

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр
(бакалавр / магістр)
зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)
освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ У КНП "КЛІНІЧНА
ЛІКАРНЯ № 5" СМР ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕНЕРГОБСТЕЖЕННЯ

Здобувача групи ЕМ.М-21 Пащенко Юрія Олександровича
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Юрій ПАЩЕНКО
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник доцент кафедри ПГМ, к.т.н., Сергій АНТОНЕНКО _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 06.11 до 03.12.2023	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2023	
3	Виконання 1-го розділу	до 26.11.2023	
4	Виконання 2-го розділу	до 10.12.2023	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2023	
6	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2023	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2023	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2023	
9			
10			

5 Дата видачі завдання 06.11.2023 р

Керівник

(підпис, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис, прізвище і ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 51 с., 5 таблиць, 4 рисунків, 3 додатки, 15 літературних джерел.

Мета роботи: енергетичне обстеження системи теплопостачання, і розробка заходів з підвищення ефективності споживання енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка можливих енергозберігаючих заходів.

Об'єкт дослідження – будівлі КНП "КЛІНІЧНА ЛІКАРНЯ № 5" СМР.

Предмет дослідження – система теплопостачання КНП "КЛІНІЧНА ЛІКАРНЯ № 5" СМР.

Методи дослідження: інструментальне: вимірювання температури, вимірювання будівельних параметрів, економіко-математичні методи під час розробки енергозбережних заходів.

Ключові слова: ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТИ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

Тема роботи – «ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ У КНП "КЛІНІЧНА ЛІКАРНЯ № 5" СМР ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕНЕРГОБСТЕЖЕННЯ»

ЗМІСТ

	С.
РЕФЕРАТ	2
ВСТУП	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	8
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	8
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження	8
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта	14
1.3.1 Система опалення	14
1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв.....	15
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	15
1.4.1 Аналіз результатів вимірювання.....	16
1.5 Аналіз споживання теплоенергії.....	16
1.6 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності	18
1.6.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності	18
1.6.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	20
1.6.3 Визначення рівня теплової потужності.....	23
1.6.4 Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання об'єкту.....	26
1.7 Висновки за розділом.....	28
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	29
2.1 Розробка можливих енергозбережних заходів	29
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	30
2.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій	30
2.2.2 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від утеплення стін.....	33
2.3 Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії	35
2.3.1 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу, термін окупності.....	38
2.3.2 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу, термін окупності.....	39
2.4 Заходи з запровадження альтернативного джерела енергії	41
2.5 Висновки за розділом.....	42
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	43
3.2 Кадровий склад медичного закладу	43

3.3 Висновки за розділом.....	44
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК Б	50
ДОДАТОК В.....	51

ВСТУП

Теплозабезпечення об'єктів соціальної інфраструктури (будівлі навчальних закладів, медичних закладів, будівлі органів місцевої влади, та інших) та багатоквартирних житлових будинків міста, що живляться від централізованих систем теплопостачання має бути організоване з урахуванням вимог ДБН В.2.5-39:2008, «Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих установок та теплових мереж», і має відповідати критеріям щодо:

- надійності теплопостачання споживачів теплоносієм заданих параметрів;
- максимальної ефективності експлуатації діючої системи за рахунок:
 - дотримання параметрів теплоносія централізованих систем у повній відповідності до температурного графіка його подачі у централізовану мережу з урахуванням регулювання його споживання на індивідуальних теплових пунктах опалюваних будівель;
 - технічної та організаційної можливості регулювання подачі теплоносія у будівлі з використанням індивідуальних теплових пунктів, а також з урахуванням режимів та графіків функціонування установ, що розташовані у таких будівлях;
- впровадження заходів щодо модернізації та реконструкції діючих джерел теплової енергії, підвищення їх завантаженості;
- переважного використання найбільш енергоефективних напрямів оптимізації системи при транспортуванні теплової енергії.

У місті Суми схема централізованого розподілу тепла функціонує через вбудовані у будівлях теплові пункти. Системи опалення спроектовані як закриті та залежні. Опалення будівель здійснюється головним чином за закритою схемою з використанням елеваторного пристрою. Залежна схема опалення з прямим підключенням будинків запроектована в минулому столітті, в ті часи перевагу віддавали схемам з найменшими первісними капіталовкладеннями та доволі суттєвими експлуатаційними витратами. Сьогодні ситуація докорінно змінилась. Енергетичні ресурси подорожчали у багато разів, тому експлуатаційні витрати стали вкрай високі. Суттєві нераціональні витрати системи розподілу теплової енергії пов'язані з експлуатацією застарілих теплових пунктів які не обладнані приладами

керування та автоматизації, за допомогою яких має здійснюватися регулювання теплового потоку.

Одним з шляхів вирішення зазначеної проблеми та з подальшої роботи у напрямі модернізації технологічних систем, є проведення енергетичного аудиту.

Енергоаудит надає ключову роль у організації ефективного використання енергії в різних сферах діяльності людини. Енергетичне обстеження є інструментом об'єктивної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, визначення необхідних управлінських впливів, та на скільки ці впливи є ефективними. Як висновок можна сказати, що енергетичне обстеження (енергоаудит) – ефективно діючий механізм безупинного спостереження за станом робочого об'єкта, аналіз та порівняння з визначеним еталоном.

Предметом енергетичного аудита є процеси споживання паливно-енергетичних ресурсів, аналіз і розробка заходів щодо ефективного використання енергоресурсів.

Основною метою енергетичного аудита є пошук можливостей у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Об'єктом енергетичного аудита є установи, підприємства будь-якої форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у розв'язанні наступних задач:

- складання балансу споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка розроблених до впровадження організаційно-технічних заходів.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори), які уповноважені на це. Проводиться за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством [1; 2].

Ефективність і повнота аудита у значній мірі залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

Об'єктом енергетичного обстеження у наданій роботі є комунальне некомерційне підприємство "Сумська міська клінічна лікарня №5" Сумської міської ради

Мета та призначення представленої роботи:

Енергетичне обстеження системи тепlopостачання, і розробка заходів з підвищення ефективності споживання енергоресурсів в Комунальному некомерційному підприємстві «Клінічна лікарня № 5» Сумської міської ради. Визначення базових величин параметрів будівлі для впровадження.

Задачі, які вирішуються при проведенні представленої роботи:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- визначення базового рівня енергоспоживання;
- розробка можливих енергозберігаючих заходів.

Вихідні дані для проведення розрахункових робіт:

- проектна будівельна документація об'єкту обстеження;
- величини обсягів енергоспоживання об'єкту, що обстежується;
- опитувальні листи;
- нормовані показники з експлуатації систем енергопостачання, що є чинними на території України.

Склад робіт з аналізу енергоспоживання та впровадження заходів з енергозбереження:

- обстеження та аналіз дійсного стану будівель закладу;
- вивчення проектної документації;
- збір інформації щодо обсягів використання ПЕР за звітний період;
- проведення аналізу відповідності фактичних обсягів теплоспоживання досліджуваного об'єкту з розрахунковим обсягом теплоспоживання за нормованими показниками;
- розробка рекомендацій щодо аналізу та прогнозування споживання теплової енергії будівлею при впровадженні системи моніторингу теплоспоживання.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Відповідно до поставленої мети з енергетичного обстеження, першочерговим кроком є проведення енергетичного аудиту будівель закладу, одним з результатів якого повинно бути визначене індивідуальне контрольне базове теплоспоживання.

Комунальне некомерційне підприємство "Клінічна лікарня №5" Сумської міської ради підпорядковується Управлінню охорони здоров'я Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівлі лікарні, які обстежувалися, розташовані за адресою м. Суми, вул. Марко Вовчок, 2: 7-ми поверхова будівля хірургічного корпусу №1; 7-ти поверхова будівля з прибудованим 3-х поверховим блоком поліклінічного відділення лікарні, та одноповерхових господарчих будівель: господарчий корпус; пральня; гараж-склад; киснево-заправна станція (КЗС), харчоблок.

Основними технічними системами, що забезпечують функціонування всього комплексу будівель лікарні, є системи централізованого тепlopостачання, електропостачання, водопостачання та система водовідведення (каналізації). Система вентиляції в основній свої частині з природнім спонукання, за окремими приміщеннями у різних корпусах с механічним спонуканням руху повітря. У закладі не використовується централізована система теплової вентиляції та кондиціонування. Кондиціонування у режимі охолодження повітря проводиться лише по окремих приміщеннях, що у сукупності енерговитрат становить малозначну величину, має лише частку від відсотка від загального обсягу енергоспоживання, тому на загальний аналіз рівня витрат на споживання енергії не впливає.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Будівля поліклініки

Будівля поліклінічного відділення складається з двох частин. Перша – семиповерхова будівля з підвалом, який опалюється, та горищним технічним

поверхом. Друга – триповерхова будівля з технічним поверхом та підвалом, який опалюється, і яка з'єднана з семиповерховою будівлею в центральній частині в рівні трьох поверхів.

Будівля має один центральний вхід, який виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

Опалювальний об'єм будівлі в межах поверхів, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 19674,77 м³.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи теплопостачання.

Згідно наданої документації, конструктивна схема всієї будівлі – з неповним каркасом. Просторова жорсткість забезпечується сумісною роботою залізобетонних колон, зв'язаних між собою ригелями та перекриттями. Підвал розташовано під всією площею забудови.

