

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему «Аналіз ефективності функціонування систем  
енергоспоживання будівлі Сумського медичного коледжу»

спеціальності 144 «Теплоенергетика»  
(Енергетичний менеджмент)

Виконавець роботи Кульченко О.С.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

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

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Антоненко С.С.  
(прізвище та ініціали)

к.т.н., доцент  
(науковий ступінь і звання)

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Секретар комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми 2020

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ (бланк)

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження .....	9
1.2 Опис дійсного стану будівлі .....	10
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта .....	13
1.3.1 Система опалення .....	13
1.3.2 Система електропостачання.....	15
1.3.3 Система водопостачання.....	16
1.3.4 Система вентиляції.....	17
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв .....	17
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	18
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	19
1.5 Опис методів та приладів вимірювання.....	23
1.6 Аналіз результатів вимірювання.....	23
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	25
2.1 Методика розрахунку основних видів тепловтрат.....	25
2.1.1 Розрахунок основних видів тепловтрат.....	25
2.1.2 Розрахунок додаткових тепловтрат.....	26
2.2 Результати розрахунку балансу тепловтрат.....	29
3. РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	31
3.1 Опис можливих енергозберезних заходів .....	31
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберезних заходів .....	31
3.2.1 Утеплення стін .....	31

					6.144.01 БР 00 ПЗ		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Бакалаврська робота		
Розроб.		Кульченко					
Перевір.		Антоненко			Літ.	Аркуш	Аркушів
						2	35
Н. контр.		Антоненко			СумДУ, ЕМз-61с		
Затв.							

3.2.2 Модернізація ТП .....	35
3.2.3 Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні .....	36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	38
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	43
ДОДАТКИ.....	44

						Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Сумський державний університет  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної

\_\_\_\_\_ Ковальов І.О.  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

\_\_\_\_\_ Кульченка Олександра Сергійовича \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Аналіз ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі Сумського медичного коледжу

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 15 червня 2020 р.

3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

**Вступ** (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. **Характеристика об'єкту енергетичного обстеження** (опис дійсного стану об'єкта; аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз;).

2. **Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання** (основні положення методики розрахунку; представлення результатів розрахунку).

3. **Розробка можливих енергозбережних заходів** (основні положення методики розрахунку заходів; представлення результатів розрахунку).

4. **Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.**

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозбережних заходів

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 23.02.2020	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 08.03.2020	
3	Інструментальне обстеження	до 22.03.2020	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 26.04.2020	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 31.05.2020	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 07.06.2020	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 14.06.2020	
8	Здача роботи на перевірку	до 15.06.2020	
9	Доопрацювання зауважень	до 20.06.2020	
10	Захист роботи	22.06.2020	

Дата видачі завдання “ 10 “ лютого 2020 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 47 с., 5 рисунків, 4 таблиці, 4 додатків, 7 літературних джерел.

Графічні матеріали: система енергозабезпечення Сумського медичного коледжу, аналіз обсягів споживання енергії, результати розрахункового аналізу, розробка енергозбережних заходів

*Мета роботи:* визначення потенціалу енергозбереження та розробка і обґрунтування енергозбережних заходів щодо зменшення витрат на енергоносії.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунок питомих витрат на енергоносії;
- розрахунок теплового балансу тепловтрат;
- розробка і обґрунтування енергозбережних заходів.

*Об'єкт енергообстеження:* будівля навчального корпусу Сумського медичного коледжу

*Предмет енергообстеження:* система споживання енергоносіїв.

*Методи дослідження:* інструментальне вимірювання робочих показників системи енергопостачання, статистичний метод визначення динаміки споживання енергії в часі, теплові та економічні методи розрахунку енергозбережних заходів.

*Ключові слова:* СИСТЕМА ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ЗАХОДИ.

**ТЕМА РОБОТИ «АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ СУМСЬКОГО МЕДИЧНОГО КОЛЕДЖУ».**

						Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 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.

Енергоаудит відіграє ключову роль в ефективному використанні енергії в промисловості, в побуті, а також у сфері послуг. Він є інструментом для повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними. Таким чином, енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, ревізія, удосконалення до якогось даного еталона.

Предметом енергетичного аудиту є система обстеження споживання палива й енергії, аналіз і надання рекомендацій з ефективного споживання енергоресурсів.

Основною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження і допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Об'єктом енергетичного аудиту є суб'єкт господарської діяльності різної форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань:

- Складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- Розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;

						Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- Визначенні потенціалу енергозбереження;
- Фінансовій оцінці організаційно-технічних заходів.

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.

Ефективність і повнота аудиту значною мірою залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

**Мета та призначення поданого енергетичного обстеження:** дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води у будівлі Сумського медичного коледжу – комунального закладу Сумської обласної ради, що розташований за адресою: вул. Паркова, 4, м. Суми, Сумської області) та розроблення енергозберігаючих заходів для скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

**Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження:** розроблення енергозберігаючих заходів у енергетичних системах і системах водопостачання за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об'єкті.

**Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження:** матеріали, зібрані під час обстеження будівлі.

						Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є Сумський медичний коледж – комунальний заклад Сумської обласної ради, м. Суми, Сумської області.

Підпорядковується Управлінню охорони здоров'я Сумської обласної ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Паркова, 4, м. Суми, Сумська область, 40000.

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює технічний персонал коледжу.

Технічні характеристики будівлі такі:

- Рік побудови 1975р.;
- Кількість поверхів 2/4 пов.;
- Опалювальна площа 6008 м<sup>2</sup>;
- Площа забудови 2 229 м<sup>2</sup>;
- Опалювальний об'єм будівлі 25 900 м<sup>3</sup>;
- Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 26 200 м<sup>3</sup>.

Під час енергоаудиту розглядалися наступні шляхи економії енергоресурсів:

- Заміна ламп розжарювання та люмінесцентних на світлодіодні;
- Модернізація сантехніки;
- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни);
- Заміна старих дерев'яних вікон на нові металопластикові з подвійним склінням.

						Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1.2 Опис дійсного стану будівлі

Адреса: вул. Паркова, 4, м. Суми, Сумська область.

У закладі працює 160 працівників, з них 70 – викладачі. У коледжу навчається 600 студентів у 27 групах.

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 8<sup>00</sup> години до 16<sup>30</sup> години.

Заклад розміщений у типовому приміщенні, що має дво- та чотириповерхові блоки, з'єднані переходом.

Зовнішні стіни коледжу цегляні. Фасад будівлі НВК викладений облицювальною плиткою. На внутрішню сторону стіни нанесена штукатурка. Теплова ізоляція відсутня.

Стіни будівлі мають локальні руйнування облицювальної плитки. Коефіцієнт теплопровідності основного конструктивного матеріалу стіни – 0,87 Вт/м-град [2].

Площа вікон навчального закладу складає 1 133 м<sup>2</sup>, з них старих дерев'яних 38 м<sup>2</sup>.

Переважає більшість світлопрозорих прорізів знаходиться в задовільному стані.

Коефіцієнти термічного опору для кожного типу світлопрозорих огорожувальних конструкцій наведено в табл. 1.1.

Підлога будівлі представляє собою залізобетонну плиту вкриту лінолеумом або плиткою, в залежності від призначення приміщення. Також, у закладі є підвальне приміщення де розташовані технічні приміщення та навчальні аудиторії.

