

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Енергетичне обстеження будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська, 14-а»

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»  
за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Літвін Євген Ігорович  
(прізвище і ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

\_\_\_\_\_  
(прізвище і ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

\_\_\_\_\_  
доцент каф. ПГМ  
(наукова ступінь, звання або посада)

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

Суми 2019

Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»  
за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки

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

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

Літвін Євген Ігорович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Енергетичне обстеження будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська, 14-а

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

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до “10” червня 2019 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 10.04.19	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	До 15.04.19	
3	Інструментальне обстеження	До 20.04.19	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	До 05.04.19	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	До 15.05.19	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	До 25.05.19	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	До 07.06.19	
8	Здача роботи на перевірку	10.06.19	
9	Доопрацювання зауважень	До 15.06.19	
10	Захист роботи	18.06– 22.06.19	

Дата видачі завдання “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 13 таблиць, 24 рисунків, 6 додатків, 23 літературних джерел.

*Мета роботи:* проведення енергетичного обстеження системи тепло- та електропостачання, гарячого та холодного водопостачання і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів.

*Предметом дослідження* є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська,14-а, аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

*Об'єктом* є використання енергоносіїв в КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська,14-а.

*Методи дослідження:* економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, , ТЕПЛОВТРАТИ, , ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

**Тема роботи – «Енергетичне обстеження будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська 14-а»**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....	10
1.1. Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження .....	10
1.2. Опис дійсного стану будівлі .....	12
1.3. Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкт .....	18
1.3.1 Система опалення .....	18
1.3.2 Система електропостачання.....	20
1.3.3 Система водопостачання .....	21
1.3.4 Система вентиляції .....	21
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	22
1.4.1 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	22
1.4.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	22
1.4.3 Аналіз обсягів споживання електроенергії .....	24
1.4.4 Аналіз обсягів споживання води .....	26
1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв .....	29
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	32
2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі.....	32
2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій .....	32
2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі .....	34
2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі.....	38
2.1.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі, $\Delta Q$ (Вт):.....	41
2.2 Результати розрахунку .....	41

					6.050601.05 БР 00 ПЗ					
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Проведення енергетичного обстеження систем енергопостачання  СумДУ ЕМ-51					
Розроб.		Літвін								
Перевір.		Хованський								
Н. контр.										
Затв.										
					Літ.	Аркуш	Аркушів			
					4					

2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій корпусу А .....	41
2.2.2 Приклад розрахунку тепловтрат у корпусі А.....	43
2.2.3 Приклад розрахунку теплових надходжень у корпусі А .....	47
2.2.4 Визначення теплової потужності корпусу А за формулою (2.22): .	48
2.2.5 Визначення теплової потужності корпусу Б за формулою (2.22):..	48
<b>3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ.....</b>	<b>54</b>
3.1 Методика розрахунку енергозберігаючих заходів .....	54
3.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін) .....	56
3.3 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стелі).....	62
3.4 Встановлення теплової завіси в корпусі А .....	67
3.5 Запровадження рекуператора теплоти у систему вентиляції будівлі корпусу А .....	73
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>77</b>
4.1 Нормування та контроль у галузі охорони праці.....	77
4.2 Система стандартів безпеки праці (ССБП) .....	81
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>86</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>88</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>91</b>
<b>ДОДАТОК Б .....</b>	<b>93</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>95</b>
<b>ДОДАТОК Г .....</b>	<b>98</b>
<b>ДОДАТОК Д.....</b>	<b>100</b>
<b>ДОДАТОК Ж .....</b>	<b>101</b>

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

В умовах постійно зростаючого попиту на різні види енергоресурсів найпершим завданням енергоменеджменту є розроблення і впровадження якнайменше витратних енергозбережних заходів.

Енергозбереження – це комплексне використання цілого ряду енергозбережних рішень та заходів. Ефективність кожного із готових рішень може бути різною у кожному окремому випадку, однак можна однозначно стверджувати, що у комплексі енергозбережні рішення дають більш значний ефект, ніж кожне окремо.

Енергозбереження є одним із пріоритетів державної політики, важливим напрямком у діяльності усіх без винятку суб'єктів господарювання. При цьому здебільшого заходи щодо впровадження енергозбережних технологій не вимагають великих фінансових витрат.

Основні напрями енергозбережних заходів у системах теплопостачання будівель передбачають проектування елементів «пасивної архітектури», заходи з утеплення існуючих будівель, енергозбережні системи опалення, вентиляції, кондиціонування, холодопостачання, каналізаційні та «розумні» системи.