Стіни основних фасадів семиповерхової частини та триповерхової частини виконані зі збірних стінових керамзитобетонних панелей. По периметру будівлі виконана відмостка. Внутрішні стіни та перегородки – цегляні (із звичайної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині). Неопалювальний горищний поверх з перекриттям з залізобетонних панелей та покриттям – м'яка покрівля. Фундаменти стрічкові, виконані із збірних бетонних блоків та монолітних ділянок.

Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі поліклінічного відділення можна характеризувати як задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень. Основним видом пошкодження на зовнішніх огорожувальних конструкціях є тріщини та розшарування у місцях стиків панелей, що призводить до збільшення тепловтрат з приміщень будівлі та завищений рівень теплоспоживання для їх прогрівання.

Система опалення – однотрубна з подачею теплоносія через головні стояки зверху-вниз. Магістральні трубопроводи прокладено під стелею підвалу. Розподільчі трубопроводи виконано зі сталевих труб, радіатори опалення – чавунні марки «М-140-АО». Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Система вентиляції природна, для окремих приміщень передбачена механічна система вентиляції.

Більше половини старих дерев'яних вікон замінені на металопластикові з двокамерним та однокамерним склопакетом. Відсоток нових вікон з ПВХ-профілю становить 54%.

Будівля хірургічного корпусу №1 (стаціонар)

Згідно до наданої інформації будівля складається з семи поверхів, опалювального підвального поверху з перекриттям з залізобетонних панелей, який розташовано під всією площею забудови, та горищним технічним поверхом з покриттям – м'яка покрівля. Будівля з'єднана переходом з семиповерховою будівлею поліклініки на рівні другого поверху.

Центральний вхід, який виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

Опалювальний об'єм будівлі в межах поверхів, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 25329,3 м³.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи теплопостачання.

Згідно наданої документації, конструктивна схема всієї будівлі – безкаркасна з поперечним розташуванням несучих стін. Стіни та перегородки – цегляні (із звичайної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині). По периметру будівлі виконана відмостка.

Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі хірургічного корпусу задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень.

Система опалення – однотрубна з подачею теплоносія через головні стояки зверху-вниз. Магістральні трубопроводи прокладено у підвальному поверсі. Розподільчі трубопроводи виконано зі сталевих труб, радіатори опалення – чавунні марки «М-140-АО». Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Система вентиляції природна, для окремих приміщень передбачена механічна система вентиляції.

Більше половини старих дерев'яних вікон замінені на металопластикові з двокамерним та однокамерним склопакетом. Відсоток нових вікон з ПВХ-профілю, як і в будівлі поліклініки, становить 54%.

У будівлі встановлений цілодобовий семиденний робочий тиждень.

Будівля харчоблоку

Будівля харчоблоку одноповерхова без горища, за конструктивним рішенням безкаркасна, з несучими внутрішніми та зовнішніми стінами. Стіни будівлі цегляні, з червоної керамічної цегли покриті облицювальною плиткою. Суміщене дахове перекриття з м'якою покрівлею. Вікна полівінілхлоридні (двохкамерні і однокамерні склопакети). Підлоги – плитка керамічна, бетонна стяжка на кам'яному ґравії. Опалювальний об'єм будівлі в межах приміщень, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 1352,34 м³.

Загальний стан будівель харчоблоку можна характеризувати як задовільний. Стіни будівель мають невелику кількість локальної руйнації оздоблювальної плитки, по периметру будівлі виконана відмостка.

Існуюча система опалення будівель – однотрубна з нижньою розводкою. В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

У вузлі обліку теплової енергії, який розташовано у підвальному приміщенні, за технічними умовами передбачено встановлення лічильника теплоти.

Будівля опалюється цілодобово у незалежності від робочого графіку закладу.

Будівля пральні

Будівля харчоблоку одноповерхова з надбудованим у центральній частині другим неопалювальними поверхом без горища. Конструктивна схема всієї будівлі – з неповним каркасом. Просторова жорсткість забезпечується сумісною роботою залізобетонних колон, зв'язаних між собою ригелями та перекриттями. Зовнішні стіни виконані з керамзитобетонних панелей. Суміщене дахове перекриття з м'якою покрівлею. Неопалювальний підвал розташовано під всією площею забудови.

Опалювальний об'єм будівлі в межах поверхів, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 2523 м³.

Загальний стан будівлі пральні задовільний. На зовнішніх огорожувальних конструкціях є тріщини та розшарування у місцях стиків панелей, що призводить до

збільшення тепловтрат з приміщень будівлі, проникнення вологи у внутрішню конструкцію стін, та завищений рівень теплоспоживання для прогрівання будівлі.

Існуюча система опалення будівель – однотрубна з нижньою розводкою. В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Будівля опалюється цілодобово у незалежності від робочого графіку закладу.

Будівля господарського корпусу

Будівля господарського корпусу одноповерхова без горища, як і будівля пральні, за конструктивною схемою – з неповним каркасом (залізобетонні колони зв'язані між собою ригелями та перекриттями). Зовнішні стіни виконані з керамзитобетонних панелей. З боку гаражних воріт будівлі стіни виконані з червоної керамічної цегли. Суміщене дахове перекриття з м'якою покрівлею.

Опалювальний об'єм будівлі в межах поверхів, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 2058,4 м³.

На зовнішніх огорожувальних конструкціях є тріщини та розшарування у місцях стиків панелей, що призводить до збільшення тепловтрат з приміщень будівлі та проникнення вологи у внутрішню конструкцію стін. Всі вікна застарілої конструкції виконані з деревини, та мають значні пошкодження. Ворота у гаражну частину будівлі не мають якісного ущільнення. Зазначені конструктивні недоліки та пошкодження у зовнішніх огорожувальних конструкціях призводить до значних тепловтрат з приміщень будівлі та завищений рівень теплоспоживання для їх прогрівання.

Існуюча система опалення будівель – однотрубна з нижньою розводкою. В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений. У центральному тепловому пункті, який розташовано у окремому приміщенні будівлі, за технічними умовами передбачено встановлення лічильника теплоти.

Будівля опалюється цілодобово у незалежності від робочого графіку закладу.

Будівля склад-гаражу

Будівля склад-гаражу одноповерхова, за конструктивним рішенням безкаркасна, з несучими внутрішніми та зовнішніми стінами. Стіни будівлі цегляні, з червоної керамічної цегли покриті облицювальною плиткою. Гаражна частина будівлі без горища з суміщеним даховим перекриттям з м'якою покрівлею. Складська частина будівлі з господарськими приміщеннями має двоскатний шатровий дах з неопалювальним горищем. Підлоги – бетонна стіжка на кам'яному ґравії. Всі вікна застарілої конструкції виконані з деревини, та мають значні пошкодження.

Стіни будівель мають локальні руйнації оздоблювальної плитки, вивітрювання міжцегляної кладки та тріщини. Ворота у гаражну частину будівлі не має якісного ущільнення. Зазначені конструктивні недоліки та пошкодження у зовнішніх огорожувальних конструкціях призводить до значних тепловтрат з приміщень будівлі та завищений рівень теплоспоживання для їх прогрівання.

Опалювальний об'єм будівлі в межах приміщень, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 1146 м³.

Існуюча система опалення будівлі – однотрубна з нижньою розводкою. В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Будівля опалюється цілодобово у незалежності від робочого графіку.

Будівля киснево-заправної станції

Будівля киснево-заправної станції (КЗС) одноповерхова без підвального поверху з перекриттям з залізобетонних панелей з покриттям – м'яка покрівля. Конструктивна схема всієї будівлі – безкаркасна з несучими стінами. Стіни та перегородки – цегляні із звичайної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині. По периметру будівлі виконана відмостка.

Опалювальний об'єм будівлі в межах поверхів, що опалюються, який визначений за будівельними кресленнями – 675,4 м³.

Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі КЗС задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень. Великий обсяг високих внутрішніх приміщень (висота 5,4 м) вимагає завищеного рівня теплоспоживання для їх прогріву.

Система опалення – однотрубна, прилади опалення – регістри та конвективні панельні радіатори. Доступ до опалювальних приладів необмежений. Система вентиляції природна.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи тепlopостачання.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Тепlopостачання всіх зазначених будівель лікарні здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір № 1512С від 24.01.2023 року. Лікарняний заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця. Розрахункове теплове навантаження згідно договору на тепlopостачання – 2,467 Гкал.

Джерело тепlopостачання будівель лікарні №5 по вул. Марко Вовчок, 2 – Сумська ТЕЦ, від магістралі №1.

Ввід теплової мережі до будівель лікарні передбачений до теплових пунктів, які розміщені у підвальних та окремих технічних приміщеннях де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузлів обліку теплової енергії сталеві, повністю ізольовані. Загальний стан теплорозподільчої системи по всіх будівлям лікарні є застарілим та вимагає модернізації і технічного переоснащення.

У тепlopунктах лікарні встановлена традиційна залежна схема подачі теплоносія з елеваторним пристроєм. Регулювання обсягами споживання теплової енергії не відбувається.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепlopункт є:

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

1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлах обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильників тепла (див. Додаток А).

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок. Роботи з повірки теплолічильників проводилася фірмою «АНТАП Україна» (м. Київ, вул. В. Сосюри, 6).

