи	з 23.12 до 29.12.2019	
9			
10			

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН	3
ВСТУП.....	6
1. ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	12
2. ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ПАЛИВНО ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА ДОСЛІДЖУВАНОМУ ОБ'ЄКТІ.....	16
2.1 Характеристика систем енергозабезпечення об'єкту	16
2.2 Ознайомлення з умовами використання паливно енергетичних ресурсів	19
2.3 Перевірка наявності актів здачі вузлів обліку ПЕР	21
3. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ОБ'ЄКТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	23
3.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	23
3.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....	24
3.3 Аналіз обсягів споживання холодної води	25
3.4 Складання енергетичного теплового балансу об'єкту	27
3.4.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій	27
3.4.2 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання	28
4. РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	34
4.1.1 Утеплення стін і суміщеного перекриття (даху).....	34
4.1.2 Встановлення чергового режиму опалення	38
4.1.3 Промивка системи опалення.....	39
4.1.4 Встановлення насадки-аератора на крани для холодної води	39
4.1.5 Запровадження системи моніторингу споживання електричної енергії.....	39
4.2 Методика розрахунку показників ефективності.....	40

4.3 Показники економічної ефективності заходів з енергозбереження	42
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті.	45
5.2. Техніка безпеки енергоменеджера при вимірюваннях на об'єкті	47
5.3 Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!»	48
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) - це обстеження підприємств 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[1].

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це господарськими об'єктами. Він може проводитися за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством[1].

Об'єктом енергетичного аудиту може бути установа різної форми власності, підприємство[1].

Призначення енергетичного аудиту полягає у розв'язанні наступних задач:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів[2].

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це господарськими об'єктами. Він може проводитися за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством[2].

Під час даного енергетичного обстеження предметом досліджень є системи тепло- та електропостачання, гарячого та холодного водопостачання і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Основною метою енергетичного обстеження є пошук можливостей енергозбереження і допомога господарським суб'єктам у визначенні напрямків ефективного енергозбереження [3].

Санация будівель - програма міського будівництва, направлена на поліпшення умов життя у непорядкованих будинках і районах, а також реконструкцію та модернізацію застарілих будівель, задля підвищення їх енергоощадності. Через загалом незадовільний стан огорожуючих конструкцій шкіл в роботі вирішується проблема підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівель з використанням різних систем їх теплозабезпечення з оцінюванням економічної доцільності їх експлуатації за різних кліматичних умов та інших техніко-економічних факторів.

Актуальність теми

Раціональне 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.

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

Зв'язок роботи з науковими програмами

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. Однією з таких є робота 53.17.01-01.18/20.3П «Модель системи управління ефективністю та прогнозування використання електричної енергії». Зменшення споживання електричної енергії є одним із дієвих шляхів забезпечення економічно-ефективної діяльності інфраструктури міста чи селища. Виходячи з цього, прогнозування електроспоживання є одним із найважливіших етапів управління ефективним використанням енергетичних ресурсів на підприємствах, оскільки напрями

управляючих дій зручно обирати на основі отриманих прогнозівможливих змін кількісних характеристик. Прогнозування електроспоживання може здійснюватись на основі різних методів. Від вибору оптимального методу прогнозування залежить забезпечення раціонального споживання електричної енергії підприємствами на певний період та дієвість управління споживання електричної енергії підприємств, що підтверджує актуальність обраної теми дослідження та її практичну значущість для енергозбереження в Україні. Проблемам прогнозування споживання електричної енергії присвячені численні наукові праці вчених і практиків . Наявні джерела вказують на те, що вдосконалення апарату прогнозування споживання обсягу електричної енергії для конкретного підприємства є актуальним. В процесі управління певним явищем, — дієвим інструментом є прогнозування поведінки цього явища. Тому, на сьогодні, одним з найактуальніших класів математичних моделей є клас прогнозних моделей. У загальному випадку однією з особливостей прогнозних моделей є рекурсивність. Зміст рекурсивності заключається в тому, що по мірі надходження нових даних, оновлюється статистична база прогнозу моделі і використовуючи «передісторію» перераховуються оцінки всіх параметрів моделі.

Мета і задачі дослідження

Метою проведення досліджень є підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій та розробки заходів щодо підвищення їх теплозахисних властивостей, аналізу фактичного споживання 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.

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 можливої модернізації огорожуючих конструкцій та систем 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.

Об'єктом дослідження є система тепlopостачання будівель комунальної установи Сумська спеціалізована школа I-III ступенів №2 ім. Д. Косаренка м. Суми

Предметом дослідження в роботі є енергетичні процеси, які відбуваються в досліджуваних будівлях та приміщеннях, а також у систематичних процесів.

Методи дослідження. Аналіз енергетичних процесів ґрунтується на базі методів інструментального дослідження, статистичних методах обробки даних, методах числового математичного моделювання енергетичних процесів.

Склад робіт енергетичного обстеження, які проводилися на об'єкті:

вивчення проектної документації;

вивчення складу ПЕР, що використовуються на досліджуваному об'єкті;

ознайомлення з умовами використання ПЕР;

перевірка наявності актів здачі в експлуатацію вузлів обліку ПЕР;

техніко-економічне порівняння обсягів споживання ПЕР із нормованими значеннями; проведення аналізу відповідності фактичних обсягів енергоспоживання досліджуваного об'єкту нормованим показникам, що діють на території України.

Проведено розроблення енергозберігаючих заходів з економії ПЕР для наближення споживання енергоресурсів до нормованих показників та їх розрахункове обґрунтування.

Розрахунково обчислено скорочення споживання енергоресурсів з корегуванням по відношенню до базового рівня енергоспоживання .

Проведено економічний розрахунок щодо фінансового обґрунтування розроблених заходів з енергозбереження, та визначення можливих термінів окупності після їх впровадження (простий та дисконтований строк окупності на базі прогнозованих тарифів, чиста приведена вартість, рентабельність заходу) .

Новизна (наукова) отриманих результатів полягає в наступному:

- Отримані нові статистичні дані щодо енергоспоживання будівлями і залежності від умов їх експлуатації та змінних кліматичних параметрів навколишнього середовища;
- Проведено математичне моделювання умов функціонування системи теплоспоживання будівлі;
- Запропоновано уточнену методику розрахунку теплового стану будівлі;
- Запропоновано та обраховано декілька альтернативних варіантів енергозабезпечення будівлі;
- Запропоновано алгоритм вибору варіантів енергозабезпечення будівлі у залежності від можливих об'ємів використання альтернативних видів енергії та їх вартісних показників використання на поточний момент часу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- Запропоновано уточнену методику оцінювання технічного стану будівлі, яка дозволяє визначати базове енергоспоживання будівлею та системами її енергозабезпечення;
- Запропоновано уточнену структуру показників оцінювання доцільності застосування різних варіацій енергоносіїв для енергозабезпечення існуючих будівель;
- Запропоновано уточнений алгоритм системи моніторингу та прогнозування енергоспоживання будівлею.

Особистий внесок магістра (автора). Автором зібрано статистичні вихідні дані щодо функціонування систем споживання будівлі. Проаналізовано режими енергоспоживання, визначено питомі величини показників енергоспоживання. Проведено порівняльний аналіз режимів

енергоспоживання та витрати енергоресурсів з чинними в Україні нормативними показниками. Розроблено математичні моделі функціонування систем енергоспоживання будівель. Розроблено енергоспоживаючі заходи щодо раціоналізації енергоспоживання у відповідності до режимів функціонування будівель та змінних кліматичних умов. Виконано необхідна економічні розрахунки. Зроблено висновки за результатами проведеної роботи.

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та 4 додатків. Загальний обсяг роботи складає 57 сторінок тексту, 6 рисунків, 7 таблиць.

РОЗДІЛ 1. ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ОБ'ЄКТУ

Аналіз енергетичного стану будівель (приміщень), факторів, що на нього впливають, аналіз стану енергетичних процесів, який проведено у процесі виконання роботи ґрунтується на базі методів числового математичного моделювання енергетичних процесів.

Сумська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №2 ім. Д. Косаренка (ССШ №2) є комунальною установою Сумської міської ради. Будівля розташована за адресою:

вул. Г. Кондратьєва, 76, м. Суми, 40021.

Телефон: (0542) 22-45-04.

Сайт: schoolsumy2.klasna.com.

ССШ №2 розташована в цегляній триповерховій будівлі, яка була введена в експлуатацію в 1976 році. Це типова споруда, обладнана відповідними інженерними мережами та технічним устаткуванням для забезпечення належних санітарно-побутових умов учнів та працюючих. Конструктивно приміщення школи складається з п'яти блоків (додаток А). За функціональним призначенням у шкільному приміщенні відрізняють основні (класні кімнати, навчальні кабінети, лабораторії, спортивна зала, майстерні для трудового навчання) та допоміжні (приміщення для денного сну шестиліток, роздягальні, бібліотека, медичний кабінет, їдальня, туалетні кімнати та ін.) приміщення.

Характеристики будівлі:

- площа вікон – 1448,28 м²;
- опалювальна площа – 6981,17 м²;
- опалювальний об'єм будівлі – 23570,37 м³;
- площа забудови – 3174,56 м²;
- об'єм забудови за зовнішніми обмірами – 29154,29 м³.

ССШ №2 має 4 орендарів:

- ЧП Закоптелов;
- Центр фізичного здоров'я населення;
- ФОП Овчаренко;
- Федерація естетичної гімнастики.

Загальна кількість учнів у навчальному закладі – 871 осіб.

Кількість вчителів, які працюють у навчальному закладі – 74 осіб.

Кількість обслуговуючого персоналу у будівлі – 36 осіб.

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Вихідні дні: субота, неділя. Робочий графік роботи закладу: з 8⁰⁰ години до 18⁰⁰ години. Обідня перерва для адміністрації: 12⁰⁰ – 13⁰⁰. На вахті в будівлі з 8⁰⁰ до 15⁰⁰ чергує охоронець, вночі – вахтер.

Архітектурно-планувальна конструкція не відповідає сучасним вимогам енергоефективності експлуатації будівлі. А саме, великі площі віконних прорізів. Вказаний фактор обумовлює погіршення умов тепломасовологісного стану всієї будівлі у цілому.

Технічна характеристика огорожувальних конструкцій будівлі ССШ №2 представлена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальна технічна характеристика огорожувальних конструкцій будівлі ССШ №2

№ п/п	Найменування частин будинку	Коротка технічна характеристика
1	Фундамент	Збірні залізобетонні і бетонні блоки
2	Зовнішні стіни	Цегляні, керамічна плитка оштукатурені цементно-піщаним розчином, пофарбовані
3	Внутрішні стіни	Цегляні, оштукатурені цементно-піщаним розчином, пофарбовані
4	Касетний фасад	Базальтові плити, металей лист
5	Перекрыття	Залізобетонні плити
6	Перегородки	Гіпсобетонні панелі, цегляні
7	Суміщене перекрыття	Залізобетонна плита, гравій керамзитовий, руберойд
8	Підлога	Керамічна плитка, лінолеум
9	Вікна	Однокамерні металопластикові зі звичайним склом

Висновки за розділом 1.