Будівля не має горища. Перекриття верхнього поверху являє собою залізобетонну плиту, зовнішня поверхня якої покрита шаром руберойду.

Будівля має десять входів (у постійному використанні знаходиться шість), які виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує

						Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

тепловтрати через відкривання дверей. Переважна більшість вхідних дверей є частиною металопластикових конструкцій, також у будівлі встановлені металеві двері. На більшості входів встановлені пристрої автоматичного закривання.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умови [3]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}, \quad (1.1)$$

де  $R_{\Sigma пр}$  - приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K / Вт$ ;

$R_{q \min}$  - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K / Вт$ . Встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку [3].

Термічний опір і-го шару конструкції, розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (1.2)$$

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

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{s=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{s=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \quad (1.3)$$

де  $\alpha_в$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $Вт / (m^2 \cdot K)$  [3];

					Аркуш
					11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$a_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції Вт/(м<sup>2</sup>·К)[3];

$\lambda_{ip}$  - теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [3];

$\delta_i$  - товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м;

$n$  - кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  - термічний опір і-го шару конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Розрахункові умови експлуатації при визначенні опору теплопередачі огорожувальних конструкцій приймаються залежно від розрахункового вологісного режиму експлуатації приміщення та конструктивного рішення огороження.

У таблиці 1.1 приведена більш детальна технічна характеристика будівельних конструкцій коледжу.

Таблиця 1.1 – Параметри зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma np}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Цегла силікатна	0,50	0,87	0,78
		Штукатурка	0,03	0,93	
		Плитка лицевальна	0,01	0,89	
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	2,04	0,65
		Руберойд	0,025	0,07	
3	Вікна	Пластикові	–	–	0,51
		Дерев'яні	–	–	0,40
4	Підлога (перший поверх)	Залізобетонна плита	0,22	2,04	0,46
		Розчин цементно-піщаний	0,05	0,76	
		Лінолеум (частково керамічна плитка)	0,005	0,29	
5	Вхідні двері	Металопластикові	–	–	0,60
		Металеві	–	–	0,69

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

Схема приєднання комунікацій до коледжу наведена у додатку Г.

#### 1.3.1 Система опалення

Забезпечення будинку тепловою енергією здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго»

Теплопостачання Сумського медичного коледжу здійснюється централізовано від ТОВ «Сумитеплоенерго». Ввід теплової мережі передбачений до двох теплових пунктів, розміщених у підвальному приміщенні. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, повністю ізольовані.

Система опалення коледжу однотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – вертикальна, з штучною циркуляцією теплоносія. Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в теплових пунктах до головних подавальних трубопроводів.

Система опалення залежна, нерегульована, жорсткого контролю за споживанням теплової енергії немає, автоматика відсутня, крім манометрів і термометрів в пунктах прийому тепла.

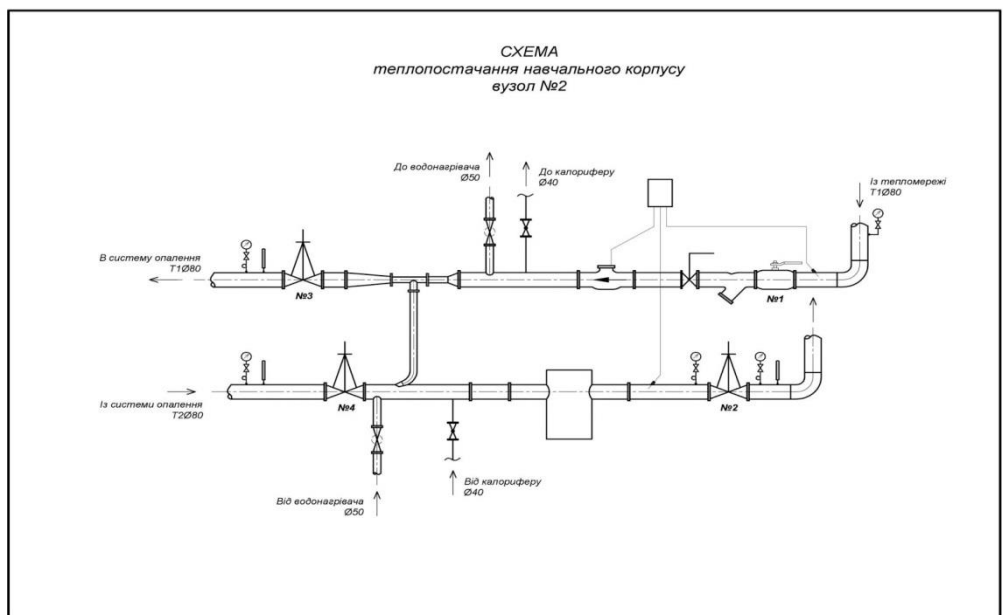
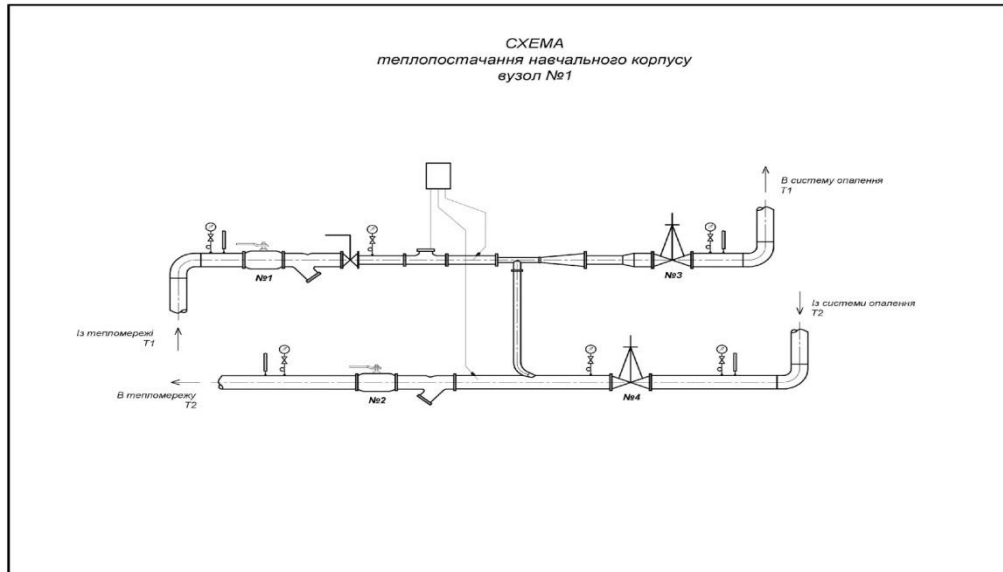
У якості опалювальних приладів використовуються чавунні радіатори типу MC-140-АО та алюмінієві біметалеві секційні радіатори. Опалювальні прилади розташовані під вікнами у кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 95/70 °С. Розрахунковий перепад температур у системі опалення будівлі

						Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

95/70 °С. Температура на подавальному трубопроводі – 58 °С, температура у зворотному трубопроводі – 48 °С.