Дати останніх повірок лічильників теплоти:

- теплолічильник марки Sharky №69461173 – березень 2020 р;
- теплолічильник марки Sharky №72891578 – червень 2022 р;
- теплолічильник марки Skular Sharky VMT №75339446 – липень 2022 р

1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергоаудиту будівель лікарні за адресою м. Суми, вул. Марко Вовчок, 2 СМР були використані такі вимірювальні прилади:

- універсальний вимірювач температури Testo 605-H1;
- цифровий вимірювач довжини марки FLUKE;

Для визначення температури повітря в приміщеннях та зовні використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси Testo 605-H1 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1

Прилад характеризується точністю і стабільністю показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається в процесі вимірювання. Дисплей розташований на поворотній голівці.

1.4.1 Аналіз результатів вимірювання

У період проведення обстеження температура зовнішнього повітря становила -- 3°C, а середня температура за всіма приміщеннями хірургічного корпусу становила 22°C. Результати вимірювання температури представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати вимірювання температури за приміщеннями

Назва приміщення	Температура (осереднена), °C	Вологість, %	Точка роси, °C
1-й поверх	19,2	53,5	10,4
2-й поверх	20,4	50,9	9,9
3-й поверх	22,2	46,3	10,1
4-й поверх	21,5	51	9,4
5-й поверх	22,8	50,2	9,6
6-й поверх	21,6	51,1	10,3
7-й поверх	22,7	49,3	10,2

За отриманими результатами вимірювання температури повітря в приміщеннях можна зробити висновок, що у більшості приміщень будівлі температура повітря на момент проведення енергетичного обстеження відповідала сучасним нормам за температурними показниками [8]. Згідно чинних нормативних вимог, температура у приміщеннях повинна бути 21–22°C.

1.5 Аналіз споживання теплоенергії

У вузлах приймання і розподілу теплоенергії у лікарні встановлені лічильники для обліку теплової енергії, яка іде на опалення групи будівель. Облік гарячої води для побутових та господарських потреб лікарні проводиться окремими лічильниками. У наданій роботі наводиться аналіз виключно обсягів теплової енергії, яка використовується на опалення приміщень по всій лікарні.

На рисунку 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлями КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2 за 2020–2023 опалювальні роки (за даними обліку закладу див. Додаток Б).

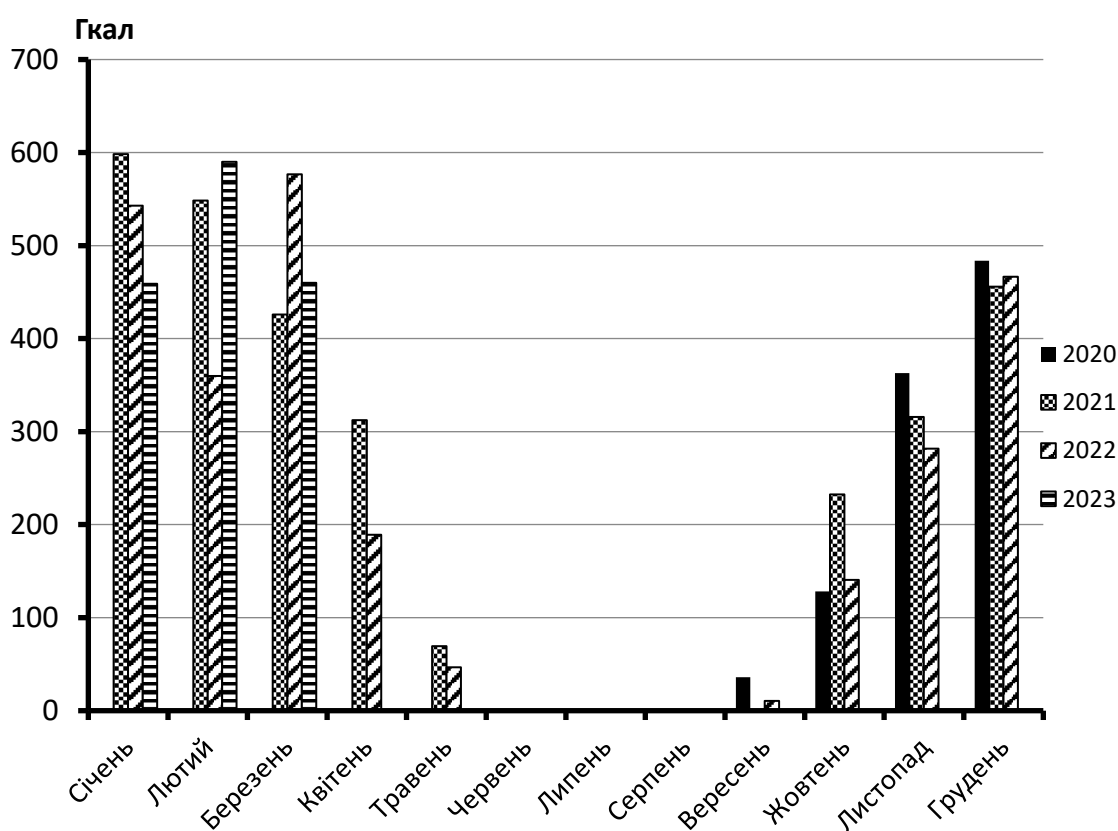


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлями КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2 за 2020–2023 опалювальні роки

З наведеної діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – травень-вересень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля. Розбіжність в обсягах споживання теплоенергії за деякими місяцями у відповідні періоди різних років з майже однаковими

середньомісячними показниками температури зовнішнього повітря (наприклад, при порівнянні періодів місяців грудня і січня 2021-2022 р.) та значно різними показниками середньомісячних температур періоду лютий-березень 2022-2023 опалювального року, пояснюється неузгодженістю у строках надання облікових даних з теплоспоживання, та неможливістю у прогнозованому споживанні обсягами теплової енергії внаслідок відсутності відповідного обладнання, яке забезпечує якісний моніторинг у керуванні режимами роботи системи тепlopостачання будівель та складністю процесу у формуванні звітності з теплоспоживання, які пов'язані з дотриманням встановлених для закладу лімітів.

1.6 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

1.6.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівель лікарняного закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами. Аналіз ефективності системи тепlopостачання закладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури розташовані у діапазоні нормованих показників [6].

У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2021–2022 року, так як за об'єктивними причинами у опалювальному періоді 2022-2023 років централізована система тепlopостачання вимушено працювала з суттєво зменшеною тепловою потужністю.

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 [5, п. 4]:

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

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.

Так як метою роботи є подальша модернізація системи опалення та реконструкція з утеплення зовнішніх стін закладу, то питома потреба на опалення будинків при реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин визначається мінімальною вимогою з виконання умови [7]:

$$EP_{use} \leq 1,2 \times EP_P, \quad (1.2)$$

де EP_{use} – загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, кВт·год/м³;

EP_P – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні житлових та громадських будівель, кВт год/м³ [7].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд закладів охорони здоров'я першої температурної зони становлять (з урахуванням вимоги ф.1,2):

$$1,2 \times EP_P = 1,2 \times 30 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 36 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} \quad \text{або} \quad EP_P = 0,031 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за опалювальні періоди становлять:

- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 2965,44$ Гкал;
- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 2718,83$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 2408,16$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2020–2021 рік – $EP_{use} = 0,056$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2021–2022 рік – $EP_{use} = 0,052$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $EP_{use} = 0,046$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності по всьому комплексу будівель КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2, за визначеними опалювальними періодами становить $EP = 0,049$ Гкал/м³.

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (1.2). Треба зазначити: по-перше, нормативний показник встановлений для сучасних вимог щодо рівня енергоефективності експлуатації будівель, а дійсний стан будівлі та технологічні можливості системи тепlopостачання, не сприяють дотриманню зазначеного показника; по-друге, що за причиною дотримання встановлених для закладу вимог від тепlopостачальної організації щодо експлуатації теплового пункту, регулювання відбору теплоти не проводиться. При цьому, за відсутності пристроїв автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі, теплоспоживання відбувається без чіткого визначення його необхідної миттєвої величини та без відповідної методики прогнозування рівня теплоспоживання. Це призводить до того, що у деякі періоди опалювального року відбувається надлишковий відбір теплоти, а у деякі недостатній відбір теплоти.

Такий стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати таким, що потребує відповідної модернізації. Зазначений висновок, у свою чергу, визначає напрямки вибору енергозбережного заходу щодо подальшого підвищення рівня енергозбереження в обстежуваній будівлі, а саме, впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії, але до цього необхідно обґрунтовувати вибір обладнання величинами теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, і результатами зібраної інформації проведених відповідних вимірювань.

1.6.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 4°C та більше, обов'язкове виконання умови [5]:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{min}} \quad (1.3)$$

де $R_{\Sigma \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \text{К/Вт}$;

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

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma \text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, повинний бути не менше за вимогами значень $R_{q \text{min}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження. Мінімально допустиме значення, $R_{q \text{min}}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [5].