При вивченні проектної документації і подальшого її зіставлення з дійсним станом будівель, які обстежуються, було встановлено, що за час експлуатації об'єктів змін у загальну конструкцію стін внесено не було, що свідчить про відповідність стану огорожувальних конструкцій до проектних вимог на час будівництва. Дійсні параметри опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель школи не відповідають чинним на даний час величинам щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій [4](див. табл. 3.1). Прийняті для застосування у подальших дослідженнях при виконанні роботи методи та методики досліджень, інструментарій є загальновизнаними та дають можливість однозначно визначати 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 проведення досліджень.

РОЗДІЛ 2. ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ПАЛИВНО ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА ДОСЛІДЖУВАНОМУ ОБ'ЄКТІ

Загальна характеристика досліджуваного об'єкту, основні показники та режими функціонування. Аналіз показників фактичного енергетичного стану будівлі та її систем енергоспоживання.

Об'єктом дослідження є будівля ССШ №2 та її системи енергозабезпечення.

2.1 Характеристика систем енергозабезпечення об'єкту

Основними системами, що забезпечують функціонування будівлі ССШ №2, являються системи теплопостачання, електропостачання, водопостачання, вентиляційна система (вентиляційна система їдальні – механічна) та система водовідведення (каналізації). Система водовідведення – централізована.

Система теплопостачання

Теплопостачання ССШ №2 здійснюється централізовано згідно договору №336-Т від 12.02.2015 про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго».

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеному у блоці №4. Приєднання будівлі до зовнішніх мереж здійснюється через вузол прийому тепла.

Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, частково ізольовані мінеральними плитами товщиною 40 мм з наступною обгорткою руберойдом і склотканиною.

Система опалення водяна, однотрубна з нижньою розводкою магістралей П-подібними стояками, зі штучною циркуляцією води, тупикова.

Магістральні розподільчі трубопроводи, прокладені під стелею технічного підпілля.

Досліджувана система опалення включає наступне устаткування:

- подавальні стояки;
- підводки;
- опалювальні прилади;
- запірно-регулююча арматура;
- елеваторний вузол
- вузол обліку
- зворотний трубопровід.
- фільтр

В якості опалювальних приладів використовуються в основному чавунні секційні радіатори М-140. Опалення сходових клітин здійснюється циркуляційними повітрянагрівачами із ребристих труб. Опалювальні прилади розташовані в нішах під вікнами в кожному приміщенні.

Фільтр перед водоміром очищується своєчасно в процесі експлуатації за необхідністю. Необхідність чистки визначається за зменшенням показника витрати води чи за збільшенням різниці показань манометрів до та після водоміра та фільтра.

Доступ до опалювальних приладів необмежений, але у спортивних залах перед приладами встановлені захисні дерев'яні панелі, які погіршують якість теплопередачі від опалювального приладу до внутрішнього повітря.

Система водопостачання та водовідведення (каналізації)

Постачання води до ССШ №2 здійснюється централізовано від мереж КП «Міськводоканал». Подача води забезпечується за рахунок тиску зовнішньої водопровідної мережі. Об'єми споживання води обраховуються лічильником, що належить закладу.

Внутрішня мережа холодного водопостачання складається з наступних елементів:

- ввід водопроводу в будівлю;

- пункт обліку з лічильником;
- розподільні мережі трубопроводів, виконані зі сталевих труб;
- запірно-регулююча арматура (засувки, вентилі).

Система централізованого гарячого водопостачання відсутня. В індивідуальному тепловому пункті встановлено кожухотрубний теплообмінник, у якому здійснюється нагрівання холодної води з міського водогону для технічних потреб. Вузол обліку теплової енергії розташований у тепловому пункті в підвальному приміщенні блоку №4. Встановлено багатофункціональний електронний лічильник тепла типу «PREMEX». Для їдальні вода нагрівається електричним побутовим водонагрівачем ЕВАД 100/1,6Р Termal F. Технічні характеристики водопідігрівальної установки наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики водопідігрівальної установки

Параметри	Значення
Марка підігрівача	12 ОСТ 34-588-68
Кількість секцій	2 шт.
Зовнішній діаметр корпусу секції	219 мм
Тепловий потік секції	238,4 кВт
Площа нагріву однієї секції	12 м ²
Довжина трубок	4000 мм
Кількість трубок в секції	64 шт.

Система електропостачання

Електропостачання навчального корпусу ССШ №2 здійснюється на підставі договору з ПАТ «Сумиобленерго».

Джерелом постачання електроенергії будівлі ССШ №2 є трансформаторна підстанція ТП-350, яка знаходиться на балансі ПАТ «Сумиобленерго».

До будівлі під землею прокладені два кабелі АПВБ 3-35+1-25 з трьома алюмінієвими жилами перерізом 35 мм² для підведення електричної енергії

А—Алюмінієва жила

Пв — Ізоляція жил із зшитого поліетилену

Б — Броня з двох сталєних стрічок.

Комерційний облік спожитої активної електричної енергії на даний момент здійснюється за допомогою трьох встановлених лічильників активної енергії «Меркурій 230».

Власні трансформатори на балансі закладу відсутні.

2.2 Ознайомлення з умовами використання ПЕР

Система теплопостачання

Джерелом теплопостачання закладу є ТОВ «Сумитеплоенерго».

Тариф за тепло (на період енергетичного обстеження) – 1585,97 грн./Гкал (з ПДВ).

Згідно договору з ТОВ «Сумитеплоенерго» щомісячно заклад отримує акт прийому-передачі теплової енергії та рахунок за спожиту теплову енергію. Розрахунок за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

Вузол обліку теплової енергії розташований у тепловій пункті в підвальному приміщенні блоку №4 (див. додаток А), де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж.

Технічними умовами передбачено встановлення багатофункціонального електронного лічильника тепла типу «QALCO(SKS-3)».

До складу теплолічильника входять:

- теплообчислювач QALCOMET HEAT 1;

- два термоперетворювача опору QALCOMET FLOW 1 та QALCOMAG FLOW 2 ;

Основними завданнями персоналу, що обслуговує теплопункт є:

- нагляд за технічним станом устаткування, його роботою, регулювання;
- зняття показань лічильника;
- спостереження за параметрами теплоносія з метою забезпечення надійного і якісного теплопостачання, раціонального використання енергії.

Відповідальний за теплогосподарство і теплозабезпечення в ССШ №2 – заступник директора з господарчої частини.

Періодичність повірки лічильника – один раз на 3 роки.

Система холодного водопостачання та водовідведення (каналізації)

Постачання холодної води та водовідведення здійснюється згідно договору №3034 від 02.12.2009 р. на водопостачання та прийом стічних вод, який укладено з КП «Міськводоканал».

Сумарний тариф на холодну воду та водовідведення (на період енергетичного обстеження) – 14,02 грн./м³ (з ПДВ).

Кількість спожитої холодної води визначається лічильником обліку холодної води SENSUS Mn Qn 10/40, що встановлений на ввіді у підвальному приміщенні ССШ №2.

Періодичність повірки лічильника – один раз на 3 роки.

Система електропостачання

Електропостачання ССШ №2 здійснюється згідно договору №4000 від 12.01.2010 р. про постачання електричної енергії, який укладено з ПАТ «Сумиобленерго».

Облік спожитої електроенергії здійснюється згідно з вимогами ПУЕ та ПКЕЕ.

Оплата за спожиту електроенергію здійснюється щомісячно, на основі показань приладів обліку і рахунків від енергопостачальної організації (розрахунковий період – місяць).

Комерційний облік спожитої активної електричної енергії на даний момент здійснюється за допомогою трьох встановлених лічильників активної енергії «НІК-ЕЛЕКТРОНІКА».

Тариф на електроенергію (на період енергетичного обстеження) – 2,8438 грн./кВт·год.

Лічильники реактивної потужності в закладі відсутні, тому об'єми споживання реактивної електроенергії, величину оплати за реактивну потужність розраховує ПАТ «Сумиобленерго».

У штаті працівників закладу наявний працівник з групою допуску для виконання оперативної роботи по електрогосподарству.

2.3 Перевірка наявності актів здачі вузлів обліку паливно енергетичних ресурсів

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води ССШ №2 визнано придатними (згідно з ДСТУ 3339-96) до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника на тепло – 13 жовтня 2018 року;
- повірка лічильника на воду – 13 вересня 2017 року;
- повірка лічильників не електричну енергію – 13 жовтня 2017 року.

Повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».

Висновки за розділом 2.

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

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ОБ'ЄКТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

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 у залежності від часу та умов споживання.

3.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Величина теплової енергії, яка була спожита за період останнього опалювального року (період 2018-2019 року, 181 доба) становить 815,66 Гкал.

На рисунку 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2016 – 2019 роки та частково за 2019 рік (за даними журналу обліку закладу див. Додаток Б).

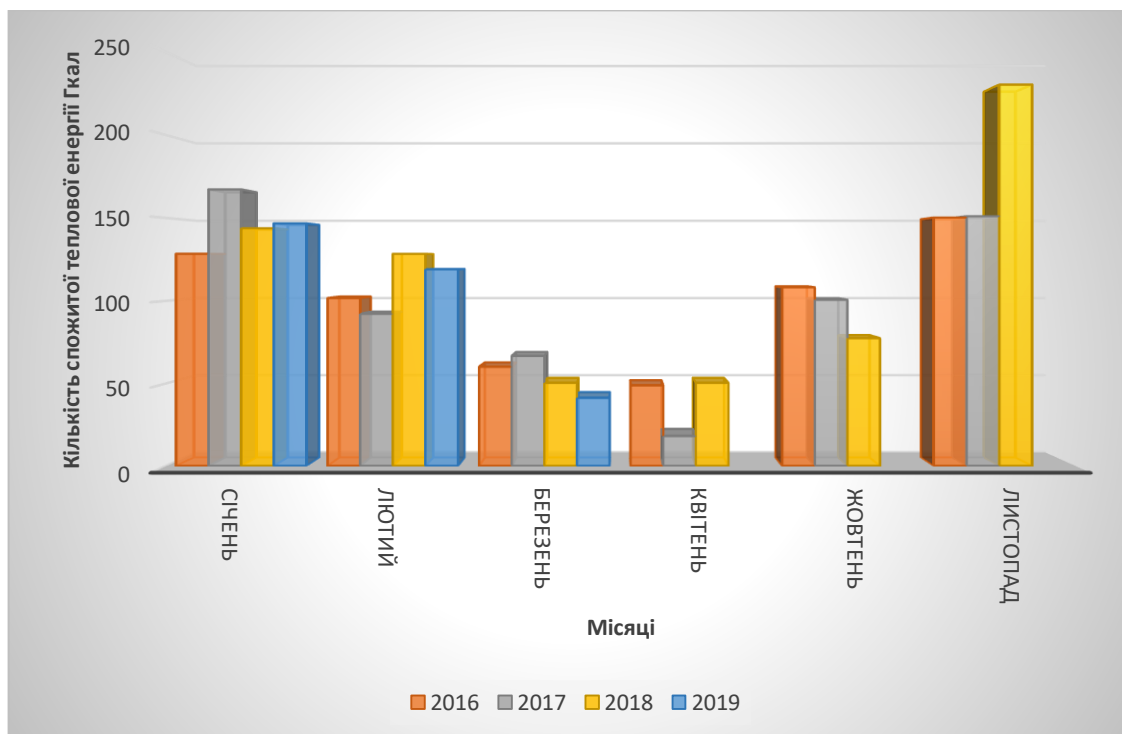


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2016 – 2019 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень(перепад в листопаді можна пояснити зміною графіку подачі показників лічильника).