Постійне підвищення цін на енергоносії водночас із незадовільною якістю послуг центрального опалення стимулюють подальше зростання попиту на утеплення. Можна виділити три головні напрями збільшення енергоефективності: модернізацію устаткування, регулювання енергоспоживання, застосування альтернативних джерел енергії.

Економічний аналіз енергозбережних заходів в умовах високої вартості на енергоносії практично здійснюється із використанням лише одного критерію – простого терміну окупності. Оптимізації інвестицій залежать значною мірою від уміння об'єктивно оцінювати і передбачати макро – і мікроекономічний хід подій [1].

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У державній економічній політиці в Україні до останнього часу більша увага наголошувалася на понятті «енергозбереження», тоді як у європейських та інших розвинених країнах оперують поняттям дещо іншого і більш комплексного виміру – «енергоефективність», яке розглядається в єдиній системі координат з екологічністю та конкурентоспроможністю. У ХХІ ст. вирішити проблему підвищення ефективного використання ПЕР можливо виключно шляхом запровадження новітніх енергоефективних технологій та обладнання, які відповідали б потребам та вимогам сьогодення. За кордоном енергоефективність – це не просто використання ресурсозберігаючих технологій, рекуперації, встановлення, наприклад, енергоефективних вікон, утеплення стін, це – комплексний підхід від етапу проектування до введення в дію та експлуатації об’єкта чи технології (обладнання). Реалізація ефективної політики підвищення енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива надасть Україні можливість створити умови для зниження рівня енергоємності валового внутрішнього продукту, оптимізації структури енергетичного балансу держави шляхом зростання обсягів використання відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, вторинних енергоресурсів, впровадити дієвий механізм реалізації державної політики у сфері енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива. На сьогодні проблема підвищення ефективності функціонування енергетичної структури нашої держави вимагає комплексної модернізації всіх її складових. Підвищення енергетичної ефективності енергетичної інфраструктури може здійснюватися як за окремими технологіями (технологічна модернізація), пооб’єктно (об’єктна модернізація), так і системи в цілому (системна модернізація). Пошук оптимальної конфігурації можливостей за існуючих економічних, екологічних та соціальних обмежень в енергетичній політиці є складною проблемою і викликом для сучасної цивілізації, що виходить далеко за межі навіть глобальної енергетичної кризи 70-х рр. ХХ ст. Відповідь промислово розвинутих країн була сфокусована на активізації політики енергоефективності та

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



енергозбереження [2].

До найактуальніших проблем сучасного суспільства належить організація раціонального енергоспоживання з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище, обачливим використанням енергетичних ресурсів за розумного та достатнього задоволення технологічних і побутових потреб громадян у всіх видах і формах енергії. Проблема високого рівня енергоспоживання та необхідність підвищення енергоефективності у муніципальній сфері є актуальною для України. Питання енергоефективності з часом набуває все більшої актуальності, оскільки розглядається як один із основних елементів загальної енергетичної політики держави. Питання розроблення політики у сфері енергоефективності вперше набуло актуального та особливо важливого значення після першої нафтової кризи 1973 року (спочатку у вигляді ініціатив із енергозбереження), і з цього часу були досягнуті важливі результати. У даний час отримав широке визнання той факт, що правильна політика у сфері енергоефективності здатна внести реальний вклад у досягнення цілого ряду політичних цілей на місцевому, регіональному, національному і світовому рівнях у даній сфері. В Україні питанням енергоефективності приділяється важливе значення, яке знаходить своє відображення і у чинному законодавстві. Енергоефективність сьогодні актуальна, як ніколи раніше. Це інструмент, який одночасно сприяє досягненню трьох основних цілей енергетичної політики:

- підвищенню енергетичної безпеки;
- зниженню шкідливої екологічної дії унаслідок використання енергоресурсів;
- підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

Досягти бажаного результату із ефективного енерговикористання в Україні можливо лише за умови, що буде створена відповідна ефективно діюча система енергетичного менеджменту на всіх рівнях управління і забезпечено умови її сприйняття громадськістю України. Саме ця система повинна стати в Україні ключовим інструментом у формуванні енергоефективної та екологічно безпечної

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моделі територіальної громади, зменшення викидів парникових газів, покращення рівня життя і стану довкілля завдяки підвищенню енергоефективності об'єктів муніципальної сфери [3].