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma \text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови (1.3) розраховується за формулою [4]:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.4)$$

де α_B , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [4];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [4];

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у нормативній документації [4, п.5; 9] та представлені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	$R_{\Sigma np}, \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$
Будівля хірургічного корпусу №1			
1	Стіни	0,83	4,0
2	Горищне перекриття	0,5	6,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,65	0,9
4	Вікна з деревини	0,3	0,9
5	Підлога цокольного поверху	0,37	5,0
Будівля поліклініки			
1	Стіни	0,65	4,0
2	Горищне перекриття	0,5	6,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,65	0,9
4	Вікна з деревини	0,3	0,9
5	Підлога цокольного поверху	0,37	5,0
Будівля склад-гаражу			
1	Стіни	1,1	4,0
2	Перекриття (комбіноване)	1,21	6,0-7,0
3	Вікна з деревини	0,4	0,9
4	Підлога	0,38	5,0
Будівля пральні			
1	Стіни	0,74	4,0
2	Дах (суміщене покриття)	1,29	7,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,7	0,9
4	Вікна з деревини	0,4	0,9
5	Підлога	0,44	5,0
Будівля харчоблоку			
1	Стіни	1,1	4,0
2	Дах (суміщене покриття)	0,81	7,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,7	0,9
4	Підлога	0,43	5,0
Будівля господарчого корпусу			
1	Стіни	0,79	4,0
2	Дах (суміщене покриття)	1,05	7,0
3	Вікна з деревини	0,4	0,9
4	Підлога	0,38	5,0
Будівля киснево-заправної станції			
1	Стіни	0,91	4,0
2	Дах (суміщене покриття)	1,29	7,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,7	0,9
4	Підлога	0,73	5,0

Для всіх результатів порівняльного аналізу, коли $R_{\Sigma пр} < R_{qmin}$, однозначним висновком є те, що теплозахисні властивості зовнішніх огорожень не відповідають нормативним вимогам, і для вирішення встановленої неузгодженості вимагає впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

1.6.3 Визначення рівня теплової потужності

Для оціночного аналізу характеристики з теплової потужності 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, де ключовим параметром є величина фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [8], Вт/м³·°С. Визначена величина теплової потужності використовується при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту (джерела теплогенерації) застарілої конструкції на сучасний індивідуальний тепловий пункт з елементами системи моніторингу і автоматичного керування за режимами теплоспоживання.

Методика визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 1.2) полягає у послідовному визначенні відповідних питомих величин.

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі, Вт/м³·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій:

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma пр}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma пр}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma пр}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma пр}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma пр}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (1.5)$$

де P_{ϕ} – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

F_{ϕ} – площа будівлі в межах периметра, м²;

H_{ϕ} – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma пр}^{\text{СТН}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м²·К/Вт (див. табл. 1.2);

$R_{\Sigma пр}^{\text{СТЛ}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м²·К/Вт (див. табл. 1.2);

$R_{\Sigma пр}^{плг}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, $м^2 \cdot К/Вт$ (див. табл. 1.2);

$R_{\Sigma пр}^{вкн}$ – опір теплопередачі вікон, $м^2 \cdot К/Вт$ (див. табл. 1.2).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [8]:

$$Q_6 = a \cdot q_{пит}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_в - t_{з.р}) \cdot 10^{-3}, \quad (1.6)$$

де V_6 – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, $м^3$;

$t_в$ – температура по приміщеннях будівлі, $^{\circ}С$;

$t_{з.р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, $^{\circ}С$ [6];

a – поправковий коефіцієнт, за розрахунком [8]:

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– температура зовнішнього повітря – $t_{з.р} = -25^{\circ}С$ [6];

– середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період 2022-2023 років – $t_{ср..п} = -0,6^{\circ}С$ (див. додаток В);

– кількість годин за відповідний період опалення – $n_{оп} = 3624$ год.

Результати розрахунку питомої опалювальної характеристики будівель лікарні та теплової потужності наведені у таблицях 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Фактична питома опалювальна характеристика будівель КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2

Назва будівлі	Питома опалювальна характеристика, $q_{пит}^{\phi}, Вт/м^3 \cdot ^{\circ}С$
Будівля хірургічного корпусу №1	0,36
Будівля поліклініки	0,42
Будівля склад-гараж	0,79
Будівля харчоблоку	0,79
Будівля господарчого корпусу	0,84
Будівля пральні	0,71
Будівля КЗС	0,6

Таблиця 1.4 – Розрахункова теплова потужність будівель КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2

Назва будівлі	Питома опалювальна характеристика, $Q_{\Sigma 6}$, кВт
Будівля хірургічного корпусу №1	591,04
Головний вхід до будівлі хірургічного корпусу №1	26,45
Будівля поліклініки	376,17
Будівля склад-гараж	52,92
Будівля харчоблоку	57,87
Будівля господарчого корпусу	81,51
Будівля пральні	95,62
Будівля КЗС	26,45

Загальна максимальна розрахункова теплова потужність (теплове навантаження) за всіма будівлями КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2:

$$Q_{\Sigma 6} = 1441,57 \text{ кВт} \quad \text{або} \quad Q_{\Sigma 6} = 1,24 \text{ Гкал}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом, Гкал, в умовах без запровадження режиму чергового опалення визначається, як:

$$Q_{p.op} = Q_{\Sigma 6} \cdot \frac{(t_B^{cp} - t_{cp.n})}{(t_B^{cp} - t_{z.p})} \cdot n_{op} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \text{ Гкал} \quad (1.7)$$

де $Q_{\Sigma 6}$ – сумарна теплова потужність за всіма будівлями, кВт;

t_B^{cp} – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{z.p}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

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

n_{op} – кількість годин за відповідний період опалення;

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всіх будівель за опалювальний період 01.11.2021 - 31.03.2022 (151 доба, 3624 год), при умові дотримання температурних режимів у системі тепlopостачання окремих

будівель [8] з осередненим показником внутрішньої температури повітря $19,8^{\circ}\text{C}$, та середній температурі за зазначений опалювальний період $-0,6^{\circ}\text{C}$ (див. Додаток В) буде становити:

$$Q_{p.op} = 2054,37 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за прийнятий базовий порівняльний опалювальний період 2021–2022 року (01.11.2021 - 31.03.2022; 151 доба, 3624 год), фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять $Q_{ф.оп}=2250,678$ Гкал. Фактична величина є більшою від необхідної розрахункової на 9%

1.6.4 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об'єкту

Статистичні дані багаторічного моніторингу енергоспоживання будівлями різного призначення свідчать про те, що їх системи теплопостачання є одними з найбільш енерговитратних, тому при розробленні заходів з енергозбереження для підвищення енергоефективності роботи таких систем, необхідно визначитись з базовим рівнем показників теплоспоживання, від яких буде обраховуватись майбутня економія витрат.

Базовий рівень споживання теплової енергії – показник споживання теплової енергії будівлями при дійсному їх стані до початку впровадження енергоефективних заходів. Або, як визначено у [10, п.3.1]: **Базове енергоспоживання** – кількість енергії, яку споживає будівля в розрахункових умовах внутрішнього мікроклімату в будівлі та зовнішнього середовища при проектних характеристиках функціонування відповідних інженерних систем будівлі.

При подальшому визначені економії енерговитрат від впровадження енергозбережних заходів, базовий показник рівня енергоспоживання повинен бути скоригований з урахуванням необхідності дотримання санітарних умов перебування персоналу та відвідувачів за нормативними показниками при розрахункових температурах зовнішнього повітря, а також мають враховуватися всі індивідуальні конструктивні особливості дійсного стану будівлі на момент проведення енергоаудиту.

Фактичні величини теплоспоживання за останній звітний період опалювального року приймаються базовими, і у подальшому від них будуть розраховуватися відхилення рівня теплоспоживання.

Як було зазначено вище, у наступному порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 01.11.2021 - 31.03.2022.

На рисунку 1.3 наданий графік базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками будівлями КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2.

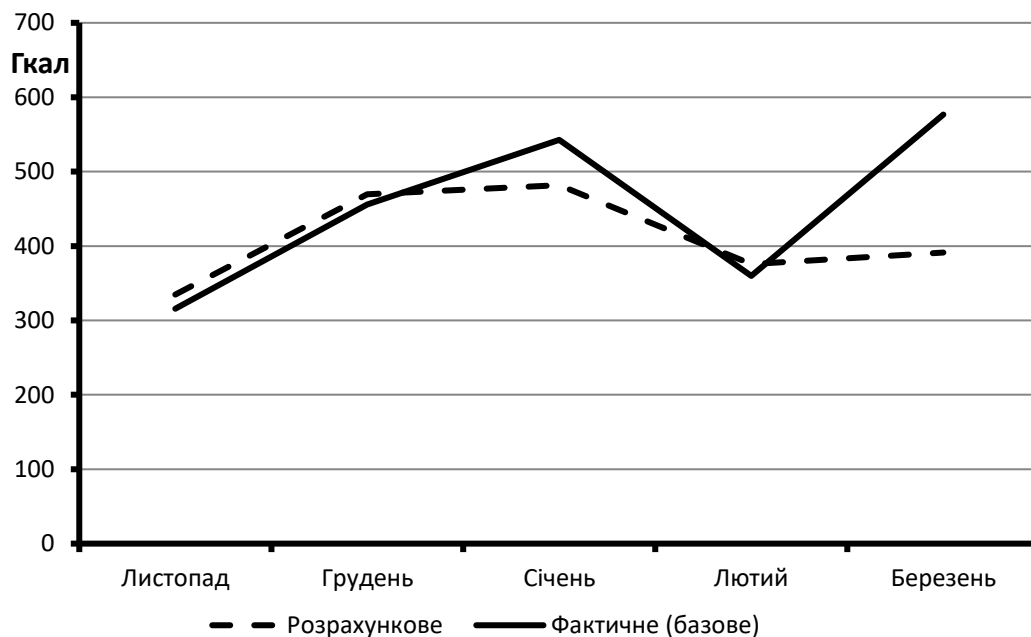


Рисунок 1.3 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням будівлями КНП "КЛ № 5" по вул. Марко Вовчок, 2 за опалювальний період 01.11.2021 - 31.03.2022.