Схеми теплових пунктів наведені на рис 1.1



1 - манометр; 2 - засувки; 3 - фільтр; 4 - водомір; 5 - термометр; 6 - датчик температури на вході у систему теплопостачання; 7 - датчик температури на виході з системи теплопостачання; 8 - лічильник теплоти; лінії  $T_1$  та  $T_2$  – відповідно подаючий та зворотній трубопроводу на бойлер.

\* Зовнішній діаметр трубопроводу, на якому встановлений лічильник теплоти  $d=89\text{мм}$ .

Рисунок 1.1 – Принципові схеми теплових пунктів коледжу

						Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 1.3.2 Система електропостачання

Джерелом постачання електроенергії коледжу є трансформаторна підстанція, яка знаходиться на балансі «Сумиобленерго».

Освітлення коледжу виконують лампи розжарення, люмінесцентні компактні, світлодіодні та енергозберігаючі лампи. В цілому в коледжі 508 точок освітлення. Кількість ламп кожного виду і їх потужності наведені у табл. 1.2. Кількісне співвідношення ламп освітлення кожного виду наведено на рис. 1.2.

Зовнішнє освітлення території комбіноване, включає в себе світлодіодні прожектори та лампи ДРЛ. Загальна потужність зовнішнього освітлення 600 Вт управління централізоване, деякі світильники обладнані датчиками освітленості.

Таблиця 1.2 – Характеристика ламп внутрішнього освітлення коледжу

№ з/п	Найменування	Потужність, Вт	Кількість, шт.
1	Лампи розжарювання	75	69
2	Лампи люмінесцентні трубчасті	18	1756
3	Лампи світлодіодні	10	50
		5	11
4	Лампи енергозберігаючі компактні	15	37
5	Лампи ДРЛ	250	10



Рисунок 1.2 – Відсоткове співвідношення різних типів ламп освітлення у Сумському медичному коледжі

До недоліків можна віднести велику кількість люмінесцентних ламп та наявність ламп розжарювання.

### 1.3.3 Система водопостачання

Постачання води до коледжу здійснюється централізовано від ДКП «Міськводоканал» м. Суми. Ввідна мережа водопостачання знаходиться у окремому приміщенні у підвалі і звідти розподіляється по коледжу.

Тиск в зовнішній мережі в точці підключення складає 0,15 - 0,3 МПа., що забезпечує розрахунковий тиск на вводі в будівлю. Водопровідна мережа запроектована зі сталевих водопровідних труб  $d = 100$  мм. Глибина залягання водопровідної мережі 1,8 м.

Каналізація: підключення будівлі коледжу відбувається до існуючої дворової мережі  $D = 150$  мм., з подальшим перекладанням її на  $D = 200$  мм.



до вуличного каналізаційного колектора  $D = 200$  мм. Стоки від будівлі поступають в мережу  $d = 150$  мм., а звідти самопливом в існуючу мережу.

Гаряче водопостачання від магістралі у коледжі не передбачене. У підвальному приміщенні комплексу встановлено теплообмінний апарат (бойлер), де в результаті теплообміну між гарячим теплоносієм та холодною водою отримують гарячу воду. Облік гарячої води не ведеться.

#### 1.3.4 Система вентиляції

Система вентиляції складається з двох частин:

1) Система вентиляції харчоблоку. Знаходиться в робочому стані. Використовується асинхронний двигуни змінного струму (380 В) потужністю 2,2 кВт, що забезпечує роботу осьового вентилятора. Вентиляційна установка працює періодично. Таким чином визначити добовий графік роботи неможливо. Приблизно вентилятор працює 3-4 години на добу.

2) Система вентиляції коридорів, адміністративних приміщень, навчальних аудиторій та санітарних вузлів знаходиться в задовільному стані. Відсутня вентиляційна установка, і тому вентиляція по каналах здійснюється лише за рахунок перепаду тисків.

#### 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

Облік теплової енергії здійснюється за допомогою лічильника тепла CALMEX типу VKP-431. Періодичність повірки – один раз на 4 роки. Теплопостачання Сумського медичного коледжу здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго».

Гаряче водопостачання від магістралі у коледжі не передбачене. У підвальному приміщенні коледжу встановлено теплообмінний апарат

						Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

(бойлер), де в результаті теплообміну між гарячим теплоносієм та холодною водою отримують гарячу воду. Облік гарячої води не ведеться. Такий факт унеможливорює провести точний аналіз споживання теплової енергії на опалення і на підігрів води окремо. Провести аналіз споживання гарячої води в неопалювальний період немає можливості, тому що гаряче водопостачання припиняється в теплий період року.

Об'єм споживаної холодної води вимірюється крильчастим лічильником V-T QN6AN90. Періодичність повірки – один раз на 4 роки. Постачання води до НВК №41 здійснюється централізовано від КП «Міськводоканал» СМР.

Облік спожитої електроенергії здійснюється 3 фазним лічильником активної електроенергії НІК 2301 АПЗ

Періодичність повірки – один раз на 8 років. Джерелом постачання електроенергії коледжу є трансформаторна підстанція, яка знаходиться на балансі «Сумиобленерго».

Знаття показань з лічильників виконується щомісяця оскільки у закладі не впроваджено систему моніторингу даних, щодо обсягів споживання енергоресурсів та холодної води.

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Теплопостачання: 1600 грн/Гкал;

Електрична енергія: 3,1 грн/кВт-год;

Водопостачання: 8,16 грн/м<sup>3</sup>;

Водовідведення: 6,36 грн/м<sup>3</sup>.

						Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

#### 1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

Річне споживання енергоносіїв і води за останні 3 роки наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Споживання енергоносіїв і води за 2017-2019 р.

Найменування	Од. вим.	Обсяги споживання за роками		
		2017	2018	2019
Теплова енергія із централізованих систем теплопостачання	Гкал	465	403	500
Холодна вода	м <sup>3</sup>	2038.0	1911	2169.0
Електроенергія на приготування їжі	кВт-год	-	-	-
Загальні витрати електроенергії	кВт-год	90098.0	108847	106422
<b>Загальні витрати теплової і електричної енергії</b>	<b>МВт-год</b>	<b>630,43</b>	<b>577,13</b>	<b>687,42</b>

Питоме загальне річне енергоспоживання будівлею за роками становить:

- За 2017 рік – 104,9 кВт-год/м<sup>2</sup>;
- За 2018 рік – 96,1 кВт-год/м<sup>2</sup>;
- За 2019 рік – 114,4 кВт-год/м<sup>2</sup>.

Помісячні витрати теплової енергії і води, а також значення середньомісячних температур зовнішнього повітря і градусо-днів за місяцями опалювального періоду року наведено у таблицях додатку А, Б та В відповідно.

На рис. 1.3-1.4 показано графіки витрат теплової енергії на потреби опалення і кількості градусо-днів, а також витрат води за місяцями року. Графіки побудовано за результатами аналізу орієнтовних витрат теплоти на потреби опалення та дійсних помісячних витрат холодної води, які були

визначені у вузлах обліку води, а також аналізу середньомісячних температур зовнішнього повітря. Кількість градусо-днів визначалась як добуток кількості днів за кожний місяць опалювального періоду на перепад температур внутрішнього повітря та середньомісячної дійсної зовнішнього повітря:

$$ГД = Д (t_{в} - t_{сеп}),$$

де  $Д$  - кількість днів у місяці;  $t_{в}$  - дійсна середньомісячна температура внутрішнього повітря у будівлі, °С;  $t_{сеп}$  - дійсна середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С, визначається за даними метеостанцій для місця розташування будівлі.