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1. Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є – комунальний заклад Сумської обласної ради – обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю (ОЦПО та РТМ). Це комплексний, багатoproфільний позашкільний навчальний заклад, а також організаційний, координаційний і методико-інформаційний центр навчально-виховної роботи з дітьми та учнівською молоддю в області, заснований у червні 1997 року. Заклад уключено до переліку найбільших позашкільних навчальних закладів України. Щороку у творчих об'єднаннях центру позашкільну освіту отримують понад 4500 вихованців.[4] Комунальний заклад Сумської обласної ради – обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю розміщується у двох корпусах А і Б, за адресою 40007, вул. Серпнева, 14-а (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – ОЦПО та РТМ

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональна структура закладу включає інформаційно-методичну та психологічну служби, Сумське територіальне відділення МАН України, десять навчально-виховних відділів: гуманітарно-оздоровчий, художньо-естетичного виховання, туристсько-краєзнавчий, фізкультурно-спортивний, еколого-натуралістичний, соціально-реабілітаційний, науково-технічний, дослідницько-експериментальний, організаційно-масової роботи, методичний.[4]

Основне приміщення закладу – пристасоване, збудоване в 1971 році КЗ СОР - обласним центром позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю використовується з 01.04.1997 р. (акт прийомки-передачі будівель і споруд д/с від 06.09.1996 р. № 40). Будівля розміщена на земельній ділянці загальною площею 1,1764 га, під забудовою – 1435 м<sup>3</sup>.

Корпус А - це Н-подібна двоповерхова будівля, яка була введена в експлуатацію у 1977 році, призначена для навчально-виховного процесу.

Корпус Б – одноповерхова будівля, що складається з двох прибудов, які раніше слугували за харчоблок та пральню, а на сьогодні також призначені для позашкільного навчально-виховного процесу, та підвалу, в якому знаходиться теплопункт та використовується в якості складських приміщень.

Характеристика будівлі наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика будівлі

Назва корпусу	Корпус А	Корпус Б
Площа вікон, м <sup>2</sup>	388,5	61,44
Опалювальна площа, м <sup>2</sup>	1759, 8	397,4
Опалювальний об'єм, м <sup>3</sup>	6293	1284

Керівництво центру: Директор школи Тихенко Л. В.

Заст. директора з НВР Бондар Л. М.

Заст. директора з НВР Мартинчук К. І.

Заст. директора з АГЧ Острога І. Г.

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Протягом кожного навчального дня згідно з навчальним розкладом в корпусі А знаходиться приблизно 400-500 вихованців. За даними, отриманими від завуча, кожен гурток відвідує не більше 15 дітей. Здебільшого заняття проводяться у другій половині дня, і кожна дитина проводить в корпусі 1-2 години, тому одночасно в корпусі присутні близько 150-200 осіб. Працює близько 50 викладачів.

У корпусі Б займаються вихованці відділів: соціально-реабілітаційний (близько 370 дітей) та творче об'єднання «Кіндер-клуб» (близько 80 дітей). Протягом кожного навчального дня згідно з навчальним розкладом в корпусі Б знаходиться приблизно 150 вихованців, одночасно – приблизно 70-100 осіб. Здебільшого заняття проводяться також у другій половині дня. Працює близько 15 педагогів.

Кількість обслуговуючого персоналу по двом корпусам 10 осіб, включаючи водіїв. Виходячі с даної інформації ми можемо приблизно встановити кількість людей перебуваючих в закладі за одну добу, приблизно це буде становити 80 людей обслуговуючого персоналу, також 250 дітей.

Заклад працює 7 днів на тиждень з 8<sup>00</sup> до 21<sup>00</sup> у дві зміни, у канікулярний час – за окремим планом. Для підрахунку кількості осіб в кожному корпусі був використаний розклад занять гуртків на 2018-2019 навчальний рік.

## 1.2 Опис дійсного стану будівлі

### Корпус А

Будівля двоповерхова, Н-подібного типу. Складається із однієї прибудови. Фундамент корпусу А – залізобетонні блоки. Стіни закладу побудовано з цегли, з середини є шар піщано-цементної штукатурки. Лицевий бік корпусу частково покритий облицювальною фасадною плиткою. Внутрішні стіни цегляні, оштукатурені цементно-пісчаним розчином, пофарбовані водоемульсійною фарбою, у деяких приміщеннях одну зі стін обшито гіпсокартоном, центральний

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коридор обшито пластиковими панелями. Матеріал підлоги – бетон, покритий лінолеумом або керамічною плиткою.

Плити перекриттів – залізобетонні. Покриття будівлі рулонне, плоске. Будівля не має горища чи підвалу. З корпусу А в корпус Б прокладено підземний перехід висотою 2,15 м та площею 120,4 м<sup>2</sup>, який наразі закладом не використовується.

Будівля має металопластикові вікна з однокамерними склопакетами. Розміри, вид та кількість вікон наведена у табл. 1.2.

Зовнішні двері будівель металопластикові одинарні, двері запасних виходів - металеві. Наявність тамбурів. Дефектів зовнішніх дверей, нещільностей не виявлено. Теплова або повітряна завіса відсутні. Розміри, матеріал та кількість дверей в обох корпусах наведена у табл. 1.3.