Встановлено факт розбіжності звітних величин фактичних обсягів теплоспоживання (Q , Гкал) до середньомісячних температур ($t_{\text{ср.м}}$, $^{\circ}\text{C}$), що можливо пов'язано з неузгодженістю за періодами надання звітності. А саме:

грудень – $Q = 455,691$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -3^{\circ}\text{C}$;

січень – $Q = 542,784$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -3,6^{\circ}\text{C}$;

лютий – $Q = 359,761$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -0,4^{\circ}\text{C}$;

березень – $Q = 576,713$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = 0,8^{\circ}\text{C}$.

У такому випадку неможливо вести об'єктивний аналіз обсягів споживання теплової енергії за розрахунковими і дійсними величинами для оцінки ефективності роботи системи тепlopостачання закладу.

1.7 Висновки за розділом

Були проведені наступні роботи:

1. Вивчена проектна документація. Перевірено дійсний стан будівель та системи тепlopостачання об'єкту обстеження.

2. Перевірено стан та наявність актів повірки вимірювальних пристроїв. Проаналізовано обсяги споживання теплової енергії з відповідним аналізом причин та факторів, що впливають на них.

3. Отримані результати ($R_{\Sigma пр} < R_{q, min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [5, табл.1]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі, а саме, проведення реконструкції з нанесення теплоізоляції на їх поверхню.

4. Встановлений факт розбіжності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежувані будівлі КНП "КЛ № 5" не мають ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії. Такий стан роботи системи тепlopостачання закладу є причиною того, що у деякі періоди обсяги теплоспоживання є значно великими, особливо у перехідні періоди між сезонами року. Також, враховуючи результати аналізу дійсного стану будівель, можна стверджувати, що завищення обсягів теплоспоживання також є наслідком компенсації великих тепловтрат з приміщень, щоб підтримувати в них необхідний температурний рівень комфорту.

5. Визначений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежуваний заклад не має ефективної технології у прогнозованому регулюванні обсягами теплоенергії, що споживається, та відсутності технології якісного та кількісного регулювання обсягів теплоспоживання.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Розробка можливих енергозбережних заходів

За результатами проведених робіт за етапами енергетичного обстеження будівель КНП "КЛ № 5" м. Суми, було отримано такий висновок – найбільші витрати при експлуатації обстежуваного об'єкту припадають на споживання теплової енергії. Енергетична ефективність будівлі, яка обстежувалась, з позиції збереження теплової енергії є низькою. Враховуючи отримані результати з етапів енергетичного обстеження, які вказують на основні фактори зменшення енергетичної ефективності будівель, були розроблені першочергові енергозбережні заходи з метою зменшення витрат на споживання ПЕР.

Розроблені енергозбережні заходи, які надаються до розгляду, враховують всі потенційні можливості до запровадження у лікарні: фінансові, експлуатаційні, матеріально-технічні.

Утеплення огороджувальних конструкцій

Огороджувальні конструкції приміщення мають недостатній опір теплопередачі (див. табл. 1.2), такі як: зовнішні стіни, суміщене перекриття та віконні і дверні отвори, тому крізь них втрачається значна частина теплової енергії, що надходить від системи опалення. Додаткове утеплення огороджувальних конструкцій спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом у приміщенні, і відповідно, зменшити потужність системи опалення та фінансові витрати за спожитою тепловою енергією. Фасад будівлі при цьому приймає оновлений та естетичний вигляд.

Моніторингу та регулювання обсягів теплоенергії, що споживається

Будівлі КНП "КЛ № 5" підключені до централізованої системи тепlopостачання у м. Суми опалюються у відповідності до теплового графіку подачі теплоносія системи. У закладі практично відсутні технічні можливості додаткового регулювання надходження теплової енергії до будівель, де за графіком їх функціонування доречно організовувати чергове опалення. Цей недолік централізованої системи опалення доцільно виправити встановленням на ввіді до будівлі індивідуальних теплових

пунктів з функцією погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком, у відповідності до розкладу роботи закладу.

У залежності від величини теплового навантаження будівлі та наявності додаткового обладнання щодо приготування гарячої води до впровадження на об'єкті пропонується індивідуальний тепловий пункт.

Використання індивідуального теплового пункту дозволяє проводити регулювання індивідуального споживання тепла будівлею у відповідності до індивідуальних теплових властивостей будівлі, температурних показників повітря навколишнього середовища та добового графіку функціонування установи у автоматичному, а також забезпечувати потреби установи у гарячій воді через індивідуальний проміжний теплообмінник.

Застереженням щодо застосування індивідуального теплообмінника має бути температурний графік подачі теплоносія централізованої системи тепlopостачання, за яким температура прямого теплоносія T_1 не може бути нижче 70°C (згідно чинних нормативів) для отримання необхідної температури гарячої води на виході з теплообмінника.

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1 Утеплення огороджувальних конструкцій

У зв'язку з тим, що отримані результати ($R_{\Sigma\text{пр}} \ll R_{q\text{min}}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій нормативним вимогам (див. табл. 1.2), 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 огороджувальних конструкцій спеціальними теплоізоляційними матеріалами.

При запровадженні утеплення огороджувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами з визначеною товщиною, буде забезпечена нормативна вимога за величиною опору теплопередачі, що задовольнятиме умову $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{min}}$ [4; 5].

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару δ_{yt} для утеплення огорожувальної конструкції проводиться за формулою [9]:

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

де λ_{yt} – теплопровідність матеріалу теплоізоляції, Вт/(м · К) [4];

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

R_{qmin} – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт [5].

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін, обираємо теплоізоляційний матеріал – базальтова вата з величиною коефіцієнта теплопровідності $\lambda_{yt} = 0,037$ Вт/(м·К).

Товщина теплоізоляції зовнішніх стін становить (2.1):

$$\delta_{yt} = [4 - 0,83] \cdot 0,037 = 0,117 \text{ м}$$

Найближче більше зі стандартних значень товщини плит з базальтової вати, що є у продажу – 0,12 м. Обирається теплоізоляційний матеріал – базальтова вата марки Rockwool (120 мм) [11].

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

$$Q_{\text{Ек.рік}} = F \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma пр}} - \frac{1}{R_{qmin}} \right) \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.оп}}) \cdot n \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7}, \text{ Гкал/рік} \quad (2.2)$$

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт (див. табл. 1.2);

R_{qmin} – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції після теплоізоляції, $m^2 \cdot K/Wt$ [5];

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

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

$t_{ср.он}$ – середньорічна температура опалювального сезону, $^{\circ}C$;

n – кількість днів опалювального сезону.

Ефект з економії теплової енергії від утеплення зовнішніх стін у відповідності до опалювального періоду 01.11.2021 - 31.03.2022 (151 доба, 3624 год), при умові дотримання температурних режимів у системі тепlopостачання будівлі – $22^{\circ}C$ [8], та середній температурі за зазначений опалювальний період $-0,6^{\circ}C$ (див. Додаток В):

$$Q_{стн}^{Ек.рік} = 4074 \cdot \left(\frac{1}{0,83} - \frac{1}{4} \right) \cdot (22 - (-0,6)) \cdot 151 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 274 \text{ Гкал}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти за відповідний опалювальний період 2054,37 Гкал (див. п.1.6.3), економія відносно до всього комплексу будівель лікарні становить:

$$\delta Q_{стн}^{Ек.рік} = \frac{274 \cdot 100}{2054,37} = 13 \%$$

Переносимо це процентне співвідношення на фактичну величину споживання теплової енергії за відповідний опалювальний період, який визначено базовим рівнем теплоспоживання – 2250,673 Гкал (див. п.1.6.3).

Скорегована економія тепла від базового рівня споживання складе:

$$Q_{стн.б}^{Ек.рік} = \frac{2250,673 \cdot 13}{100} = 292,6 \text{ Гкал}$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становила на зазначений період року – 2630,57 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання становить:

$$\Delta E = 292,6 \times 2630,57 = 769704,78 \text{ грн/рік}$$

2.2.2 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від утеплення стін

При розрахунках економії від запровадження визначеного енергозбережного заходу використовувалася норма дисконтування, яка з 27.10.2023 за рішенням НБУ становить 16% річних [12].

Вибір відсоткової ставки здійснено усереднено з позицій альтернативної вартості розміщення коштів на довгостроковому (від 12 місяців) банківському депозиті. Така норма дисконтування показує привабливість інвестування з точки інвестора. При цьому проект вважається ефективним, якщо він має дохідність вищу за рівень інфляції. Таким чином, ефективність запропонованих заходів відбувається за таким алгоритмом: спочатку здійснюється розрахунок наведених вище показників при ставці дисконтування рівній 16%, у випадку незадовільного результату за даної ставки дисконтування проводиться розрахунок за ставки дисконтування рівній прогнозованому рівню інфляції у поточному році. Такий алгоритм дозволяє оцінити проекти (заходи) з точки зору їхньої ефективності та доцільності реалізації.

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).

Ефективність запропонованих заходів розрахована за допомогою показників: чиста приведена вартість – *NPV*; внутрішня норма дохідності – *IRR*; дисконтований період окупності проекту – *DPP* та індекс прибутковості – *PI* [13].