За даними лічильника теплового вузла у блоці №4 треба відмітити, що протягом останніх років у відповідні місяці спостерігається незначна розбіжність у динаміці споживання теплової енергії.

3.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

На рис. 2.2 наведена динаміка споживання електричної енергії навчальним закладом за 2016-2019 роки.

Нерівномірності в споживанні електроенергії пов'язані з тим, що школа працює у дві зміни, тому значна кількість електричної енергії, особливо у зимовий період іде на освітлення приміщень (див. рис. 2.2 і рис. 2.3). У літній період використання електричної енергії значно знижується, тому що починаються канікули, вчителі йдуть на відпочинок, зменшується використання комп'ютерних класів та штучного освітлення. Електрична енергія використовується лише для забезпечення штучним освітленням тиру та на проведення ремонтів в шкільних кабінетах.

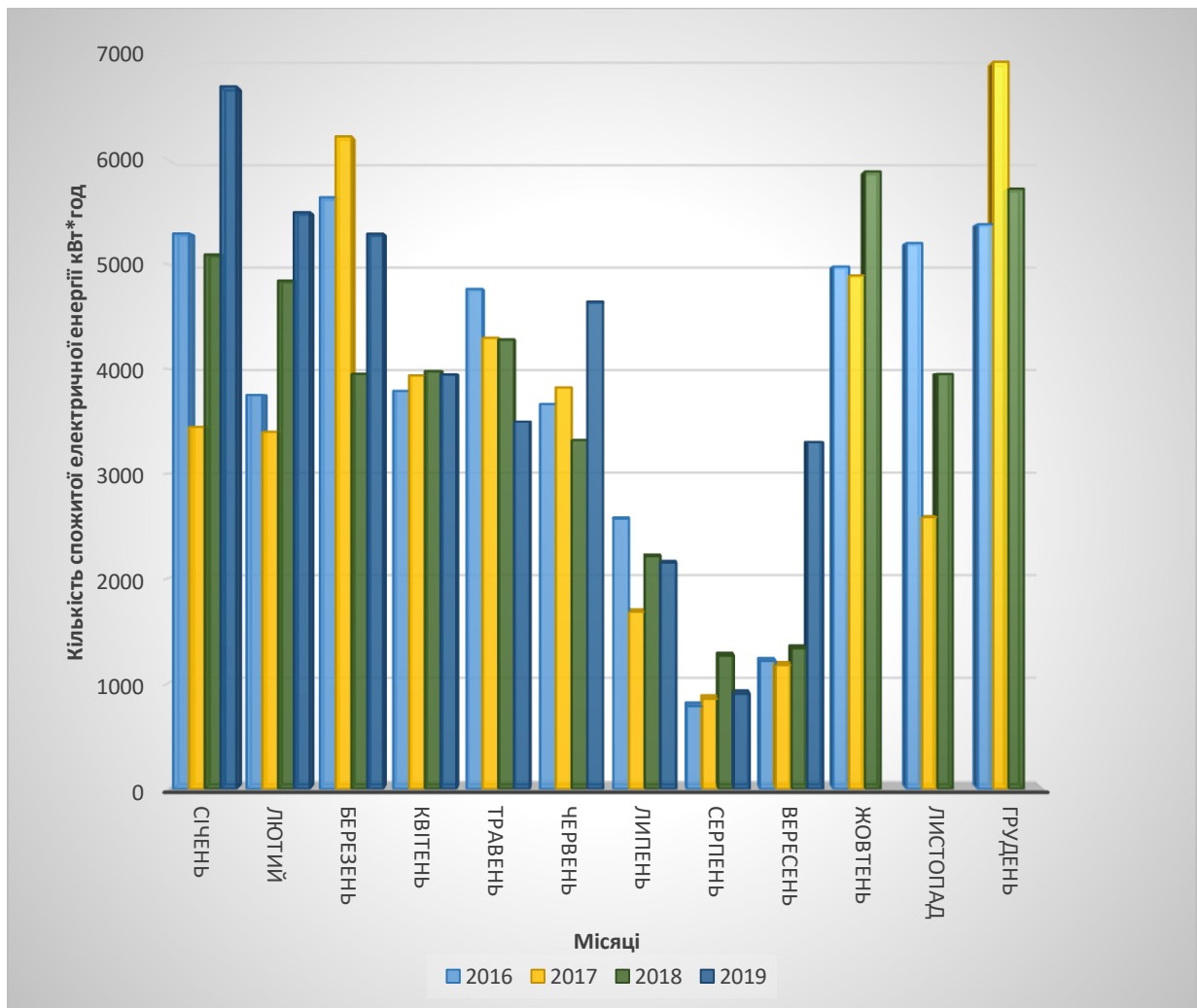


Рисунок 2.2 – Динаміка споживання електричної енергії школою за 2016-2019 роки

3.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

На рис. 2.3 наведена динаміка споживання холодної води навчальним закладом за 2016-2019 роки.

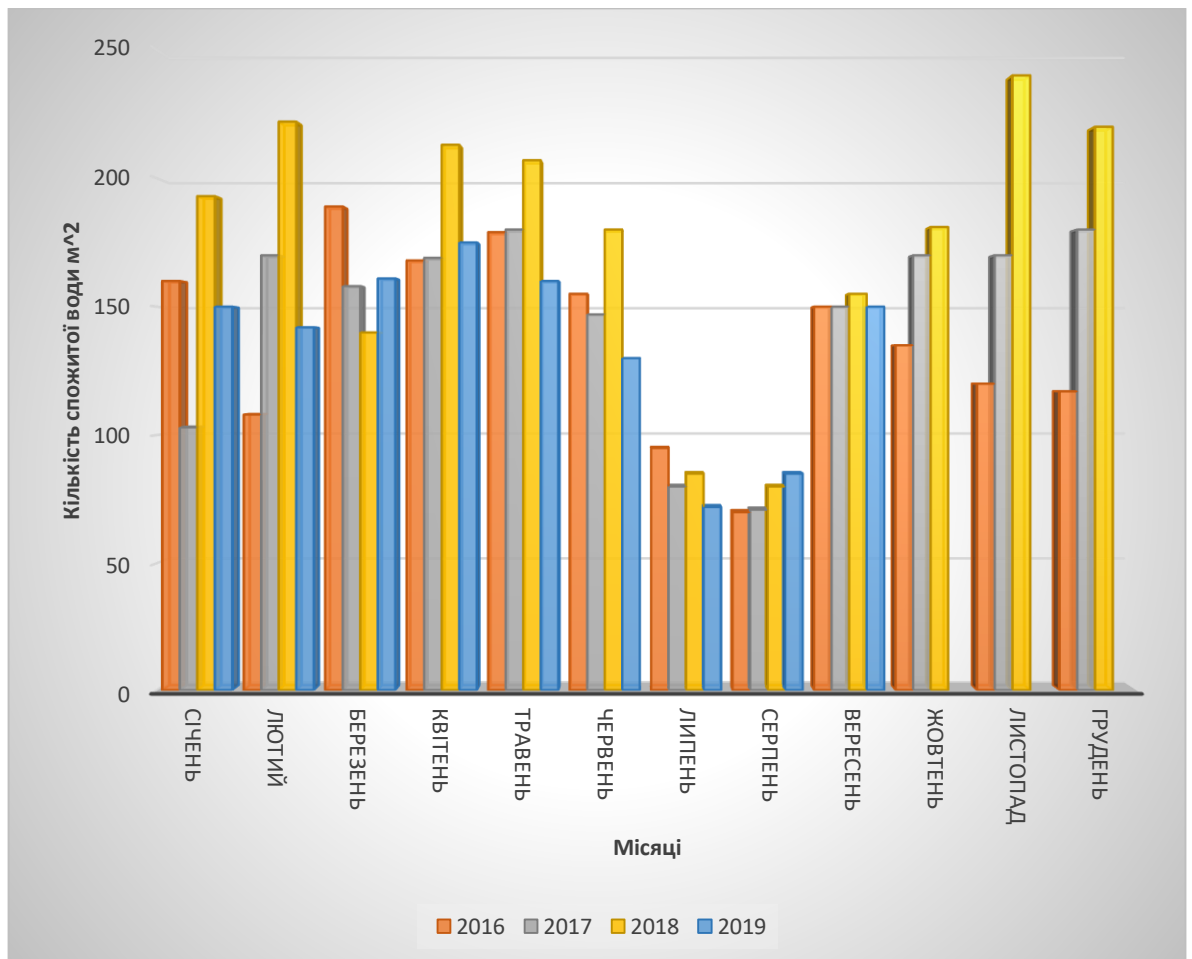


Рисунок 2.3 – Динаміка споживання холодної води навчальним закладом за 2016-2019 роки

Аналіз гістограми рис. 2.3 показує загальну тенденцію споживання холодної води на об'єкті. Витрати води у будівлі залежать від графіку роботи, розкладу занять та графіку навчального процесу, кількості працівників, учнів та відвідувачів, а також від пори року. Протягом останнього року 2 використання води виросло в порівнянні з попереднім, що пов'язано зі збільшенням кількості учнів.

Для надання загальної характеристики обсягів витрат ПЕР і води та визначення першочергових можливих напрямків економії енергоспоживання, наведено порівняльну діаграму витрат коштів у відсотках на споживання електричної, теплової енергії та холодної води за 2019 рік. Дана діаграма представлена на рис. 2.4

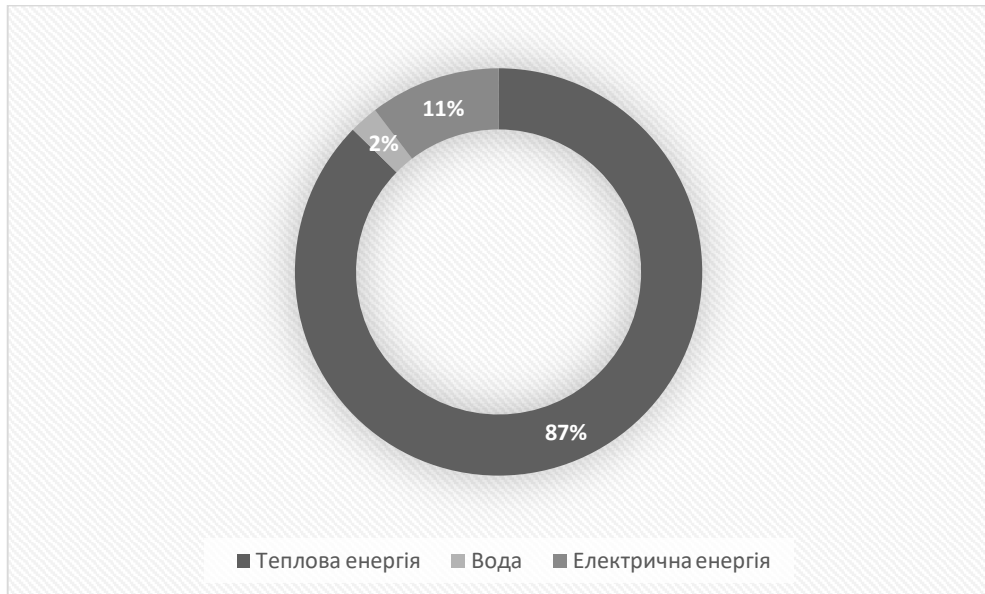


Рисунок 2.4 – Співвідношення витрат коштів на споживання енергоресурсів та води за 2019 рік

3.4 Складання енергетичного теплового балансу об'єкту

Даний розрахунок необхідний для визначення обсягів втрат теплової енергії, щоб встановити потенціал економії споживання енергоносіїв після впровадження енергозберігаючих заходів.