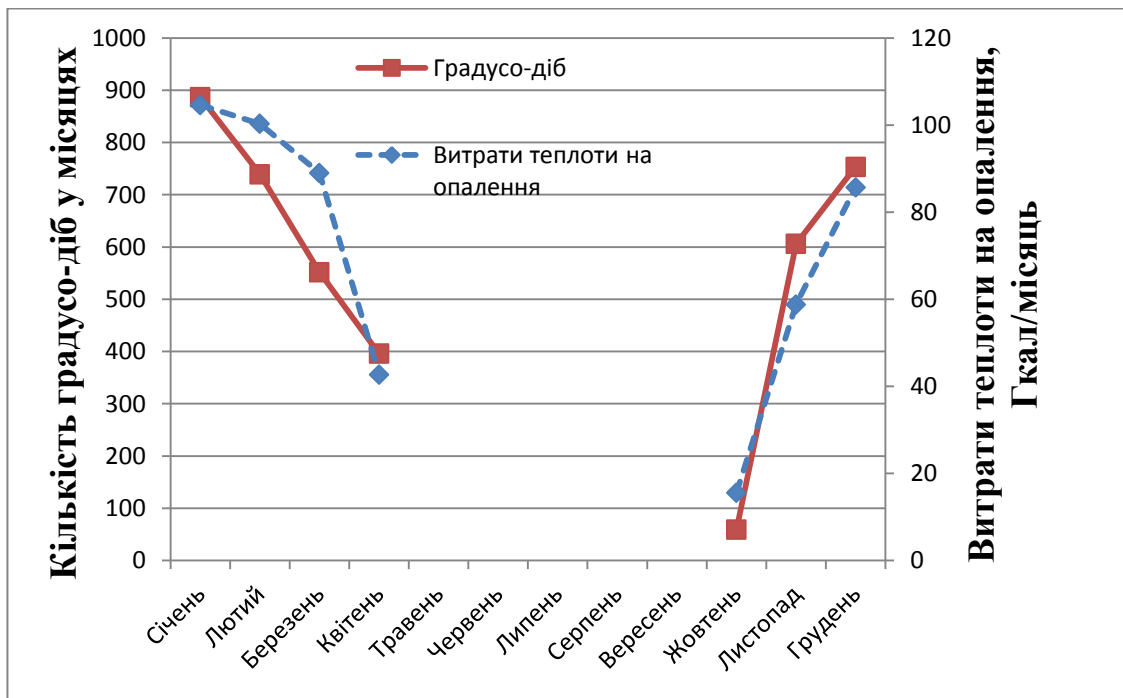


Рисунок 1.3 - Графіки витрат теплоти за 2019 рік на потреби опалення і градусо-днів за місяцями року

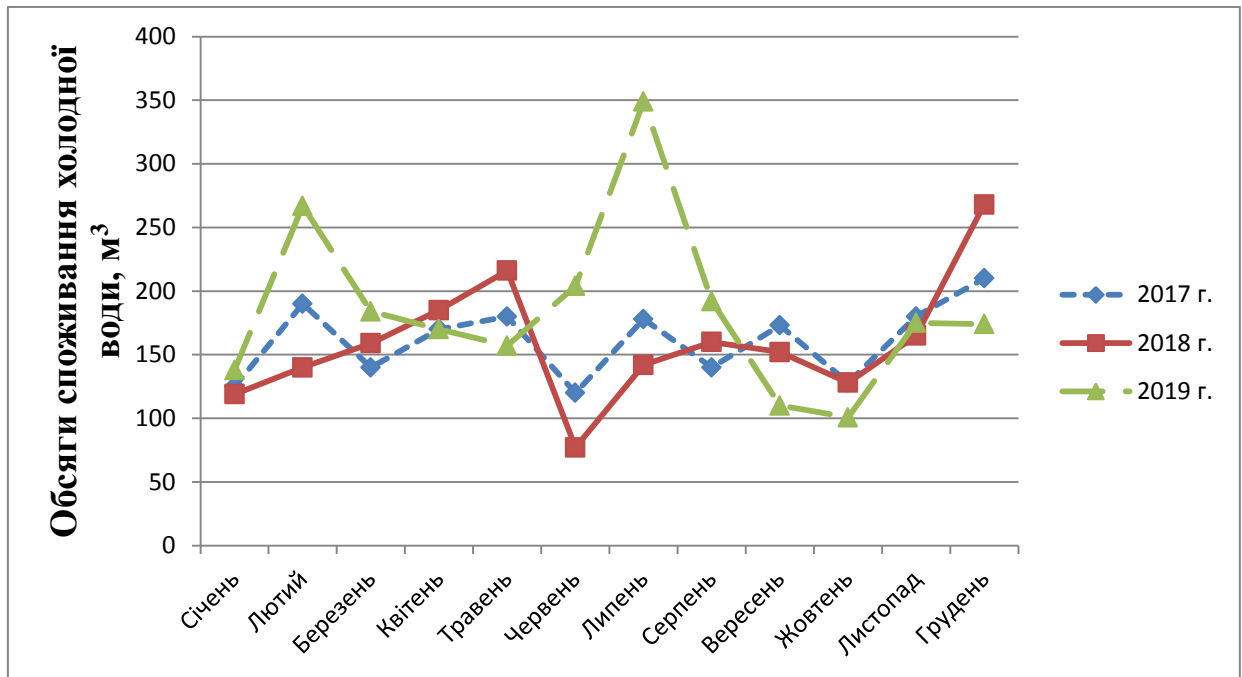


Рисунок 1.4 - Графік споживання холодної води за 2017-2019 рр. за місяцями року

Витрати теплоти на потреби опалення залежать від температури зовнішнього повітря і кількості градусо-днів. Збільшення кількості градусо-днів спричиняє відповідне зростання витрат теплової енергії на опалення.

Як свідчить аналіз рис. 1.3 , регулювання відпуску теплоти на потреби опалення практично відповідає зміні градусо-днів, що свідчить наявність значного потенціалу енергозбереження за рахунок впровадження заходів з регулювання відпуску теплоти у тепловому пункті споживача.

Згідно наданих закладом облікових даних, значення фактичних питомих тепловитрат на опалення за 2017 – 2019 роки становлять:

- за 2017 рік –  $EP = 0,018 \text{ Гкал/м}^3$ ;
- за 2018 рік –  $EP = 0,016 \text{ Гкал/м}^3$ ;
- за 2019 рік –  $EP = 0,019 \text{ Гкал/м}^3$ .

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить –  $EP = 0,0175 \text{ Гкал/м}^3$ .

Нормативна максимальна питома енергопотреба для будинків та споруд навчальних закладів першої температурної зони становлять [2]:

$$EP_{max} = 28 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3 = 0,024 \text{ Гкал}/\text{м}^3 ;$$

Порівняння нормативної величини тепловтрат і дійсних тепловтрат показує, що будівля відповідає вимогам чинної нормативної документації. Але, враховуючи результати енергетичного обстеження, треба зазначити, що із-за умов дотримання встановлених для будівлі лімітів по теплоспоживанню, регулювання відбору теплоти відбувається у "ручному" змінній режиму роботи вузла теплопункту, тобто здійснюється вимушене зменшення обсягів споживання теплоти; при цьому відбувається нерівномірне прогрівання приміщень закладу, що призводить до використання додаткових джерел теплоти, внаслідок чого підвищуються загальні витрати на оплату за енергопостачання будинку. У такій ситуації порушується циркуляційний тиск теплоносія в опалювальних приладах навчального закладу; можлива відсутність руху теплоносія в крайніх ділянках теплопровідної системи тощо.