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:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (2.3)$$

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:

$$IRR = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+IRR)^k} = 0 \quad (2.4)$$

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:

$$IRR = A + a (B - A)/(a - b) \quad (2.5)$$

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:

$$\sum_{k=1}^{DPP} \frac{CF_k}{(1+r)^k} = \sum_{k=1}^{DPP} \frac{I_k}{(1+r)^k} = 0 \quad (2.6)$$

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.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (2.7)$$

Показники економічної ефективності заходів з утеплення огорожувальних конструкцій наведено таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Показники економічної ефективності заходів з утеплення стін будівлі хірургічного корпусу №1 (стаціонар)

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	3,750.000
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	1,268,371.85
Індекс прибутковості		$PI > 1$
Внутрішня норма доходності	%	-40,26
Термін окупності	роки, місяці	4 роки, 9 місяців

Наведені вище показники свідчать про ефективність заходів з утеплення огорожувальних конструкцій стін будівлі хірургічного корпусу №1 (стаціонар).

2.3 Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії

Зважаючи на технічний стан огорожувальних конструкції будівель установи, що підключена до системи централізованого теплопостачання, а також графік функціонування закладу, вбачається доцільним впровадження у тепlopункті закладу

автоматизованої системи моніторингу та короткотермінового прогнозування теплоспоживання будівлею.

На теперішній час обсяги споживання теплової енергії бюджетними установами мають жорстку прив'язку до встановлених лімітів, які визначаються за статистичними показниками теплоспоживання попередніх років. Такий підхід є некоректним, так як не може передбачити реальних температурних умов і експлуатаційних факторів системи теплопостачання поточного опалювального періоду, який може дуже відрізнятись від температурних показників і стану системи теплопостачання минулих років, що часто призводить до порушення встановлених величин, і змушує постійно проводити складні процедури їх корегування і узгодження. Необхідним є запровадження системи контролю і регулювання обсягами споживання теплової енергії відповідно до дійсного стану будівель установ і їх температурного режиму до поточних погодних умов. Для цього розрахунково визначається ключовий базовий показник обсягу теплоспоживання для конкретної будівлі (або групи будівель) закладу, і за цим показником відслідковується і корегуються обсяги споживання теплової енергії на поточні температурні умови. При такому технологічному підході відбувається коректне збалансоване споживання обсягів теплової енергії без їх перебільшення або суттєвого зменшення.

Така система апробована у м. Суми і дає можливість у режимі «on-line» (он-лайн) контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи «людський фактор». Результати функціонування системи з запровадженням регулювання показують зниження фактичного теплоспоживання за опалювальний сезон на 10%.

Підготовчі роботи, які необхідно провести до початку функціонування системи у автоматичному режимі:

- проведення енергетичного аудиту будівлі, одним з результатів якого повинно бути визначене індивідуальне контрольне базове теплоспоживання;
- визначення контрольних параметрів регулювання теплоспоживання (температура теплоносія, миттєве теплове навантаження, алгоритм регулювання);
- проведення тестової експлуатації системи.

Система побудована з використанням новітніх інформаційних технологій з каналами зв'язку через Internet, локальні власні мережі, або мережі мобільного

зв'язку. Основною умовою для побудови системи є наявність на об'єкті теплового лічильника з цифровим виходом для зняття інформації.

Запровадження системи диспетчеризації надає можливість максимально заощаджувати на споживанні теплової енергії за рахунок узгодження дійсних потреб у тепловій енергії з її виробництвом у котельнях. Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії з переліком необхідного для цього обладнання зображена на рис 2.1.

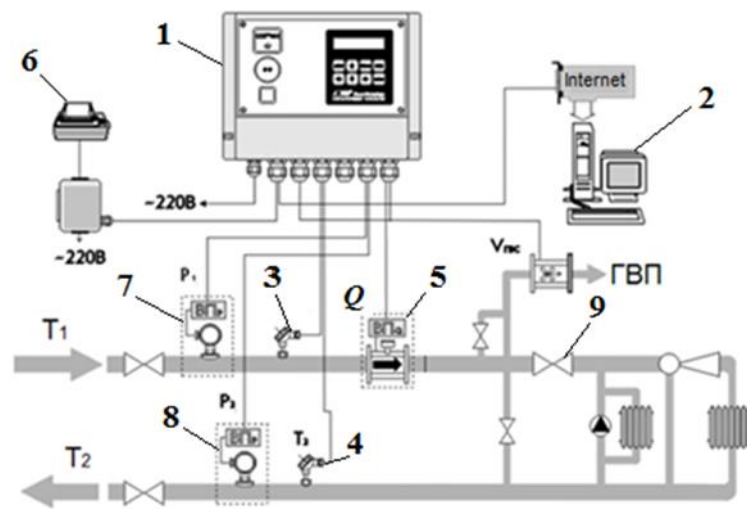


Рисунок 2.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.

1 – теплотлічильник; 2 – комп'ютеризоване робоче місце з моніторингу теплоспоживання; 3 – пристрій контролю температури на вході до системи тепlopостачання будівлі; 4 – пристрій контролю температури на виході з системи тепlopостачання будівлі; 5 – лічильник витрати теплоносія; 6 – пристрій (модем) для передавання даних в Інтернет; 7, 8 – пристрої з контролю тиску відповідно на вході та виході з системи тепlopостачання будівлі; 9 – вентиль на лінії подавання теплоносія до будівлі.

Система дозволяє в режимі он-лайн відслідковувати фактичне теплоспоживання будівель, визначати його прогнозне значення та проводити порівняння між фактичним і прогнозним показниками відповідно до зміни температури навколишнього середовища. Результатами роботи системи є як економічні (економія дефіцитних енергоресурсів та бюджетних коштів) і соціальні (забезпечення комфортного мікроклімату у приміщеннях), так й екологічні (скорочення викидів CO₂ та забруднення довкілля внаслідок зменшення обсягів використання палива) вигоди.

Для спрощення практичного регулювання теплоспоживання за допомогою наявного інструментарію як контрольна цифра системи моніторингу використовується показник миттєвого теплового навантаження будівлі, що контролюється за допомогою лічильника тепла. Виходячи з цього, завданням персоналу бюджетних закладів є регулювання споживання теплоти будівлями з орієнтацією на значення миттєвого теплового навантаження. Дотримання даного контрольного показника забезпечує автоматичне дотримання ліміту теплоспоживання за певний період залежно від існуючих та прогнозованих температур навколишнього середовища.

Величина відхилення базового рівня теплоспоживання від розрахункового рівня теплоспоживання стає об'єктивною характеристикою ефективності експлуатації будівлі, та аргументацією щодо впровадження заходу з моніторингу споживання теплової енергії, який є одним з факторів виведення обсягів теплоспоживання до рівня сучасних показників енергоефективності.

2.3.1 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу, термін окупності

За відлікову точку рівня базового теплоспоживання (з практичного досвіду) приймається величина спожитої теплової енергії за період коли середньодобова температура зовнішнього повітря становить нуль градусів за шкалою Цельсія.

Для проведення постійного контролю за рівнем теплоспоживання необхідно визначити розрахункову величину спожитої теплової енергії при нульовій температурі зовнішнього повітря з урахуванням розрахункової теплової потужності будівлі. При впровадженні системи моніторингу за обсягами теплоспоживання треба буде зводити до прийнятного рівня розрахункову величину теплоспоживання з величиною, отриманою при реальних умовах експлуатації за останній базовий звітній опалювальний період. Звичайно, після чергової реновації будівель необхідно буде встановити новий базовий показник для подальшого моніторингу ефективності споживання теплової енергії.

Розрахункова базова величина рівня теплоспоживання за період однієї доби коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює нуль градусів за шкалою

Цельсія для визначних умов експлуатації системи опалення всього комплексу будівель лікарні становить:

$$Q_{p.op} = 13,51 \approx 14 \text{ Гкал}$$

При впровадженні системи моніторингу теплоспоживання відповідно до умов експлуатації системи тепlopостачання будівель КНП "КЛ № 5" СМР по вул. Марко Вовчок, 2, які були дійсними у період проведення енергетичного обстеження, за ключові базові величини обсягу теплоспоживання необхідно прийняти:

– за лічильником теплового вузла №1 (котельня) для групи будівель: хірургічний корпус №1, поліклініка, господарський корпус, пральня, КЗС – 13 Гкал за добу;

– за лічильником теплового вузла №4, який встановлено в будівлі харчоблоку – 0,5 Гкал за добу;

– за лічильником теплового вузла №6, який встановлено в будівлі склад-гараж – 0,44 Гкал за добу.

2.3.2 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу, термін окупності

Аналіз статистичних даних теплоспоживання будівлями закладів, які вже підключені до міської системи моніторингу теплоспоживання, засвідчив націленість їх персоналу на виконання прогнозованих режимів теплоспоживання. За результатами моніторингу протягом опалювальних сезонів практично на всіх об'єктах додержувалися запропонованих системою обсягів теплоспоживання, а на деяких навіть отримали економію. Економія, зокрема, виникла через раціоналізацію режимів теплоспоживання внаслідок функціонування системи моніторингу. Були досягнуті економія енергоресурсів та бюджетних коштів на них, зниження обсягів забруднення довкілля.

Економія теплової енергії на об'єктах моніторингу за статистикою склала від 5% до 18,95% при середньому рівні – 10% за сезон. Економія була одержана за рахунок

дотримання прогнозованих обсягів теплоспоживання об'єктів та додаткових заходів щодо зниження теплового навантаження будівель протягом доби.