3.4.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [5] та представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елемента		Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність λ_i Вт/(м·К)	$R_{\Sigma np}$, $\frac{M^2 \cdot K}{Bm}$	$R_{q \min}$, $\frac{M^2 \cdot K}{Bm}$
1	Стіна	Неутеплена	Керамічна плитка	0,007	1,1	0,83	3,3
			Цементно-піщаний розчин	0,015	0,81		
			Кладка цегляна глиняна звичайна	0,51	0,81		
			Цементно-піщаний розчин	0,01	0,81		
	Утеплена	Касетний фасад	0,1	0,042	3,3		
2	Суміщене перекриття		Залізобетонна плита	$R_{\Sigma np} = 0,15(M^2 \cdot K) / Bm$		1,59	5,35
			Гравій керамзитовий	0,15	0,12		
			Рубероїд	0,006	0,17		
3	Вікна	Однокамерні металопластикові зі звичайним склом	-	-	0,58	0,75	
4	Підлога		Залізобетонна плита	$R_{\Sigma np} = 0,16(M^2 \cdot K) / Bm$		0,64	3,75
			Керамзитобетон	0,04	0,23		
			Цементно-піщаний розчин	0,025	0,81		
			2 прошарки рубероїду	0,005	0,17		
			Лінолеум на тканинній основі	0,004	0,23		

3.4.2 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання

Для оціночного аналізу теплової характеристики обстежуваної будівлі будь-якого призначення при дійсному стані огорожувальних конструкцій без урахування всіх видів тепловтрат і теплонадходжень її теплову потужність можна розрахувати за збільшеними показниками. Визначена величина теплової потужності використовується при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту застарілої конструкції на об'єкті енергетичного обстеження на сучасний індивідуальний тепловий пункт з елементами автоматичного

керування за режимами теплоспоживання або запровадження системи моніторингу теплоспоживання.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень $t_{в}=21^{\circ}\text{C}$ (за вимогами температурного режиму [6, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря $t_{з.п}=-25^{\circ}\text{C}$ [7].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [8], $\text{Вт}/\text{м}^3\cdot^{\circ}\text{C}$, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\text{ф}} = \frac{P_{\text{б}}}{F_{\text{б}}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{вкн}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\text{б}}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стл}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{пдлг}}} \right), \quad (2.1)$$

де $P_{\text{б}}$ – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

$F_{\text{б}}$ – площа будівлі в межах периметра, м^2 ;

$H_{\text{б}}$ – висота будівлі з урахуванням усіх опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, $\text{м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стл}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, $\text{м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{пдлг}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, $\text{м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{вкн}}$ – опір теплопередачі вікон, $\text{м}^2\cdot\text{K}/\text{В}$ т (див. таблиця 2.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період визначається так [7]:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де V_6 – зовнішній об'єм будівлі, м³;

$t_{\text{в}}$ – температура по приміщеннях будівлі, °С [6, табл.В.2];

$t_{\text{з.р}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С [7];

a – поправковий коефіцієнт, який визначається як [8]:

$$a = 0,54 + \frac{t_{\text{в}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}})} = 0,54 + \frac{21}{(21 - (-25))} = 1,00$$

Максимальна теплова потужність будівлі

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{661,86}{3174,56} \cdot \left(\frac{1}{0,83} + \frac{1}{3,3} + 0,37 \cdot \left(\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{0,83} + \frac{1}{3,3} \right) \right) \right) + \frac{1}{8,4} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1,59} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,64} \right) = 0,51 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°С}$$

$$Q_6 = 1 \cdot 0,51 \cdot 26666 \cdot (21 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 623,47 \text{ кВт}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом визначається, як [9]:

$$Q_{p.оп} = Q_6 \cdot \frac{(t_B^{cp} - t_{cp.п})}{(t_B^{cp} - t_{3,p})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{ год} \quad (2.3)$$

де t_B – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{cp.п}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [7];

$t_{3,p}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [7], °С;

$n_{оп}$ – кількість днів за відповідний період опалення.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2018-2019 року (181 доба, 24 години на добу), при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (16.10.2018 – 15.04.2019) -0,2°С [9] буде становити:

$$Q_{p.оп} = 661,86 \cdot \frac{21 - (-0,2)}{21 - (-25)} \cdot 24 \cdot 181 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 1073,44 \text{ Гкал.}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за опалювальний 2018-2019 рік, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення навчального закладу становлять $Q_{ф.оп}=774.26$ Гкал. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 24%

Встановлений факт значної невідповідності у споживанні теплової енергії дійсних показників з розрахунковими свідчить про те, що навчальний заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання.

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії дійсних показників з розрахунковими свідчить про те, що у січні місяці заклад перейшов на мінімальне споживання теплової енергії (майже в половину) через святкові та вихідні дні. Також зменшення фактичного теплоспоживання

може бути пов'язано з недодержанням температурного графіку у магістральних мережах. Про що свідчить такий факт, що температура теплоносія, який подається у систему опалення, не відповідає затвердженому температурному графіку централізованого теплопостачання, до якого під'єднаний заклад. Даний висновок підтверджується тим, що облікові показники температури теплоносія на вході у тепловий пункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні $59,8^{\circ}\text{C}$ (див. таблиця 2.4). Враховуючи додатково дійсний стан огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 2.1), загальний рівень енергоефективності роботи системи теплоспоживання є низьким.

Розрахункове теплове навантаження на опалення, що відображено в договорі на теплопостачання $0,5284$ Гкал за год, а розрахункове значення отримане в результаті обстежень та розрахунків $0,5362$ Гкал за год.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна для опалення всієї будівлі при температурі 0°C використовуючи тепловий коефіцієнт згідно з графіком подачі теплоносія буде становити:

$$Q_{p.0} = \frac{0,5362}{2,1} = 0,2553 \text{ Гкал/год.}$$

Графічне зображення тепловтрат приведено на рисунку 3.1

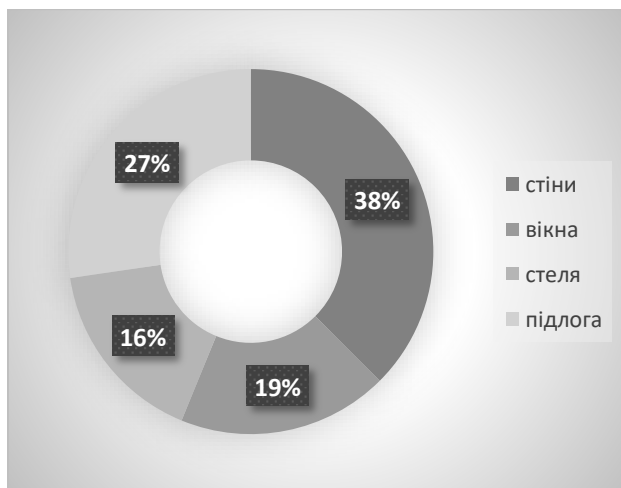


Рисунок 3.1 – Види тепловтрат в будівлі

Висновки за розділом 3.

Проаналізувавши зображену на рис. 2.4 діаграму можна зробити висновок, що найбільше коштів витрачається на теплову енергію (87%). Тому, першочерговим напрямком впровадження енергозберігаючих заходів щодо економії витрат на експлуатацію ССШ №2 є заходи з раціонального використання теплової енергії. Виходячи з проведеного аналізу пропонується розробити та запровадити низку організаційних та техніко-економічних заходів у будівлі та її системах енергоспоживання, у т.ч. 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.

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Основні заходи спрямовані на підвищення ефективності споживання енергоресурсів та енергії у будівлі.

Результати проведеного аналізу ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі ССШ №2, вказують на необхідність розробки та впровадження низки організаційних та техніко-економічних заходів, які дозволяють підвищити енергоефективність систем енергозабезпечення будівлі у т.ч. 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 огорожувальних конструкцій досліджуваної будівлі. Це в першу чергу стосується:

1. Утеплення зовнішніх стін фасадів будівлі.
2. Утеплення стелі.
3. Встановлення погодозалежного тепlopункту та запровадження чергового режиму опалення будівлі.
4. Промивка труб системи опалення.
5. Встановлення клапанів.
6. Запровадження системи моніторингу споживання електричної енергії.

4.1.1 Утеплення стін і суміщеного перекриття (даху)

У зв'язку з тим, що отримані результати ($R_{\Sigma np} \ll R_{q \min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам (див. Додаток Б), необхідним є проведення відповідних розрахунків щодо заходів з покращення теплозахисних властивостей зовнішніх стін. Виведення показника опору теплопередачі стін на рівень нормативної величини здійснюється за допомогою теплоізоляції огорожувальних конструкцій спеціальними теплоізоляційними матеріалами.

При запровадженні утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами з визначеною товщиною, буде забезпечена

нормативна вимога за величиною опору теплопередачі, що задовольнятиме умову $R_{\Sigma i \delta} \geq R_{q \min}$.

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару δ_{yt} для утеплення огорожувальної конструкції проводиться за формулою [7]:

$$\delta_{yt} = [R_{q \min} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{yt} \quad (2.1)$$

де λ_{yt} – теплопровідність теплоізолюючого матеріалу, Вт/(м · К) [5, 6];

$R_{\Sigma пр}$ – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт;

$R_{q \min}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт [6].

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін навчального закладу, обираємо теплоізоляційний матеріал – мінеральну вату [10] з величиною коефіцієнта теплопровідності $\lambda_{yt}=0,042$ Вт/(м·К):

Товщина теплоізоляції зовнішніх стін становить:

$$\delta_{yt} = [3,3 - 0,83] \cdot 0,042 = 0,104 \text{ м}$$

Найближче більше стандартне значення товщини плит мінеральної вати марки Технофас, що є у продажу – 0,11 м.

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару для суміщеного перекриття (даху) [11]:

$$\delta_{yt} = [5,35 - 1,59] \cdot 0,042 = 0,158 \text{ м}$$

Найближча більша товщина зі стандартних значень товщини плит з базальтової вати – 0,16 м. Обирається теплоізоляційний матеріал – базальтова вата марки Техноніколь Технорұф Н30 (1200×600×160 мм) [11].

Ефект з економії теплової енергії від утеплення огорожувальних конструкцій за опалювальний період розраховується за середньорічним показником температури:

$$Q_{\text{Ек.рік}} = F \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}} - \frac{1}{R_{q\text{min}}} \right) \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.оп}}) \cdot n \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7}, \text{Гкал/рік}$$

де $R_{\Sigma\text{пр}}$ – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (див. Додаток А);

$R_{q\text{min}}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції після теплоізоляції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [6];

F – площа огорожувальної конструкції, яка утеплюється, м^2 ;

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ср.оп}}$ – середньорічна температура опалювального сезону [12], $^{\circ}\text{C}$;

n – кількість днів опалювального сезону.