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

Як бачимо з графіку 1.2, обсяг споживання холодної води в період з вересня по травень включно майже не відрізняється. Це пояснюється тим, що основну кількість холодної води заклад споживає в навчальній період року.

Значення фактичних питомих витрат холодної води в л/особу за добу становлять:

- За 2017 рік – 34,4 л/особу;
- За 2018 рік – 33,0 л/особу;
- За 2019 рік – 33,0 л/особу.

Норма витрат холодної води для учбових закладів та загальноосвітніх шкіл становить 20 л/учня (викладача). [3]

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що дійсні витрати перевищують нормовані більш ніж у 1,5 рази.

						Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1.5 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергетичного аудиту системи енергопостачання основними вимірюваними параметрами є температура, лінійні розміри будівлі та мереж. Найчастіше на практиці для вимірювання температури використовуються термометри, пірометри.

При аудиті системи опалення, зокрема вимірюванні температури теплоносія та робочих поверхонь приміщення, був використаний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek

Для визначення температури повітря в приміщеннях та зовні використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси Testo 605-N1. Принцип дії універсального вимірювача засновано на залежності опору його термочутливого елемента від концентрації пари води у повітрі, а також на реєстрації температури, при якій повітря досягає стану насичення при постійному тиску.

Вимірювання освітленості у робочих приміщеннях проводилося за допомогою фотометра цифрового ТЕС 0693 (рис. 2.2). Він призначений для вимірювання освітленості, створюваної лампами розжарювання й природним світлом, джерела якого розташовані довільно щодо світлоприймача люксметра.

## 1.6 Аналіз результатів вимірювання

У результаті проведеного пірометричного обстеження було знайдено ряд проблемних місць у обстежуваній будівлі з найбільшими тепловими втратами. В першу чергу, це стосується зовнішніх стін та даху, через які відбувається значна частина тепловтрат, виявлених на основі отриманих вивонаних вимірювань температури. Вимірювання температури

						Аркуш
						23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

вікон та підвіконь показали їх досить задовільний стан, що пояснюється їх нещодавньою заміною з дерев'яних рам на металопластикові, більш енергоощадніші. Заміна вікон дозволила зменшити надлишкову інфільтрацію будівлі.

Результати вимірювань показали, що в місці стику перекриття даху і зовнішніх стін та перекриття відбуваються значні тепловтрати. Зовнішні стіни мають недостатній опір теплопередачі, що зумовлює значні тепловтрати.

У місцях стику вікон та зовнішніх стін значних тепловтрат не виявлено, що зумовлено запіненням усіх нещільностей.

Вимірювання температури стелі досліджуваного об'єкту показали, що через стики стіни та перекриття відбуваються тепловтрати, це зумовлено утворенням, так званого, «містка холоду».

Інструментальне обстеження приладів опалення показало, що деякі з них працюють неефективно, адже вони засмічені. Необхідно провести їх очистку.

Зовнішні двері будівлі мають недостатній опір теплопередачі. Через нещільності, що утворені в місцях встановлення дверей, відбуваються тепловтрати, що зумовлені інфільтрацією холодного повітря.

За отриманими результатами вимірювання температури повітря у приміщеннях будівлі можна зробити висновок: у більшості приміщень будівлі температура повітря на момент проведення енергетичного обстеження не відповідає сучасним вимогам за температурними показниками. Згідно чинних нормативних вимог, температура у приміщеннях громадського користування повинна бути 20<sup>0</sup>С; величина відносної вологості при нормальному режимі роботи повинна бути 50%–60%.

						Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



## 2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

### 2.1 Методика розрахунку основних видів тепловтрат

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

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень,  $Bm$

$$\sum Q_{emp} = \sum Q_0 + \sum Q_d + \sum Q_{inf}, \quad (2.1)$$

де  $\sum Q_0$  – сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції будівлі,  $Bm$ ;

$\sum Q_d$  – сумарні додаткові втрати теплоти огорожуючі конструкції,  $Bm$ ;

$\sum Q_{inf}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря,  $Bm$ .

#### 2.1.1 Розрахунок основних видів тепловтрат

Тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі (стіни, світлові й дверні прорізи, стелі, неутеплені підлоги),  $Bm$

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_0} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \quad (2.2)$$

де  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огорожуючої конструкції,  $m^2$ ;

$R_0$  – опір теплопередачі огорожуючої конструкції (за результатами проведених розрахунків  $R_{\Sigma пр}$ ),  $m^2 \cdot ^\circ C/Bm$ ;

						Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$t_в, t_з$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря,  $^{\circ}C$ ;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції визначаються за формулою,  $Вт$ :

$$\sum Q_0 = \sum Q_{ст} + \sum Q_{вкн} + \sum Q_{з.д} + \sum Q_{ндл}, \quad (2.3)$$

де  $\sum Q_{ст}$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження, обчислені по кожному приміщенню,  $Вт$ ;

$\sum Q_{вкн}$  – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, обчислені по кожному приміщенню,  $Вт$ ;

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

$\sum Q_{ндл}$  – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги, обчислені по кожному приміщенню з такими підлогами,  $Вт$ .

### 2.1.2 Розрахунок додаткових тепловтрат

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

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків,  $Вт$

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{ст} \cdot \beta_{op}, \quad (2.4)$$

						Аркуш
						26
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де  $Q_{ст}$  – тепловтрати через кожну зовнішню стіну приміщень,  $Вт$ ;

$\beta_{ор}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації, приймати  $\beta_{ор}=0,08$  – при одній зовнішній стіні в приміщенні, і  $\beta_{ор}=0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей,  $Вт$

$$Q_{з.д}^{\partial} = Q_{з.д} \cdot \beta_{відкр}, \quad (2.5)$$

де:  $Q_{з.д}$  – втрати теплоти через зовнішні двері (ворота),  $Вт$ ;

$\beta_{відкр}$  – коефіцієнт добавки на відкривання дверей, що має значення:

– для одинарних дверей для громадських будинків  $\beta_{откр}=3$ .

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами,  $Вт$

$$Q_{пдл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \quad (2.6)$$

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

Сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги,  $Вт$

$$\sum Q_{пдл}^{\partial} = \sum_i^n Q_{i.пдл}^{\partial}, \quad (2.7)$$

де  $Q_{i.пдл}^{\partial}$  – втрати теплоти через неутеплені підлоги по кожному приміщенню,  $Вт$ ;

						Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$n$  – кількість приміщень де є неутеплені підлоги, для яких розраховано значення  $Q_{i.ндл}^0$ .