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на поточний період року – 2630,57 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня теплоспоживання за опалювальний період 2022 – 2023 років – 2408,156 Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\phi} = 2408,156 \times 0,1 \times 2630,57 = 633482,3 \text{ грн (з ПДВ).}$$

Згідно до запропонованої схеми організації обліку та моніторингу споживання теплової енергії, треба встановити у теплопунктах закладу, які обстежувались, наступне обладнання:

1. Термінал з передачі даних (контроллер) – 3 шт;
2. Модуль передачі даних – 3 шт.

Загальна сума всіх витрат (K , грн), яка складається разом з вартості всього комплекту обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу, та вартості проектних робіт і робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить – 72900 грн. з ПДВ.

Простий строк окупності у періодах опалювальних років (оп. рік) розраховується тільки відносно базового рівня споживання теплової енергії на опалення (останній звітний період), що є найбільш об'єктивною оцінкою прогнозованої економії енергоресурсів, і буде дорівнювати:

$$T_{\text{ок}}^{\phi} = \frac{K}{E_{\phi}} = \frac{72900}{633482,3} = 0,1 \text{ оп. року}$$

Таким чином, основним результатом функціонування системи моніторингу теплоспоживання впродовж опалювального сезону є те, що запропонована система моніторингу за теплоспоживанням економічно дієва і є ефективною за такими аспектами, як:

- 1) формування контрольного значення миттєвого теплоспоживання на поточний та прогнозований період;
- 2) визначення добового ліміту теплоспоживання будівлею залежно від температури зовнішнього повітря;
- 3) встановлення багаторівневого контролю за фактичним теплоспоживанням будівлями в режимі on-line;
- 4) можливостей формування звітних графіків теплоспоживання та порівняння їх з прогнозованими графіками лімітів теплоспоживання (за фактичними та прогнозованими температурами зовнішнього середовища);
- 5) можливості встановлення та перевірки базового теплового навантаження будівель;
- 6) мотивації персоналу адміністративними методами до своєчасного регулювання обсягів теплоспоживання будівлями;
- 7) можливостей впливу персоналу через коригувальні дії на процеси теплоспоживання;
- 8) можливості проведення порівняльного аналізу теплоспоживання будівлями з метою розробки та впровадження енергозберігаючих заходів, оцінки їх техніко-економічної ефективності.

2.4 Заходи з запровадження альтернативного джерела енергії

При використанні даних статистики з моніторингу середньої температури в місті Суми за останніх 19 років [14], можна дійти висновку про актуальність застосування альтернативних джерел енергії для оптимізації витрат на опалення приміщень лікарні. Для прикладу можна розглянути використання теплового насосу.

Площа лікарні, а саме велика незадіяна площа на даху приміщень, та велика кількість підвальних приміщень, дає можливість розмістити комунікації теплового насосу для отримання тепла з повітря. Встановлення теплового насосу та підключення його до системи водозабезпечення та опалення може суттєво обмежити використання центрального опалення.

Проте застосування теплового насосу для системи опалення лікарні має сумнівний ефект із-за певних причин, а саме застаріла система опалення, не

завершена заміна дерев'яних вікон, висока вартість обладнання та довгий період окупності обладнання.

2.5 Висновки за розділом

1. Проведено порівняльний аналіз питомих витрат енергоресурсів на об'єкті енергетичного обстеження з встановленими нормами енергоспоживання, чинними на території України.

2. Розрахунково визначено рівень теплової потужності об'єкту при дійсному стані будівель закладу для визначення ключового показника рівня теплоспоживання та впровадження системи моніторингу теплоспоживання.

3. Визначено базовий рівень споживання теплової енергії об'єкту з наступним його порівнянням щодо рівня теплоспоживання за нормованими показниками.

Для досягнення максимального економії паливно-енергетичних ресурсів було запропоновано впровадження наступних енергозберіжних заходів:

- утеплення зовнішніх стін, що в свою чергу дозволить зекономити 292,6 Гкал;
- запропонована система моніторингу за теплоспоживанням, яка є економічно дієва і ефективна.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Робота медичного персоналу лікарні мають значне фізичне та інтелектуальне навантаження, яке вимагає достатньої фізичної витривалості та концентрації іноді в екстремальних умовах. Для кожної групи медичних працівників присутні нервово – емоційне напруження, а саме постійна відповідальність за здоров'я та життя людей різного віку та соціального положення. Із-за цілодобової роботи медичного закладу надходить додаткове навантаження за роботу в денний та нічні години, що в свою чергу призводить до порушень та перебудови біологічних ритмів що в свою чергу призводить до порушення сну, зниження імунітету, нервово – психологічних захворювань.

Основні небезпечні чинники робочого середовища медичних працівників:
-емоційне напруження, надмірне аналітичне навантаження, нетипові робочі позиції;
-підвищений рівень шуму, ультразвуку, лазерного випромінювання;
-велика кількість контактів зі збудниками та переносниками хвороби;
-робота з лікарськими та наркотичними препаратами що мають негативний вплив на здоров'я працівника.

При роботі в лікарні присутній високий ризик отримання травм. Серед основних видів травм можна зазначити: механічні ураження, переломи рани, опіки, обмороження, хімічні опіки, отруєння кислотами та розчинами, враження струмом та променеві травми пов'язані з випромінюванням.

3.2 Кадровий склад медичного закладу

Станом 01 січня 2023 року в медичному закладі КНП „Сумська міська клінічна лікарня №5” працює 695 працівників.

За категоріями та профілем роботи працюють:

1. 140 лікарів;
2. 291 середній медичний персонал
3. 121 молодші медичні сестри
4. 143 інший персонал

В закладі надається високоспеціалізована медична допомога за 30 наступними спеціальностями: гастроентерологія, пульмонологія, ендокринологія, інфекційні хвороби, анестезіологія, медицина невідкладних станів, хірургія, судинна хірургія, офтальмологія, отоларингологія, неврологія, дерматологія, кардіологія, гінекологія, ревматологія, нефрологія, урологія, проктологія, фізіотерапія, лікаря з лікувальної фізкультури, лікаря з реабілітаційної та фізичної медицини, лікаря з функціональної діагностики, профпатолога, психотерапевта, психіатра, лікаря з нетрадиційної медицини, психіатрії та наркології, онкохірургії та онкогінекології [15].

3 Висновки за розділом

Визначено великий перелік зовнішніх чинників які негативно впливають на стан та здоров'я працівників медичного закладу. В їхній діяльності присутні значні фізичні та емоційні навантаження, а постійна робота різними категоріями населення, хімічними та наркотичними речовинами, робота з медичним устаткуванням, здійснюють значний негативний вплив на життя та здоров'я медичних працівників.

ВИСНОВКИ

Метою представленої роботи була підготовка вхідних даних для запровадження розроблених заходів з енергозбереження заміни та встановлення нового обладнання для впровадження системи моніторингу теплоспоживання для будівель КНП "Клінічна лікарня №5" СМР, по вул. Марко Вовчок, 2.

В результаті проведених робіт були отримані наступні висновки:

1. Проаналізовані обсяги споживання теплової енергії з відповідним аналізом отриманих результатів.

2. Проведено порівняльний аналіз питомих витрат теплової енергії на об'єкті енергетичного обстеження з встановленими нормами енергоспоживання, чинними на території України.

3. Проведено аналітичний розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівель лікарняного закладу, в результаті якого був встановлений базовий рівень теплоспоживання при дійсному стані його огорожувальних конструкцій.

4. Проведено порівняльний аналіз фактичного рівня споживання теплової енергії з розрахунковим рівнем теплоспоживання за нормативними показниками. У результаті, виявлена неузгодженість у рівнях споживання теплоти, що є наслідком відсутності сучасної ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягами споживання теплоенергії у системі тепlopостачання закладу.

5. Запропоновано енергозбережні заходи щодо утеплення огорожувальних конструкцій та модернізації теплового пункту додатковим технологічним обладнанням з функцією прогнозованого регулювання і можливістю регулювання споживання теплової енергії у залежності від режиму та графіку функціонування установи.

6. Розрахунком отримані результати фінансової економії від впровадження розроблених заходів з енергозбереження. Отримані результати терміну окупності задовольняють сучасні вимоги щодо реалізації заходу з енергозбереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