Ефект з економії теплової енергії від утеплення зовнішніх стін:

$$Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 3414,51 \cdot \left(\frac{1}{0,83} - \frac{1}{3,3} \right) \cdot (21 + 0,2) \cdot 181 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 241,3 \text{ Гкал/рік}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти на рік економія склала:

$$\delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{241,3 \cdot 100}{661,86} = 36 \%$$

Переносимо це процентне співвідношення на фактичну величину споживання теплової енергії за останній опалювальний період, який є базовим рівнем теплоспоживання. Базовий рівень теплоспоживання за 2018-2019 рік – 774,26 Гкал/рік.

Скорегована економія тепла від базового рівня споживання складе:

$$\delta Q_{\text{стн.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{774,26 \cdot 36}{100} = 244,2 \text{ Гкал/рік}$$

Ефект з економії теплової енергії від утеплення суміщеного перекриття:

$$\begin{aligned} Q_{\text{стл}}^{\text{Ек.рік}} &= 3174,56 \cdot \left(\frac{1}{1,59} - \frac{1}{5,35} \right) \cdot (21 - 2,5) \cdot 181 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} \\ &= 109,95 \text{ Гкал/рік} \end{aligned}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти на рік економія склала:

$$\delta Q_{\text{стл}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{109,95 \cdot 100}{774,26} = 16\%$$

Переносимо це процентне співвідношення на реальну кількість споживання тепла за останній опалювальний період, який є базовим рівнем теплоспоживання.

Скорегована річна економія тепла від базового споживання складе:

$$Q_{\text{стл.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{774,26 \cdot 16}{100} = 110 \text{ Гкал/рік}$$

4.1.2 Встановлення чергового режиму опалення

Оскільки на даний момент в школі відсутні прилади для регулювання кількості теплоносія, що потрапляє в систему, будівля може перегріватись або недогріватись. Рекомендується поставити погодозалежний теплоконтроллер типу Bosch CW 400 [13] вартістю 7 488 грн.

Принцип роботи даної системи наступний: в період відсутності людей у приміщенні температура теплоносія зменшується до величини, що забезпечить зниження температури повітря в приміщенні не нижче 12 °С. У цей час надходження теплової енергії у приміщення зменшується. Початок розігріву приміщення відбувається за декілька годин до початку робочого дня. У разі відсутності автономної системи тепlopостачання температура повітря в кімнатах регулюється шляхом зменшення (збільшення) об'єму подачі теплоносія. Приклад графіку режиму роботи чергового опалення наведено на рисунку 4.

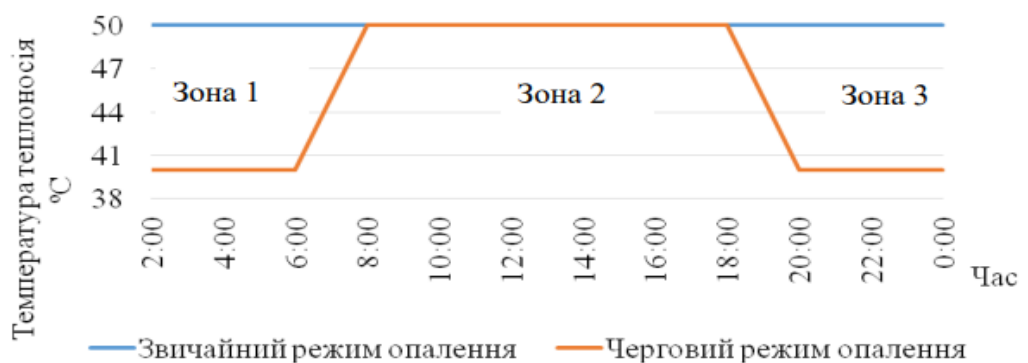


Рисунок 4 – Приклад графіку режиму роботи чергового опалення

Згідно рисунку 4 зниження температури теплоносія відбувається з 18.00 до 06.00, тобто в період відсутності школярів та вчителів в будівлі. Температуру теплоносія можливо зменшити на 10 °С, згідно приведеного вище графіку. Зона 1 та зона 3 ілюструє зменшення витрати теплоносія, або зменшення його температури. За наведеним режимом чергового опалення розрахункова економія теплової енергії може скласти близько 12% її добової витрати. Згідно з дослідженнями [14] економія теплової енергії при проведенні

регулювання температури теплоносія в осінньо-весняний період опалювального сезону складає близько 12%, у зимовий період – 5%, при зниженні температури в приміщенні не менш ніж до 12 °С.

$$Q_{\text{ч.оп}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{774,26 \cdot 9}{100} = 61,07 \text{ Гкал}$$

4.1.3 Промивка системи опалення

За розрахунками, накип товщиною до 1 мм приблизно на 10–15% знижує рівень тепловіддачі [15], що вимагає підвищення температури теплоносія, щоб підтримувати комфортні умови у приміщеннях. Таким чином, розрахункова економія споживання теплової енергії від базового рівня (за 2018-2019 рік – 678,595 Гкал/рік) після якісної промивки системи опалення, буде становити

$$Q_{\text{пс.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{774,26 \cdot 6}{100} = 40,7 \text{ Гкал}$$

4.1.4 Встановлення насадки-аератора на крани для холодної води

З метою зменшення споживання води під час миття рук, брудного посуду та інших побутових потреб пропонується встановити допоміжні насадки-аератора на крани. Що зменшить споживання води на 50% [16].

В будівлі встановлено крани в кількості 15 штук без насадок.

Ціна однієї насадки складає 89 грн [16].

Капітальні затрати на придбання складуть:

$$K = 15 \cdot 89 = 1335 \text{ грн.}$$

4.1.5 Запровадження системи моніторингу споживання електричної енергії.

Для забезпечення контролю та обліку електричної енергії, а також моніторингу споживання в режимі реального часу рекомендується встановити лічильник НІК 2303 АРК1 220/380 (5-10)А 3Ф [17]. Оскільки цей захід спрямовано не на зниження енергоспоживання, а лише на автоматизацію

процесу, данні з витрат на встановлення (2876,40 грн. [17]) буде враховано лише в розрахунку загального терміну окупності всіх заходів.

4.2 Методика розрахунку показників ефективності

Ефективність запропонованих заходів розрахована за допомогою показників:

чиста приведена вартість – NPV ; внутрішня норма дохідності – IRR ; дисконтований період окупності проекту – DPP та індекс прибутковості – PI .

Чиста приведена вартість (NPV – це різниця між сумою дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації інвестиційного заходу та сумою дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для його реалізації. Чиста приведена вартість (NPV) розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k}$$

де n – термін реалізації проекту;

CF_k – чистий вхідний потік коштів (доходи) у k -му році;

r – ставка дисконту;

I_k – інвестиційні витрати у k -му році;

k – порядковий номер року від початку реалізації проекту (заходу).

Внутрішня норма дохідності (IRR) – значення ставки дисконтування, при якому сума дисконтованих інвестиційних витрат дорівнює сумі дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів), або значення показника дисконту, при якому NPV проекту дорівнює нулю.

Внутрішня норма дохідності (IRR) розраховується за формулою:

$$IRR = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1 + IRR)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1 + IRR)^k} = 0$$

де n – термін реалізації проекту (заходу);

CF_k – чистий вхідний потік коштів (доходи) у k -му році;

r – ставка дисконту;

I_k – інвестиційні витрати у k -му році;

k – порядковий номер року від початку реалізації проекту.

На практиці визначення IRR здійснюється за такою формулою:

$$IRR = A + a(B - A)/(a - b)$$

де A – величина ставки дисконту, при якій NPV позитивна;

B – величина ставки дисконту, при якій NPV негативна;

a – величина позитивної NPV при величині ставки дисконту A ;

b – величина негативної NPV при величині ставки дисконту B .

Дисконтований період окупності (DPP) – розраховується як строк до моменту виконання рівності:

$$\sum_{k=1}^{DPP} \frac{CF_k}{(1 + r)^k} = \sum_{k=1}^{DPP} \frac{I_k}{(1 + r)^k} = 0$$

Індекс прибутковості (PI) – це частка від поділу суми дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації заходу на суму дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для реалізації цього заходу.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k}$$

При розрахунках використовувалася норма дисконтування, що дорівнює 17%. Вибір відсоткової ставки здійснено усереднено з позицій альтернативної вартості розміщення коштів на довгостроковому (від 12 місяців) банківському депозиті.

Дохід від реалізації заходів визначався як потенційна економія споживання енергетичних ресурсів у вартісному вираженні в результаті впровадження заходів та амортизаційні нарахування (за наявності). Розмір щорічної амортизації протягом всього терміну використання обладнання прийнято як сталу величину, що розраховується як відношення амортизаційної вартості до корисного строку реалізації проекту (заходу).

Витрати визначалися як сума вартості матеріалів, вартості будівельно-монтажних робіт та витрат на оплату праці (у поточних цінах).

Таблиця 4.1 Критерії оцінки економічної ефективності заходів

Показник	<i>NPV</i>	<i>PI</i>	<i>IRR</i>	<i>PP</i>
Бажане значення	>0, max	>1, max	Max	min

4.3 Показники економічної ефективності заходів з енергозбереження

Утеплення огорожувальних конструкцій

Показники ефективності запропонованих заходів з утеплення огорожувальних конструкцій наведено таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Показники економічної ефективності заходів з утеплення огорожувальних конструкцій ССШ №2

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	2619
Чистий потік коштів в перший рік(CF_k)	тис. грн.	562
Індекс прибутковості		4,66
Внутрішня норма дохідності	%	1,56
Термін окупності	роки, місяці	4 роки 8 місяців

Встановлення чергового режиму опалення

Таблиця 4.3 – Показники економічної ефективності встановлення чергового режиму опалення у ССШ №2

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	7,448
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	8,2
Індекс прибутковості		6,55
Внутрішня норма дохідності	%	1,91
Термін окупності	роки, місяці	8 місяців

Промивка систем опалення

Таблиця 4.4 – Показники економічної ефективності промивки системи опалення у ССШ №2

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	15
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	261,81
Індекс прибутковості		15,45
Внутрішня норма дохідності	%	7,55
Термін окупності	роки, місяці	2 місяці

* вартість проведення робіт з промивки системи обладнання може значно варіюватися залежно від виконавця, технології та складності робіт.

Встановлення насадки-аератора на крани для холодної води

Таблиця 4.5 – Показники економічної ефективності встановлення насадки-аератора на крани для холодної води

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	1,335
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	2,59
Індекс прибутковості		2,99
Внутрішня норма дохідності	%	1,3
Термін окупності	роки, місяці	10 місяців

Показники ефективності для комплексу запропонованих заходів для ССШ №2 наведено в таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Показники економічної ефективності для комплексу запропонованих заходів

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	2876,40
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	879
Індекс прибутковості		1,6
Внутрішня норма дохідності	%	36,3
Термін окупності	роки, місяці	5 років 2 місяці

Результати розрахунків ефективності комплексу запропонованих заходів з енергозбереження свідчать про доцільність їх реалізації.