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції,  $Вт$ :

$$\Sigma Q_{\delta} = \Sigma Q_{op}^0 + \Sigma Q_{3,\delta}^0 + \Sigma Q_{ндл}^0, \quad (2.8)$$

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

$\Sigma Q_{3,\delta}^0$  – сумарні додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей,  $Вт$ ;

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

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи,  $Вт$

$$Q_{3,\delta}^{inf} = 0,28 \cdot G_{3,\delta} \cdot c \cdot (t_6 - t_3), \quad (2.9)$$

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

$t_6, t_3$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$G_{3,\delta}$  – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність дверного прорізу,  $\text{кг}/\text{год}$

$$G_{3,\delta} = b_{н.д} \cdot L_{н.д} \cdot v_{ср.н.д} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (2.10)$$

де  $b_{н.д}$  – ширина встановленої дверної нещільності (приймається  $0,005 \text{ м}$ );

					Аркуш
					28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$L_{н.д}$  – загальна довжина нещільності дверного прорізу, м;

$v_{ср.н. д}$  – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільності дверного прорізу за результатами виконаних вимірів (приймається 0,5 м/с);

$m_n$  – маса 1 м<sup>3</sup> повітря, рівна 1,3 кг.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт

$$\sum Q_{инф} = \sum Q_{вкн}^{инф} + \sum Q_{з.д}^{инф}, \quad (2.11)$$

У підсумку проведених розрахунків за результатами дискретного визначення тепловтрат у приміщеннях обстежуваної будівлі визначається сумарне розрахункове значення тепловтрат  $\sum Q_{втр}$  по формулі (2.1).

## 2.2 Результати розрахунку балансу тепловтрат

Розподіл розрахункових теплових втрат через будівельні конструкції будівлі та інфільтрацію та їх відсоткове співвідношення наведено у таблиці 2.1 та на рис. 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових витрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	246,08	34,1
Вікна та двері	167,60	23,2
Дах	93,28	12,9
Підлога	131,73	18,3
Інфільтрація	62,04	8,6
Витяжна вентиляція	20,63	2,9
Разом	721,37	100,0



Рисунок 2.1 – Співвідношення теплових втрат через огорджувальні конструкції будівлі та інфільтрацію

З розрахункових даних можна зробити такі висновки – найбільші тепловтрати відбуваються через стіни та через вікна. В першу чергу необхідно приділити увагу утепленню стін.

### 3. РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

#### 3.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Так як ми маємо справу з бюджетною організацією, то при розробці заходів по енергозбереженню необхідно брати до уваги доволі складну процедуру отримання коштів на впровадження заходів, тому необхідно обирати ті способи економії енергоресурсів та води, які є менш затратними і мають невеликий термін окупності, але є ефективними.

Запропоновано такі енергозберігаючі заходи:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- модернізація ТП;
- заміна застарілих типів ламп на світлодіодні.

#### 3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

##### 3.2.1 Утеплення стін

###### *Поточний стан*

Аналіз балансу теплової енергії показує, що майже половина витрат тепла припадає на витрати через огорожувальні конструкції будівлі. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то саме через них проходить більша частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

###### *Опис можливостей енергозбереження*

Для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  пропонується наведений нижче теплоізоляційний матеріал.

Теплоізоляція Moutrical призначена для отримання теплоізоляційного покриття на поверхнях будь-якої форми, що вимагають теплового захисту.

						Аркуш
						31
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Матеріал застосовується для теплової ізоляції зовнішніх та внутрішніх поверхонь конструкцій житлових, суспільних і промислових будівель. Теплоізоляцію Moutrical можна наносити на метал, пластик, бетон, цеглину та інші будівельні матеріали, а також на устаткування, трубопроводи при експлуатації об'єктів з температурою від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ . Moutrical – рідке керамічне тепло-звукоізоляційне покриття, що є рідкою композицією на водній основі. Матеріал складається з синтетичного каучуку, акрилових полімерів, що диспергують в цій композиції порожнистих керамічних та силіконових кульок. [4]

*Визначення товщини теплоізоляційного шару і розрахунок втрат*

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару:

$$\delta_{\text{ут}} = \left[ R_{q \text{ min}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \right) \right] \cdot \lambda_{\text{ут}} \quad (3.1)$$

де  $\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);

$\alpha_{\text{в}}$  та  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій відповідно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\lambda_{i \text{ п}}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);

$\delta_i$  – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м;

$n$  – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору  $3,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$  при  $\lambda_{\text{ут}} = 0,003 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ , за формулою:

$$\delta_{\text{ут}} = [3,3 - 0,78] \cdot 0,003 = 0,00757\text{м} \quad (3.2)$$

					Аркуш
					32
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



### *Розрахунок річної економії енергії*

Витрати на теплову енергію, грн, до проведення енергозберігаючого заходу становлять

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = E_{\text{теп}}^{\text{існ}} \cdot C_{\text{теп}} \quad (3.3)$$

$E_{\text{теп}}^{\text{існ}}$  – кількість споживаної теплової енергії на опалення в рік, Гкал;  
 $C_{\text{теп}} = 1600$  грн/Гкал – вартість 1 Гкал.

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = 500 \cdot 1600 = 800\,000 \text{ грн}$$

Витрати на теплову енергію, грн, після проведення енергозберігаючого заходу, утеплення стін становлять:

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{отр}} = E_{\text{теп}}^{\text{отр}} \cdot C_{\text{теп}} \quad (3.4)$$

$E_{\text{теп}}^{\text{отр}}$  – кількість споживаної теплової енергії на опалення в рік, Гкал.

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{отр}} = 460 \cdot 1600 = 736\,000 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\text{річ}} = Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} - Ц_{\text{теп}}^{\text{отр}} \quad (3.5)$$

$$E_{\text{річ}} = 800\,000 - 736\,000 = 64\,000 \text{ грн}$$

### *Витрати на введення в експлуатацію*

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} \quad (3.6)$$

						Аркуш
						33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн;  $K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 80% від вартості матеріалу), грн:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}} \quad (3.7)$$

Теплоізоляційне покриття Moutrical (рідкий утеплювач) поставляється у пластиковій тарі ємністю 19 літрів, які розраховані на створення 37–38 м<sup>2</sup> утепленої поверхні. Загальна площа огорожувальних конструкцій становить  $S_{\text{ст}} = 3\,112 \text{ м}^2$ , тоді для створення теплоізоляційного шару на поверхні огорожувальних конструкцій будівлі необхідно 82 упаковки теплоізоляції. Вартість однієї упаковки становить 520 грн.

$$K_{\text{осн}} = 82 \cdot 520 = 42\,640 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}} = 0,8 \cdot 42\,640 = 34\,112 \text{ грн}$$

$$K = 42\,640 + 34\,112 = 76\,752 \text{ грн}$$

#### *Визначення терміну окупності*

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}} \quad (3.8)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{76\,752}{64\,000} = 1,2$$

					Аркуш
					34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

### 3.2.2 Модернізація ТП

#### *Поточний стан*

Система опалення залежна, нерегульована, жорсткого контролю за споживанням теплової енергії немає, автоматика відсутня, крім манометрів і термометрів в пунктах прийому тепла.