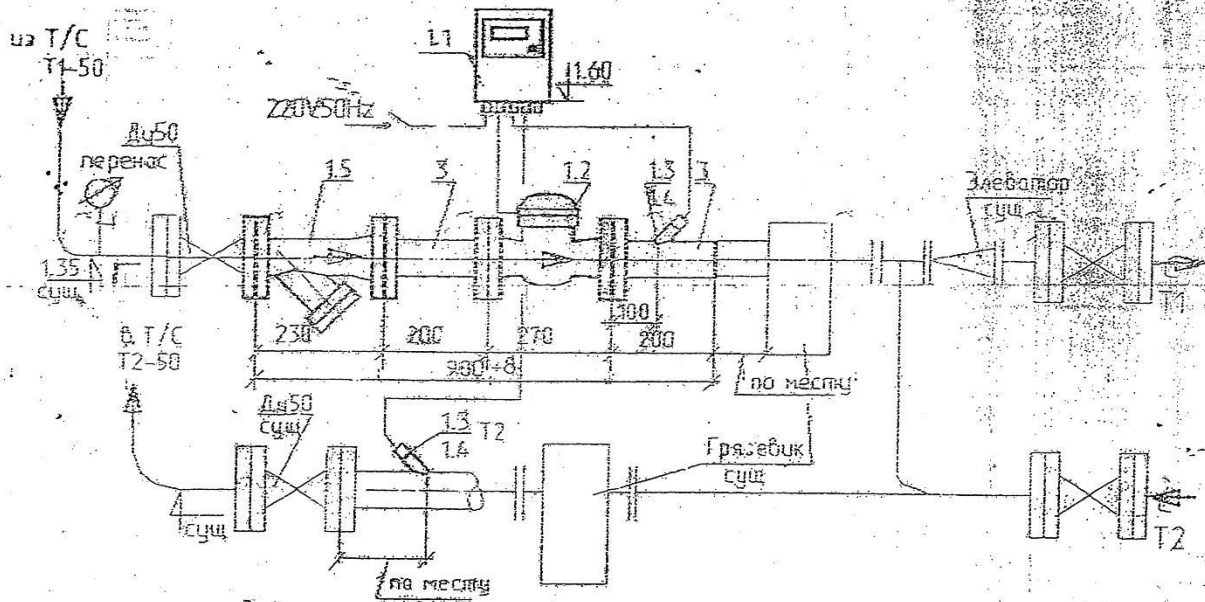
1. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги";
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
3. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»
4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 51 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінрегіон України, 2021. – 27 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 "Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель", зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.
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. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.
11. [Електронний ресурс]: «Утеплювач базальтовий rockwool frontrock super 120 мм штукатурний фасад Детальніше: <https://stroydar.com.ua/ua/p518917722-uteplitel-bazaltovyj-rockwool.html>». – Режим доступу до ресурсу: <https://stroydar.com.ua/ua/p518917722-uteplitel-bazaltovyj-rockwool.html> .

12. [Електронний ресурс]: «Облікова ставка НБУ 2023»
<https://buhplatforma.com.ua/article/7451-oblkova-stavka-nbu>
13. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М. Сотник, О.М. Маценко, О.М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет. – 2013, 48 с
14. [Електронний ресурс]: «Сайт моніторингу та статистичного аналізу даних погодних умов Weatherbase»
<https://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=57233>
15. [Електронний ресурс]: «Сайт комунального некомерційного підприємства Клінічна лікарня №5 СМР»
<https://smk15.sumy.ua/>

ДОДАТОК А (лист 1)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний інженер КВ «СМКП №5»
В.Ю. Петренко
« » 20 р.

Схема теплового вузла № 1 (котельня)

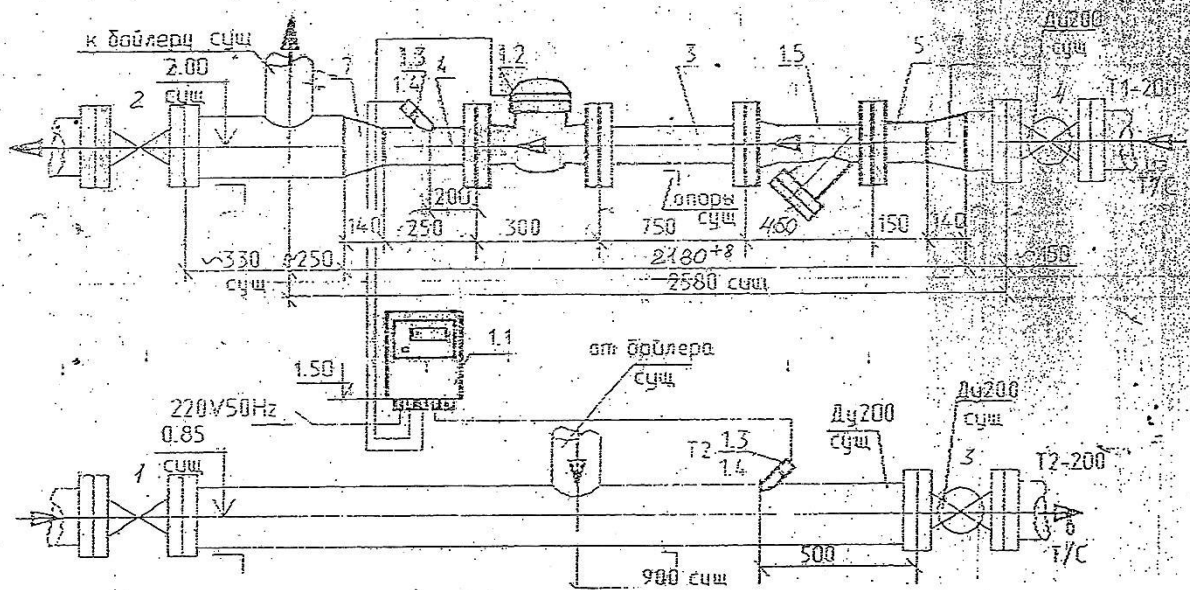


Начальник технічного відділу

С.В. Кулик *Петренко*
30.06.2022

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний інженер КВ «СМКП №5»
В.Ю. Петренко
« » 20 р.

Схема теплового вузла № 4 (харчоблок)



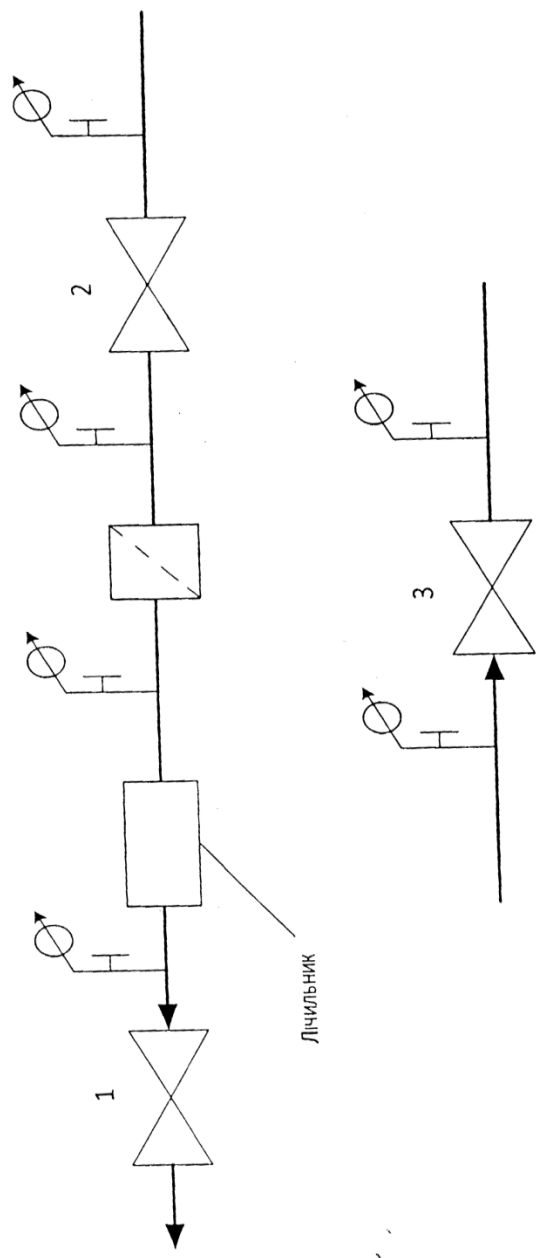
Начальник технічного відділу

С.В. Кулик *Петренко*
30.06.2022

ДОДАТОК А
(лист 2)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор-КНП «КЛ № 5» СМР
В. Ю. Петренко
«*11*» *листопада* 20*22*р

Схема теплового вузла № 6 (склад-гараж)



Начальник Технічного відділу
[Signature]
С. В. Кулик

[Signature]

ДОДАТОК Б

Кількість теплової енергії, спожитої будівлями КНП "Клінічна лікарня №5" СМР

Обсяги теплоспоживання, Гкал				
	2020	2021	2022	2023
Січень	0	598,413	542,784	458,918
Лютий	0	548,365	359,761	589,953
Березень	0	425,945	576,713	460,105
Квітень	0	312,254	189,146	
Травень	0	69,338	46,624	
Червень	0			
Липень	0			
Серпень	0			
Вересень	36,103		10,396	
Жовтень	128,349	232,383	140,532	
Листопад	363,066	315,729	281,671	
Грудень	483,604	455,691	466,581	

Кількість спожитої теплової енергії за опалювальними періодами:

- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 2965,44$ Гкал;
- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 2718,83$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 2408,16$ Гкал.

ДОДАТОК В



ДСНС України

СУМСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР З ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ (Сумський ЦГМ)

вул. Героїв Сумщини, 1, м. Суми, 40000, тел. (0542) 77-06-36, 77-04-72, факс 77-07-18

03.03.2023 р. № 3.2/15-93

На № _____ від _____

На Ваш запит надаємо інформацію про середню добову температуру повітря (помісячно) в опалювальний період за останні 3 роки:

2020 рік	
Місяці	Середня добова температура повітря, °С
Січень	-0,3
Лютий	-0,2
Березень	5,6
Квітень	7,8
Жовтень	11,4
Листопад	2,5
Грудень	-2,8

2021 рік	
Місяці	Середня добова температура повітря, °С
Січень	-3,9
Лютий	-7,1
Березень	0,6
Квітень	7,4
Жовтень	6,6
Листопад	3,0
Грудень	-3,0

2022 рік	
Місяці	Середня добова температура повітря, °С
Січень	-3,6
Лютий	-0,4
Березень	0,8
Квітень	9,2
Жовтень	8,8
Листопад	1,5
Грудень	-1,3

Начальник
Вик. Агафонова Т. 770470



Олександр ПОНОМАРЬОВ