Впровадження запропонованих заходів має на меті зменшення теплового навантаження будівлі на 58 % від фактичного існуючого.

В разі повного виконання запропонованих заходів, максимальне теплове навантаження будівлі прогнозується на рівні 368 Гкал/год (427984 кВт). Тоді, за вже визначеною методикою, теплоспоживання будівлею упродовж опалювального сезону становитиме 633,5 Гкал (736760,5 кВт). Питоме теплове споживання за опалювальний сезон становитиме 0,3 Гкал/кв.м*сезон (кВт/кв.м.*сезон).

За визначеними показниками будівля має відповідати класу енергоефективності «D» у відповідності до нормативного документу ДСТУ.

Всі подальші розрахунки заходів, пов'язаних з підвищенням енергоефективності системи опалення будівлі, запровадження альтернативних джерел теплозабезпечення мають бути проведені виходячи з вищеназваних розрахункових значень теплового навантаження та питомих величин теплопостачання.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

Під час роботи на виробництві на людину 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. Оскільки енергоаудит може проводитись на будь-якому підприємстві чи об'єкті, всі нижче перераховані фактори можна віднести до шкідливих в залежності від об'єкту енергоаудиту.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

В процесі роботи на підприємстві на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспорт і механізми;
- рухомі незахищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зволоження й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);

- підвищені запыошеність й загазованість повітря;
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвука;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- гострі кромки, задирки й шорсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- відсутність чи нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- знижена контрастність об'єктів в порівнянні з фоном;
- пряма блискість (прожекторне освітлення територій виробництв, світло фар автотранспорту) і відбита блискість (від розливої води й інших рідин на поверхні територій виробництв);
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової й інфрачервоної радіації;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);
- хімічні речовини , що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні чинники (емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів, розумова перенапруга, монотонність праці).

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації.[18]

5.2 Техніка безпеки енергоменеджера при вимірюваннях на об'єкті

Перед включенням електроприладу необхідно візуально перевірити електрошнур на наявність механічних порушень. Електроприлади повинні бути надійно заземлені згідно з правилами улаштування приладу. Забороняється працювати з електроприладами вологими руками. Не залишати електроприлад без нагляду на довгий час, після закінчення роботи перевірити, чи всі прилади вимкнені. При виявленні або виникненні несправності в електроприладі негайно викликати електрика, що обслуговує прилад. Категорично заборонено виконувати будь-які ремонтні роботи самостійно.

Заходи долікарської допомоги після звільнення потерпілого залежать від його стану, її потрібно надавати негайно, по можливості на місці події, одночасно викликавши медичну допомогу. Якщо потерпілий не знепритомнів, потрібно забезпечити йому на деякий час спокій, не дозволяючи рухатись до прибуття лікаря. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але прослуховується пульс, потрібно негайно зробити йому штучне дихання. При відсутності дихання, розширення зіниць і посиніння шкіри потрібно робити штучне дихання і непрямий масаж серця. [19]

забороняється захаращувати сторонніми предметами вентиляційні камери, канали та майданчики;

застосовувані для огляду, очищення або ремонту повітроводів і розташованого на висоті вентиляційного обладнання переносні сходи повинні мати відкидні, міцно закріплюються при роботі стійки; допускається застосування переносних драбин, кінці яких забезпечені гумовими наконечниками або гострими металевими шипами;

при виявленні ударів, підозрілого шуму або вібрації обладнання повинно бути негайно відключений;

забороняється залазити всередину каналів, бункерів, сховищ, охолоджувачів, зволожувачів до повної зупинки установок, звільнення бункерів від пилу і провітрювання внутрішніх частин установок. [20]

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

Проведення евакуаційних заходів у школах має свої характерні особливості. Пов'язано це з тим, що в школі одночасно може перебувати значна кількість людей, тому евакуація з приміщення школи потребує більше часу, ніж евакуація зі звичайного помешкання. В даному випадку надзвичайно важливо, щоб якомога швидше оголосити тривогу.

Потрібно негайно гучним голосом чи за допомогою гучномовця оголосити тривогу. Про виникнення НС інформується, в першу чергу, персонал, який може допомагати при проведенні евакуації людей із приміщення школи. Всі евакуйовані мають збиратися у визначеному місці для проведення переклички. Після оголошення тривоги потрібно викликати рятувальників.

По прибутті рятувального підрозділу його слід поінформувати про кількість евакуйованих із приміщення школи та про місце подій. Рятувальникам потрібно надати план евакуації.

Після сигналу „Тривога" учні повинні звільнити приміщення класу за командою вчителя, відповідального за кабінет. Виходити із класу бажано поодинці. Учні мають залишити школу в супроводі класного керівника. При цьому слід зачиняти вхідні двері, якими ніхто більше не користуватиметься.

Після сигналу тривоги директор школи повинен прибути до заздалегідь визначеного місця збору учнів навчального закладу, куди надходитиме інформація від усіх підрозділів про перебіг евакуації.

Про всяк випадок потрібно також планувати додаткові заходи для евакуації дітей-інвалідів та дітей із неврівноваженим характером.

Якщо під час тривоги класного журналу у вчителя не виявилось, тоді журнал необхідно якомога швидше доправити до місця збору, щоб провести повноцінну перекличку. Усі розмови та пустощі під час здійснення евакуації дітям потрібно заборонити задля того, щоб зайвий шум не заважав дітям чути усі команди та вказівки керівника групи.

На сходах під час руху діти з одного класу повинні триматися разом та організовано спускатися донизу по одній стороні сходів, друга сторона має бути вільною для руху учнів з інших класів, окрім випадку, коли сходи надто вузькі. Забороняється також випереджати групи учнів або окремих людей на сходах, що прямують до виходу.

Усі кухарі та прибиральниці, адміністративний та інший персонал за командою "Тривога" повинні негайно відбути до місця збору.

Без дозволу пожежної охорони забороняється будь-кому залишати місце зібрання чи повертатися до будівлі, що загорілася, окрім випадків, коли потрібно організовувати пошук людей у приміщенні.

Місце збору повинно обиратися заздалегідь. Кожен клас, що прибув до місця збору по тривозі, повинен зайняти визначене місце у строю і не може його змінювати без розпорядження директора. Місце збору слід визначати під накриттям чи в іншій будівлі.

Після прибуття класів до місця збору потрібно одразу здійснити перекличку. Бажано це робити за класним журналом, а кожна відповідальна за евакуацію особа повинна особисто повідомляти директора про кількість евакуйованих.

Якщо когось немає, потрібно негайно розпочати пошуки відсутніх в усіх можливих місцях, де вони б могли перебувати.

Начальника пожежної охорони, що прибув на місце події, повинен зустріти директор і проінформувати його про перебіг евакуації.[21]

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи магістра були проведені енергетичне обстеження системи тепло- та електропостачання, гарячого та холодного водопостачання і надані рекомендації по ефективному споживанню енергоресурсів Сумської спеціалізованій школі №2 I-III ступенів імені Дмитра Косаренка, що розташована за адресою: вул. Г. Кондратьєва, 76, м. Суми.

Під час енергетичного обстеження було проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи тепло-, електро- та водопостачання. В результаті аналізу отриманих даних, було виявлено невідповідність багатьом параметрам з нормативної документації.

Незважаючи на утеплення частини зовнішніх стін споживання теплової енергії виросло в порівнянні з минулим роком. Це можна пояснити зниженням температури цього року, наближенням базового рівня споживання до розрахункового (дод. Б), проте заходи з утеплення дали незначні результати, оскільки приміщення школи охолоджувались через неутеплені стіни та стелю, що і було підтверджено розрахунково.

Були розраховані всі основні види тепловтрат, в результаті яких виведено максимальну теплову потужність будівлі, визначена розрахункова тепла енергія, що необхідна на опалення будівлі при температурі 0°C та її клас енергоефективності (D). Через це були запропоновані наступні заходи:

- утеплення огороджувальних конструкцій будівлі (стін);
- утеплення огороджувальних конструкцій будівлі (перекриття);

Втілення в життя цих заходів дозволить значно скоротити втрати енергоносіїв і, як наслідок, зменшити споживання теплової та електричної енергії.

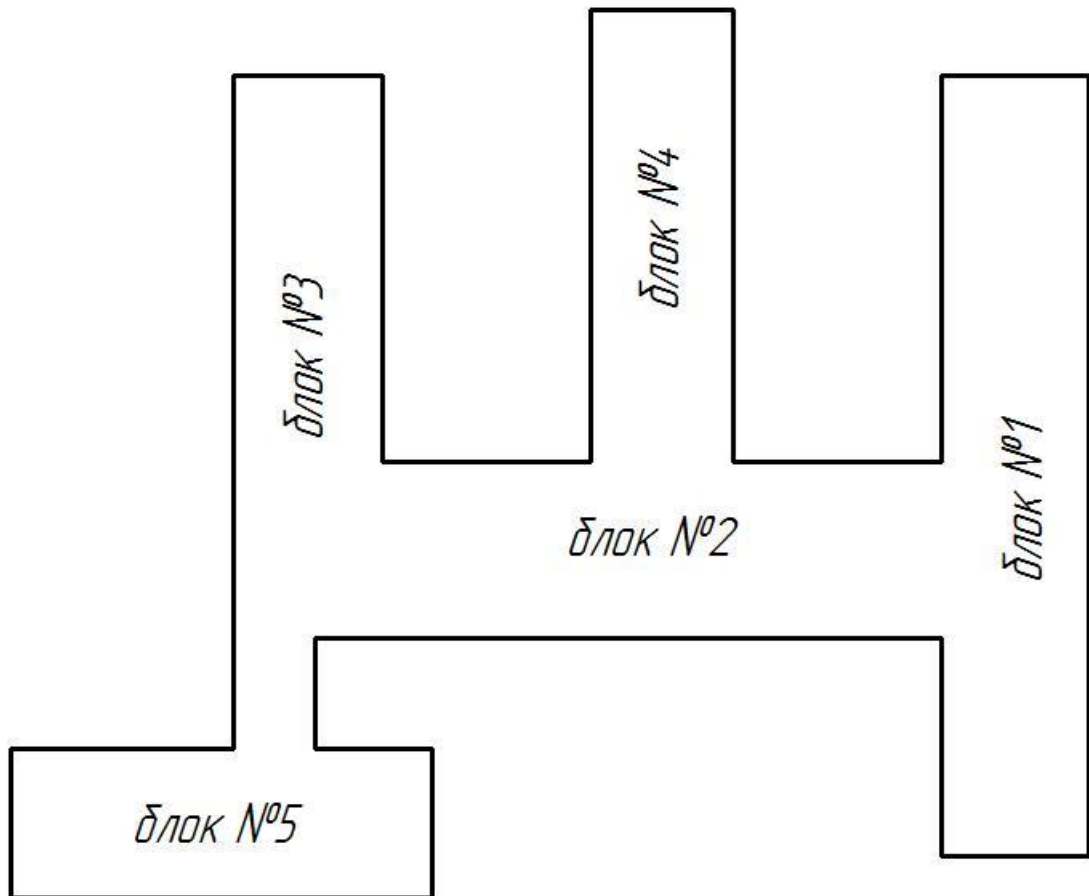
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги";
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
3. Методика проведення енергетичного аудиту закладів освіти. загальні положення. порядок проведення. - МОН України НТУУ "КПІ" Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, К. -2009.
4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
5. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
8. 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.
9. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.