Будівля отримує теплоносій від централізованого джерела теплової енергії. Відсутнє автоматичне регулювання подачі теплоносія, що сприяє надлишковому споживанню теплової енергії, зокрема в перехідний період (весна, осінь) та в неробочі дні та години (неможливо встановити зниження температури)

Пропонується встановити ІТП з погодним регулятором та циркуляційним насосом, що дозволить автоматично регулювати кількість тепла, яке споживає будівля, в залежності від зовнішньої температури. Це дозволить уникнути понаднормового збільшення температури в приміщеннях у осінньо-весняний період та зменшити втрати тепла за рахунок провітрювання. Окрім цього, ІТП дозволить налаштувати режими споживання теплової енергії в неробочі години та дні, оптимізуючи теплоспоживання.

Економія енергії становитиме  $2,94 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{рік}$

При опалювальній площі  $5'965 \text{ м}^2$  загальна економія енергії становитиме:

$$2,94 \cdot 5965 = 17537 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \cdot 1,38 \text{ грн.} / \text{кВт} \cdot \text{год} = 24\,201 \text{ грн} / \text{рік}$$

При необхідній сумі інвестицій 350 000 грн. термін окупності складе:

$$350\,000 / 24\,201 = 14,46 \text{ років.}$$

Економічний термін експлуатації обладнання складає 20 років.

						Аркуш
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.2.3 Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні

#### *Поточний стан*

У закладі налічується 69 ламп розжарювання по 75Вт зі світловим потоком 12 Лм/Вт та 1756 люмінесцентних зі світловим потоком 61 Лм/Вт (люмінесцентні лампи встановлені у світильники по 4 лампи в кожному, кількість світильників 439). Їх сумарна потужність складає 36,8 кВт.

#### *Опис можливостей з енергозбереження*

Рекомендується подальша заміна ламп розжарювання на відповідні їм світлодіодні по 10 Вт та заміна люмінесцентних світильників по 4 лампи в кожному на відповідні їм світлодіодні потужністю 36 Вт. Сумарна потужність нових ламп – 16,5 кВт.

#### *Розрахунок витрат*

Річне енергоспоживання лампами розжарювання та люмінесцентними лампами становить:

$$P = 36,8 \cdot 249 \cdot 3,4 \cdot 0,6 = 18\,692 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.9)$$

Очікуване річне енергоспоживання після заміни світлодіодними лампами становить:

$$P' = 16,5 \cdot 249 \cdot 3,4 \cdot 0,6 = 8\,381 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.10)$$

#### *Розрахунок річної економії витрат*

Річна економія витрат становить

$$\Delta P = 18\,692 - 8\,381 = 10\,311 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.11)$$

$$E_{\text{річ}} = 10\,311 \cdot 3,1 = 31\,964 \text{ грн/рік} \quad (3.12)$$

						Аркуш
						36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де 3,1 – тариф на електроенергію, грн/ кВт год.

*Витрати на введення в експлуатацію*

Ціна однієї світлодіодної лампи потужність 10 Вт – 55 грн., світильника, який замінить 4 люмінесцентні лампи 300 грн.. Тому загальні витрати дорівнюють:

$$ЗВ = 55 \cdot 69 + 300 \cdot 439 = 135\,495 \text{ грн} \quad (3.13)$$

*Визначення терміну окупності*

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{ок} = \frac{ЗВ}{E_{річ}} \quad (3.14)$$
$$T_{ок} = \frac{135\,495}{31\,964} = 4,2.$$

Термін окупності модернізації освітлення складає трохи більше чотирьох років, але враховуючи, що ресурс світлодіодної лампи значно більший, ніж люмінесцентної, а також зникають витрати на утилізацію люмінесцентних ламп, витрати на модернізацію є цілком доречними

						Аркуш
						37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### ОСНОВНІ МЕТОДИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ. ВОГНЕГАСНІ РЕЧОВИНИ ТА СПОСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Гасіння пожеж може бути виконано наступними методами:

- охолодженням речовин, що горять;
- ізоляцією речовин, що горять від кисню повітря;
- зниженням концентрації' кисню;
- спеціальними хімічними сполуками.

Для гасіння пожеж використовують:

- воду;
- водяний пар;
- хімічну та повітряно-механічну піну;
- інертні гази;
- вуглекислоту;
- порошки;
- спеціальні хімічні речовини і сполуки;
- вибухи;

Усі пожежогасні речовини та гази мають два фактори дії на пожежу: перший фактор властивий всім речовинам – охолодження зони горіння; другий фактор – залежить від хімічного складу речовини та її агрегатного стану.

1. Гасіння водою. Це найбільш поширена і дешева рідина, що застосовують для гасіння малих і великих пожеж. Вогнегасні властивості води полягають в її великій теплоємності. При нагріванні з 20°C до 100 С 1 л води поглинає до 80 ккал, а при випаровуванні - 539 ккал. Воду не можна

						Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

застосовувати для гасіння речовин, що вступають з нею в реакцію (Na, K), тому що при цьому виділяється водень і утворюється вибухова суміш.

Вогнегасні властивості води: охолодження зони горіння, розбавлення вмісту кисню в зоні горіння за рахунок утворення пари.

2. Гасіння парою – застосовується на підприємства, які мають її надлишок. Ефективність залежить від концентрації пари.

Вогнегасні властивості такі ж, як і води.

3. Гасіння пінами. їх поділяють на хімічні і повітряно-механічні. Склад хімічної піни: 80% – вуглекислий газ, 19,7% – вода, 0,3% – ціноутворююча речовина; повітряно-механічна піна складається з 90% повітря, 9,6% води і 0,4% ціноутворюючої речовини.

Вогнегасні властивості: охолодження зони горіння та ізоляція речовини, що горить, від кисню повітря.

4. Гасіння вуглекислою засноване на зміні складу повітря (внаслідок чого горіння стає неможливим) і дуже сильному зниженні температури в зоні горіння.

5. Гасіння спеціальними хімічними речовинами. До них належать: бромистий етил – застосування його обмежується, оскільки ця речовина в суміші з іншими, при певних умовах, може сама горіти. Вогнегасні властивості вуглекислотно-бромметилових сумішей: зниження температури в зоні горіння і хімічне гальмування горіння; тетрахлор (чотири хлористий вуглець) – ця рідина легко випаровується. Один літр тетрахлора утворює 250 л газу. Він швидко переходить у пару і витісняє кисень. Недолік – при 250°C він розкладається на воду і отруйний газ – фосген. Останнім часом знаходять розповсюдження галоїдовуглеводні суміші (галоїди – хлор, фтор, бром) – тетрафтордібромметан, бромистий метилен, трифторбромметан.

						Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Призначення вогнегасників

Кожен із вогнегасників, що застосовуються для ручного вогнегасіння, можна використовувати для гасіння різних пожеж. Але кожен із них розроблено для гасіння якоїсь конкретної пожежі, при цьому він буде найбільш ефективним.

ОХП-10 – вогнегасник хімічно-пінний об'ємом десять літрів. Введення в дію: прочистити сприск, повернути ексцентрикову рукоятку вгору до упору (на 180°С). При цьому підіймається гумовий клапан і відкривається балон з кислотною частиною. Вогнегасник перевертають догори дном. Кислотна частина реагує з лужною. Вуглекислий газ, що виділяється внаслідок реакції, утворює піну і створює підвищений тиск, під дією якого піна через сприск виштовхується назовні. [6]

Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння:

- Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання. Якщо з поверхні горючої речовини відвести тепло, тобто охолодити її нижче температури запалювання, горіння припиняється.

- Спосіб розведення базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14-16% за об'ємом. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полум'яне горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення. Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари іззовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізолюваних приміщеннях).

- Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна піна, порошок та інше).

						Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



- Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галоїдно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які ігри потраплянні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється.

- Спосіб механічного гасіння полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

- Спосіб вогнеперешкоди заснований на створенні умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного. [7]

						Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У випускній роботі бакалавра об'єктом енергетичного обстеження була адміністративна будівля Сумського медичного коледжу – комунальний заклад Сумської обласної ради, м. Суми, Сумської області, яка підпорядковується Управлінню охорони здоров'я Сумської обласної ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Паркова, 4, м. Суми, Сумська область, 40000.

Після ознайомлення з проектною документацією по заданому об'єкту, було проведене візуальне та інструментальне обстеження споруди, систем опалення, електро- і водопостачання, вентиляції.

Обстеження будівлі та результати вимірювань показали неефективність щодо теплового опору зовнішніх стін будівлі, а також наявність низько ефективних приладів освітлення.

Тепловий баланс приміщень був розрахований при фактичному значенні опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Для заощадження енергії і коштів були запропоновані енергозберігаючі заходи:

- утеплення зовнішніх стін. Капітальні затрати на впровадження заходу – 76752 грн, економія – 64000 грн, термін окупності – 1,2 року;
- Модернізація ТП. Капітальні затрати на впровадження заходу – 350000 грн, економія – 24201 грн, термін окупності – 14,5 років;
- заміна ламп системи освітлення. Капітальні затрати на впровадження заходу – 135495 грн, економія – 31964 грн, термін окупності – 4,2 року.

						Аркуш
						42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 4678 Методичні вказівки щодо виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» («Енергетичний менеджмент») усіх форм навчання укладачі: С. С. Антоненко, С. В. Сапожніков, М. І. Сотник, С. О. Хованський. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 43 с.
2. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 08.07.16. – К: Державне підприємство «Укрархбудінформ». – 2016. –30с.
3. Рішення виконавчого комітету Сумської Міської Ради «Про затвердження норм водопостачання для споживачів м.Суми з міського водогону» від 20.04.99 № 172. – Суми. – 1999. –7с.
4. Інтернет-посилання: <http://moutrical.com>
5. ДСТУ 4065:2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. – Чинний від 2002.07.01. – К: Держстандарт України. – 2002. –39с.
6. С.В. Лукашук-Фелик Підручник «Безпека життєдіяльності» Тернопіль 2015р.
7. М.П. Гандзюк, Є.П.Желібо, М.О. Халімовський. Підручник «Основи охорони праці» видавництво «Каравела»

					Аркуш
					43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2017 – 2019 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	98	107,8	104,6
Лютий	103,1	97,7	100,3
Березень	70,0	30,8	89,0
Квітень	18,0	13,1	42,7
Травень	13,1	1,4	1,7
Червень	0	0	1,7
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	20,0	15,0	15,6
Листопад	67,2	75,0	58,8
Грудень	76,0	63,0	85,7
Всього	465,4	403,8	500,1

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Кількість холодної води, спожитої за 2017 – 2019 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
Січень	127,0	119,0	138,0
Лютий	180,2	140,0	267,0
Березень	179,0	159,0	184,0
Квітень	175,0	185,0	170,0
Травень	223,0	216,0	157,0
Червень	158,0	77,0	204,0
Липень	202,0	142,0	349,0
Серпень	170,0	160,0	192,0
Вересень	157,0	152,0	58,3
Жовтень	83,8	128,0	100,7
Листопад	180,0	165,0	175,0
Грудень	203,0	268,0	174,0
Всього	2038,0	1911	2169

## ДОДАТОК В

Таблиця В.1 –Кількість градусо-діб за 2019 рік

Місяць	Кількість діб у місяці	Дійсна середньомісячна температура зовнішнього повітря	Кількість градусо-діб у місяці
Січень	31	-6,6	886,6
Лютий	28	-4,4	739,2
Березень	31	4,2	551,8
Квітень	30	8,8	396
Травень	31	–	–
Червень	30	–	–
Липень	31	–	–
Серпень	31	–	–
Вересень	30	–	–
Жовтень	31	7	465
Листопад	30	1,8	606
Грудень	31	-2,3	753,3

## ДОДАТОК Г

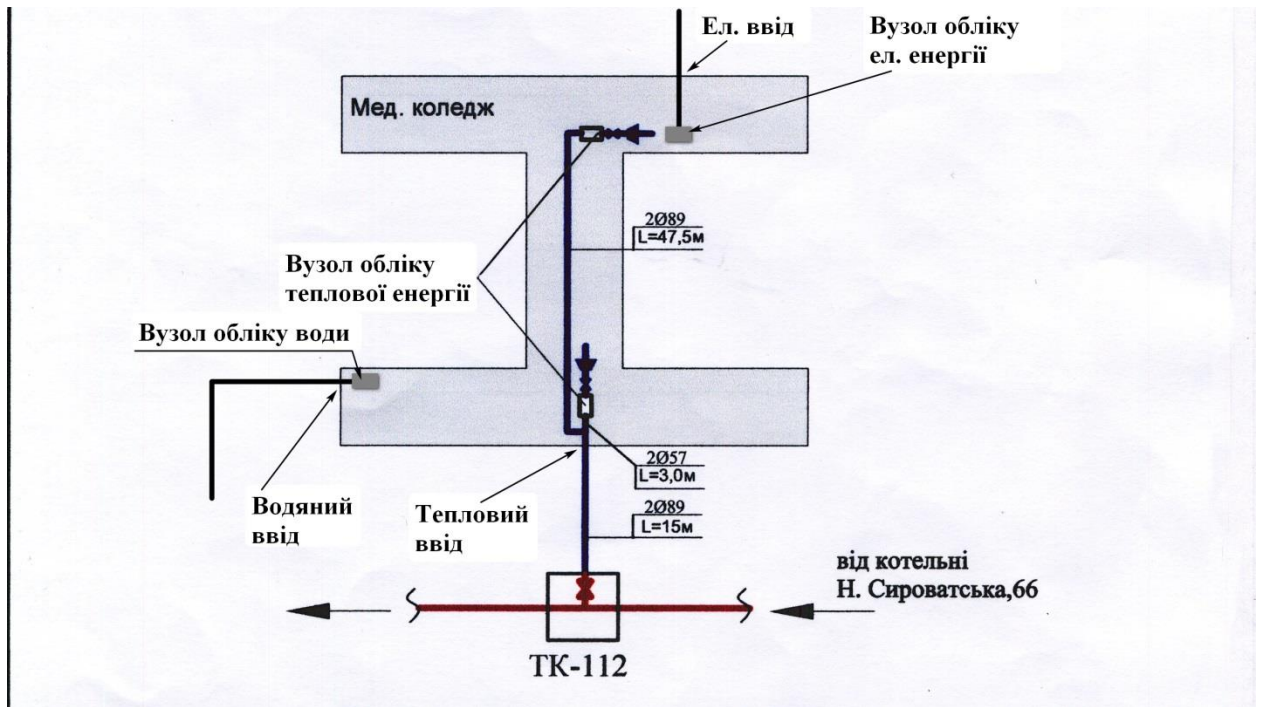


Рисунок Г.1 – Система енергозабезпечення Сумського медичного коледжу

						Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		47