- Введ. 01.07.2009 р. – К.– Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 21 с.
10. ТОВ Прораб [Електронний ресурс]: Базальтовая вата ТЕХНОФАС 1200x600x100мм – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://prorab.poltava.ua/bazaltovaya-vata-tyekhnofas-1200kh600kh100mm-144mkv/>
 11. ТОВ Техно Николь [Електронний ресурс]: Техноніколь Технорұф Н30 (1200×600×160 мм) – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://tstn.com.ua/shop/uteplitel/bazaltovyy-uteplitel/krovelnyj/product/uteplitel-tekhnoruf-n301200kh600kh160-2-plit/>
 12. [Електронний ресурс]: http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах.
 13. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p995768680-pogodozavisimyj-regulyator-bosch.html>
 14. Ахметов Э. Р. Анализ модели работы дежурного отопления как энергосберегающего мероприятия / Ахметов Э. Р. // Энергобезопасность и энергосбережение. - 2014. - № 5. - С. 25-29.
 15. [Електронний ресурс]: <http://enginerishka.ru/energoberezhenie/primenenie-promyvki-dlya-povysheniya-effektivnosti-sistem-otopleniya.html>
 16. [Електронний ресурс]: <https://trendshop.org.ua/p1069503062-ekonomitel-vody-water.html>
 17. [Електронний ресурс]: <https://cutt.ly/Orq1Fk4>
 18. [Електронний ресурс]: <http://km.dsp.gov.ua/news/432-mnmzuvati-nebezpechn-ta-shkdliiv-virobnich-faktori-zavdannya-robotodavcyia.html>
 19. [Електронний ресурс]: <https://buklib.net/books/30658/>
 20. [Електронний ресурс]: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-170-inzhenernoe-oborudovanie/196.htm>
 21. [Електронний ресурс]: http://shevrono.com.ua/viddil_osviti/ohorona_praci/povedinka_pid_chas_nadzv_ichajnih_situacij/?pvi=no

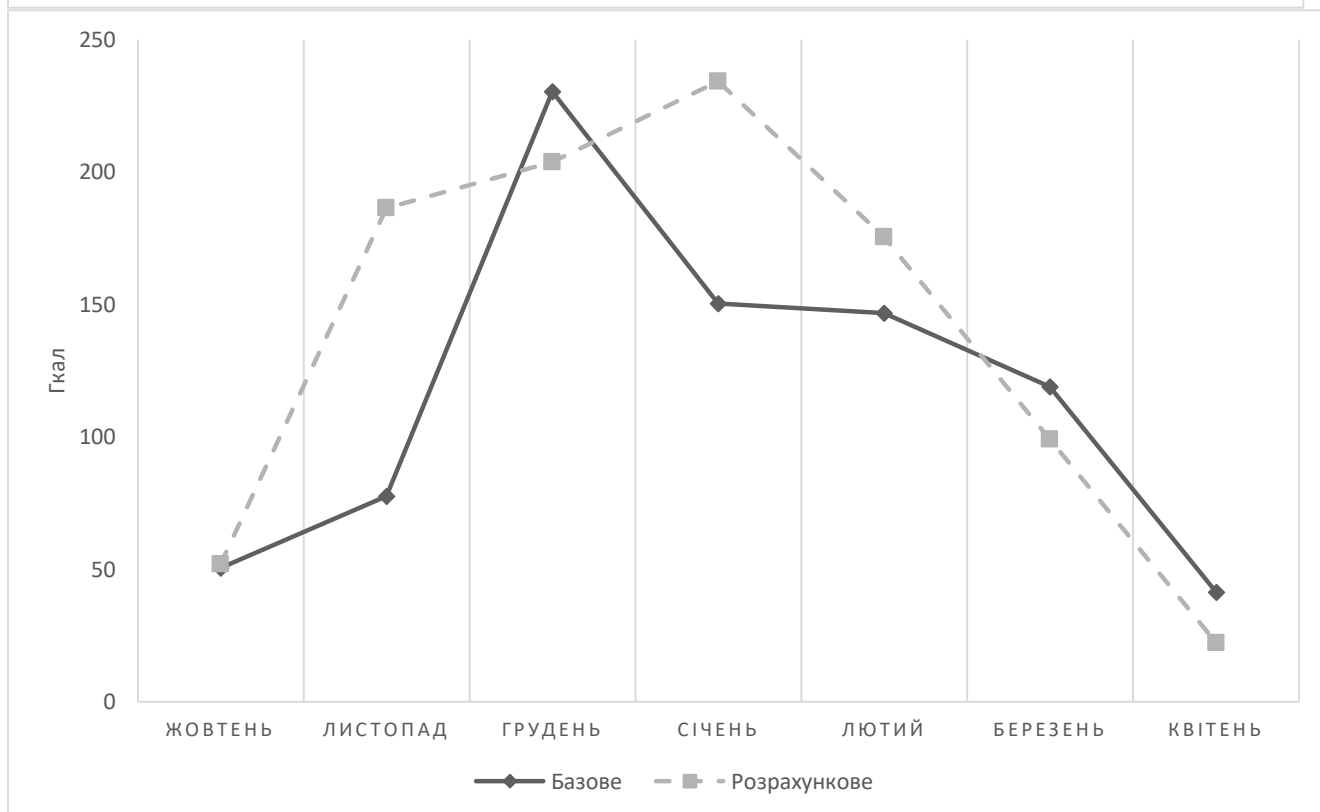
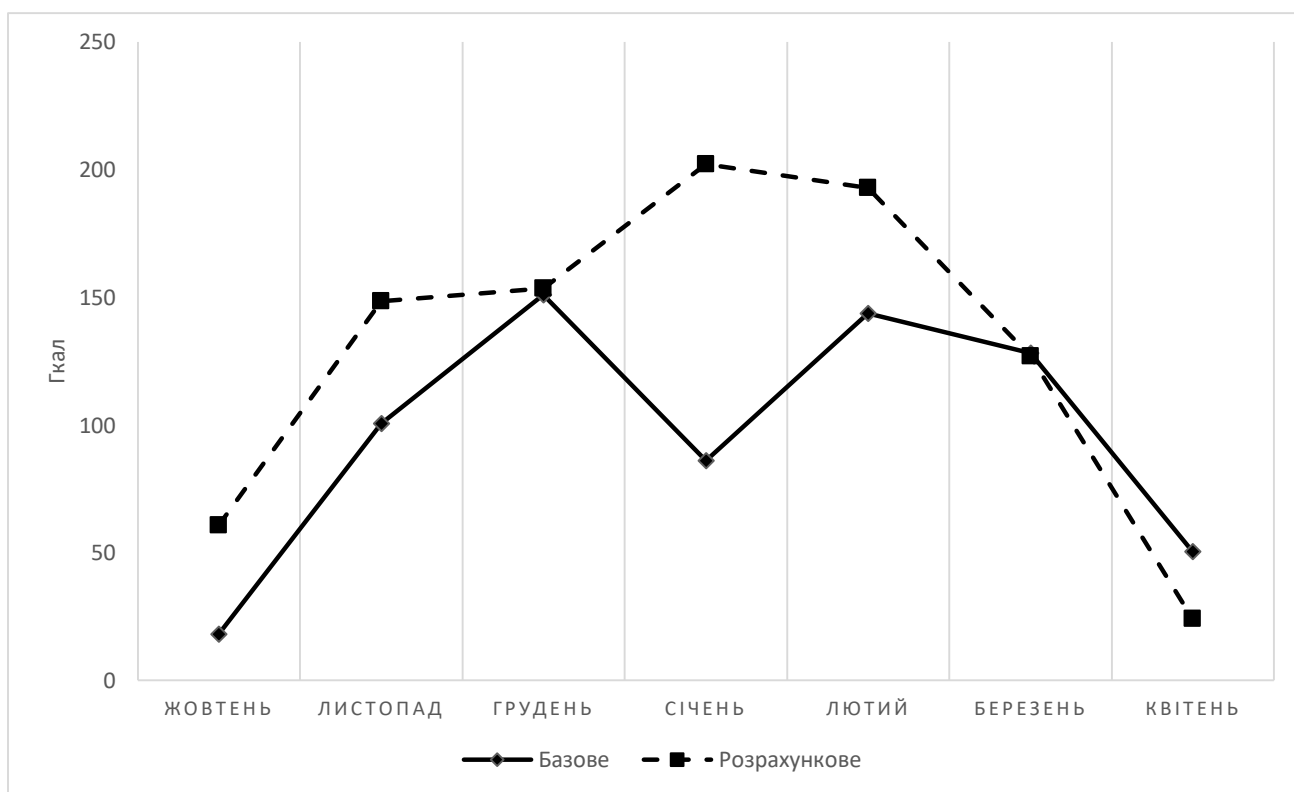
Додаток А

Схематичний поділ на блоки ССШ №2



Додаток Б

Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2017 – 2018(а), 2018-2019(б) роки



Додаток В

Схеми теплового пункту ССШ №2

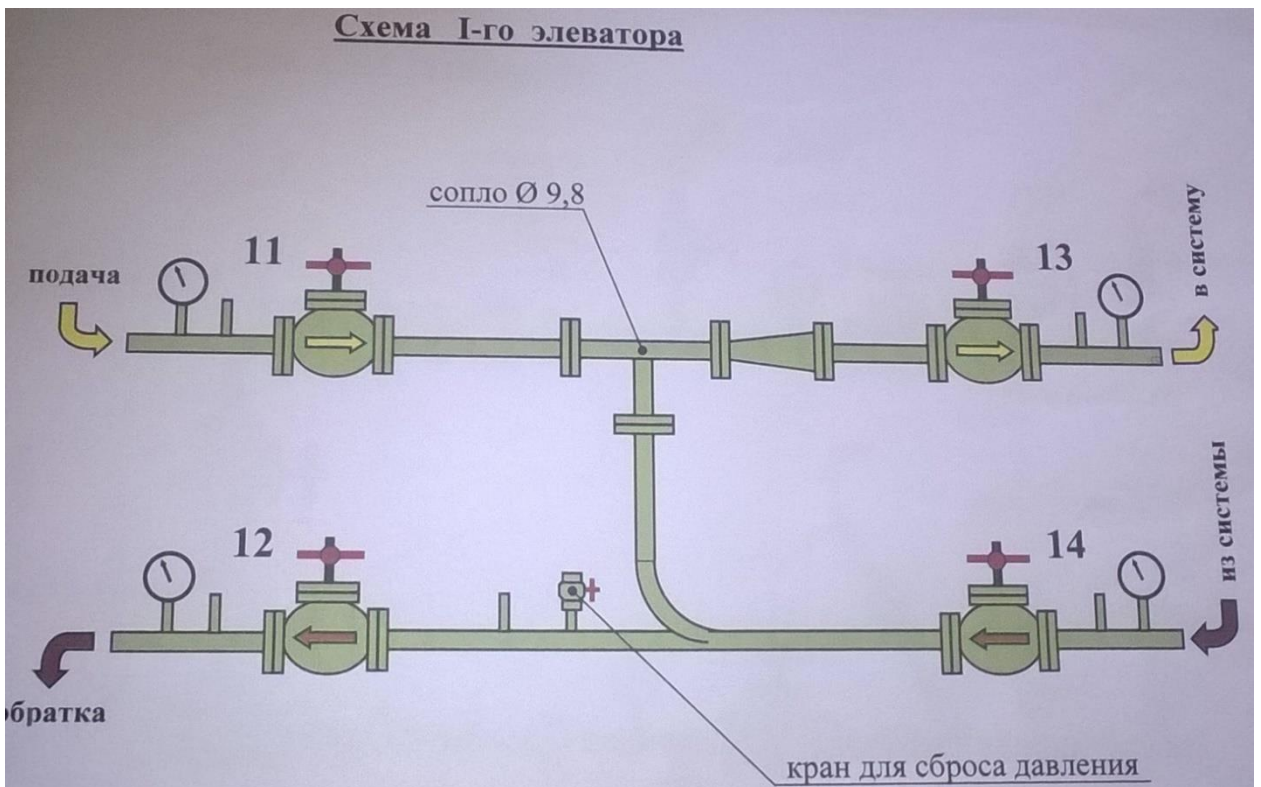
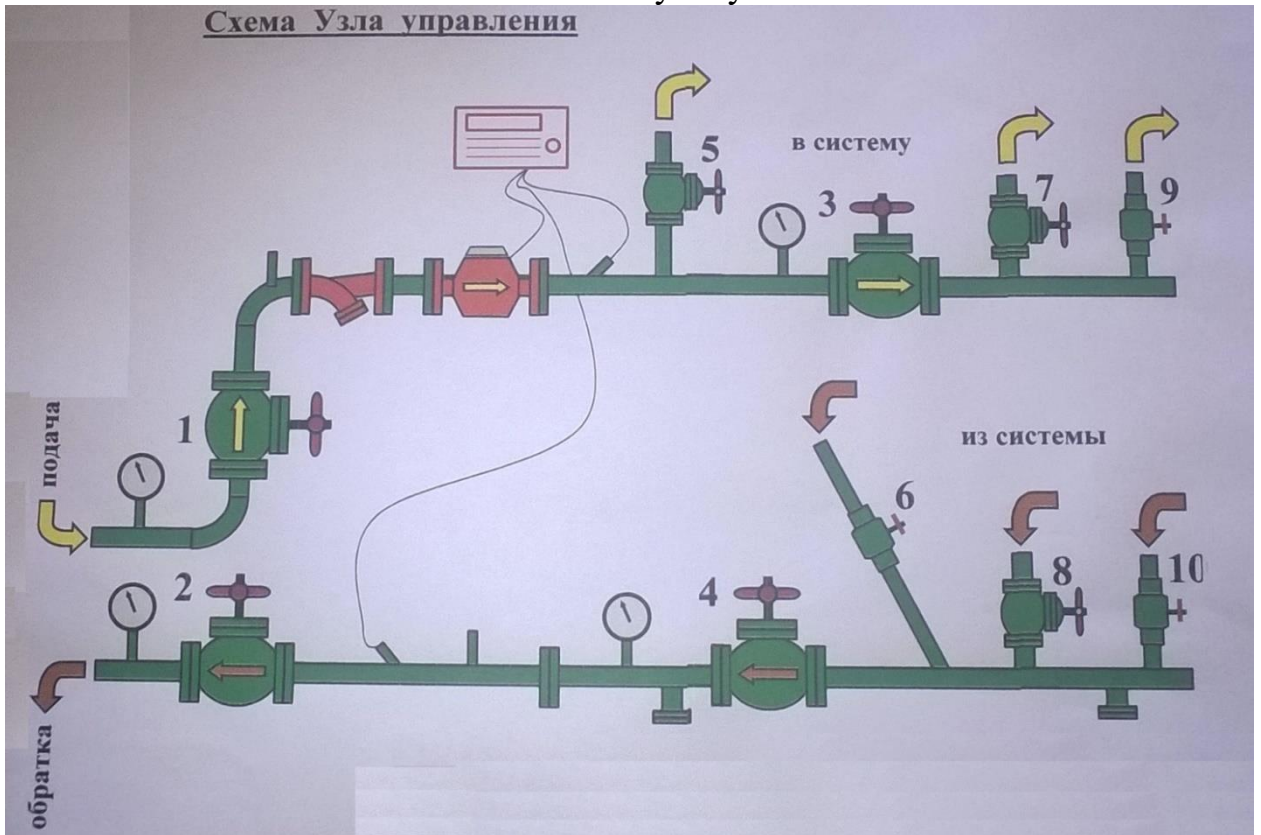


Схема II-го элеватора

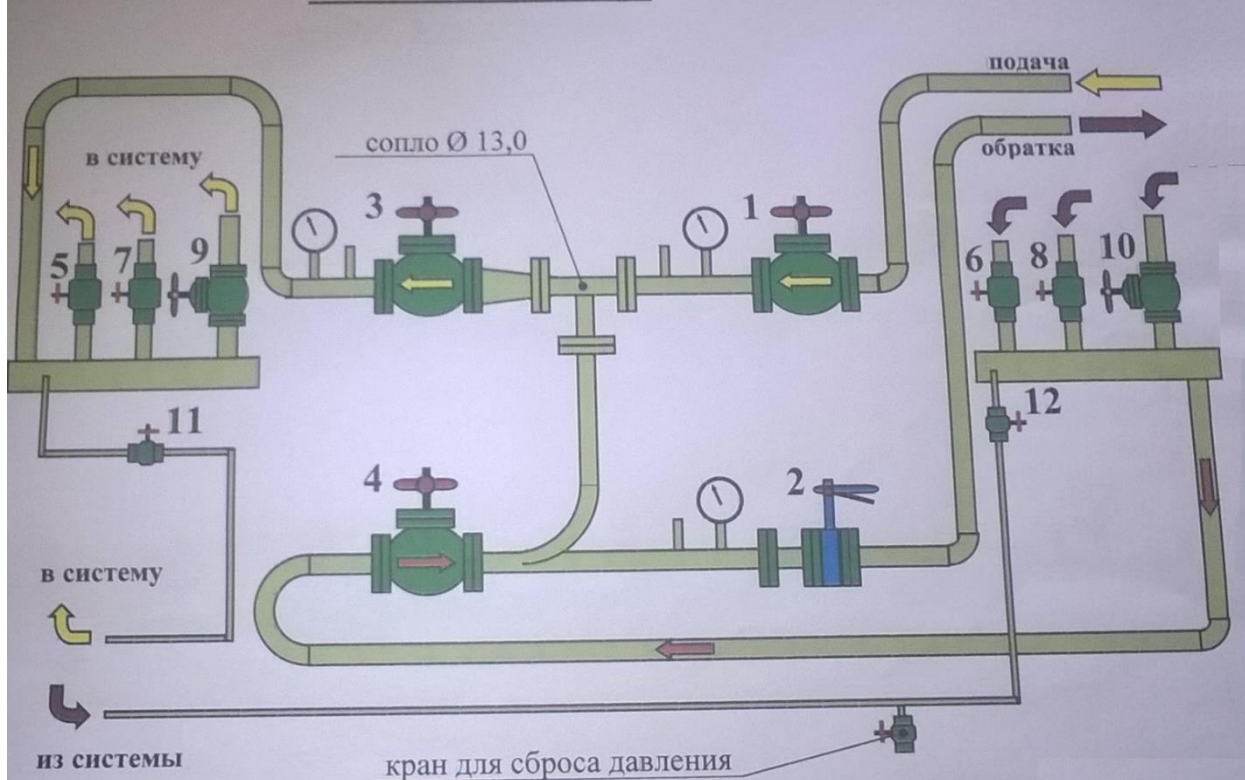
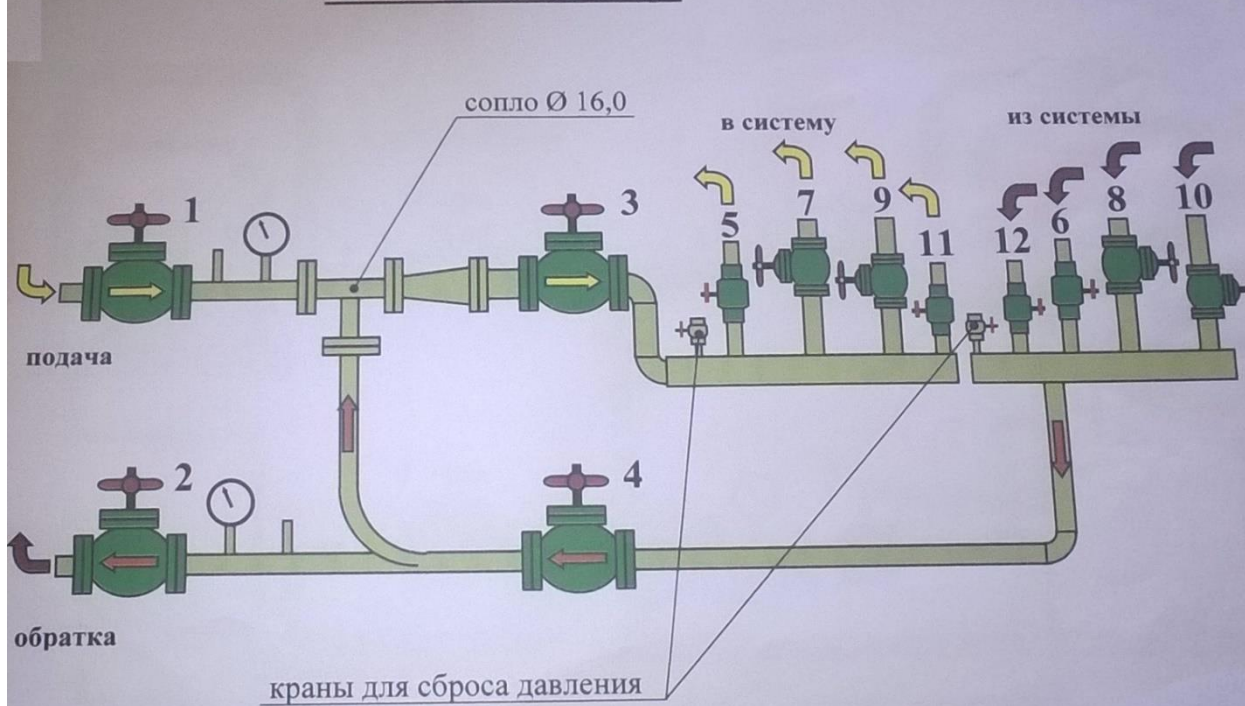


Схема III-го элеватора



*діаметр труби в місці встановлення водолічильника $d=90$ мм

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Кількість теплової енергії на опалення, спожитої будівлею закладу за 2016 – 2019 роки

Місяць	Рік			
	2016	2017	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	200,807	169,69	86,138	150,328
Лютий	128,39	167,158	143,755	146,699
Березень	101,718	92,21	128,357	119,015
Квітень	60,228	66,79	50,468	41,4
Травень	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	48,971	18,216	50,453	X
Листопад	108,171	100,663	77,51	X
Грудень	150,209	150,998	230,255	X
Всього	798,494	756,725	766,936	X