Наявні секційні двері у деяких коридорах будівлі, які розділяли б сходову клітку та коридори для зниження втрат теплоти.

Технічний паспорт будівлі – наявний.

При проведенні обстеження корпусу А було виявлено, що віконні конструкції знаходяться у незадовільному стані: неякісно встановлені віконні відливи (рис. 1.2) - великі зазори між відливом і фасадною плиткою не покриті цементним розчином, як наслідок - потрапляння вологи до останньої, руйнування плитки; неякісні зовнішні та внутрішні відкоси (рис. 1.3) - їх неутеплення призводить до значних тепловтрат, і, як наслідок, температура приміщень у холодну пору року нижча за нормативну.

У вокальній студії на стелі виявлено відлущення штукатурки, а на стінах виявлено вологу (рис. 1.4). У спортивно-туристичному відділі також виявлено відлущення штукатурки (рис. 1.5).

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Неякісно встановлені віконні відливи



Рисунок 1.3 – Неякісні зовнішні відкоси

					Арк.
					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 1.4 – Волога на стінах



Рисунок 1.5 – Відлушення штукатурки

## Корпус Б

Будівля одноповерхова. Складається із двох прибудов. Фундамент бетонний. Зовнішні стіни корпусу цегляні, з середини є шар піщано-цементної штукатурки. Корпус частково покритий облицювальною фасадною плиткою. Внутрішні стіни цегляні, обшиті пластиковими панелями або гіпсокартоном, Плити перекриттів – залізобетонні. Покриття будівлі – азбофанера. Будівля має підвал який опалюється за рахунок теплопункту та подавальних опалювальних труб (фундамент – бетон, стіни – цегляні, оштукатурені цементно-пісчаним розчином, перегородки – цегляні). Матеріал підлоги – бетон, покритий керамічною плиткою. Будівля має металопластикові вікна з однокамерними склопакетами. Зовнішні двері будівель – металеві. Наявність тамбурів.

Присутні секційні двері у деяких коридорах будівлі, які розділяють сходову клітку до підвалу та коридори для зниження втрат теплоти.

Технічний паспорт будівлі – наявний.

При проведенні обстеження корпусу Б було виявлено, що віконні конструкції так само, як і в корпусі А, знаходяться у незадовільному стані, оскільки встановлені не за всіма технологічними вимогами. Облицювальна плитка поступово осипається, наявні місця її масштабного обсіпання як із зовнішніх стін (рис. 1.6), так і з фундаменту (рис. 1.7)

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 1.6 – Обсипання фасадної плитки зі стін



Рисунок 1.7 – Обсипання фасадної плитки з фундаменту

Таблиця 1.2 – Характеристика металопластикових вікон будівель

Розмір	Кількість в корпусі А, шт.	Кількість в корпусі Б, шт.
2,4×1,6	-	6
2,1×4,2	8	-
2,1×2,1	48	-
1,6×1,6	-	15
1,1×2,1	46	-

Таблиця 1.3 – Характеристика зовнішніх дверей будівель

Розмір	Матеріал	Кількість в корпусі А, шт.	Кількість в корпусі Б, шт.
2,1×1	Металопластик	2	-
2,1×1	Залізо	1	3
2×1,9	Залізо	3	-
1,95×1,65	Залізо	-	1
2,5×2,5	Залізо	-	1

В табл. 1.4 приведені технічні характеристики огорожуючих конструкцій КЗ СОР – ОЦПО та РТМ.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики огорожуючих конструкцій КЗ  
СОРС – ОЦПО та РТМ корпусів А та Б

№ п/п	Найменування частин будинку	Корпус А	Δ, мм	Корпус Б	Δ, мм
1	2	3	4	5	6
1	Фундамент та цоколь	- залізобетонні блоки	500	- бетон	500
2	Зовнішні стіни	- цегляні - оштукатурені цементно- піщаним розчином - фасадна плитка	500 30  8	- цегляні - оштукатурені цементно- піщаним розчином - фасадна плитка	500 30  8
3	Внутрішні стіни	- цегляні - оштукатурені цементно- піщаним розчином, пофарбовані - іноді гіпсокартон без каркасу - гіпсокартон з каркасом, але без утеплювача	150  30  14  14	- цегляні  - оштукатурені цементно- піщаним розчином - мінеральна вата - пластикові панелі - відділ АГЧ- мінеральна вата,	150  30  50 8 50 14

Продовження табл.1.4

1	2	3	4	5	6
4	Плити перекриттів	- залізобетонні плити	220	- залізобетонні плити	220
5	Покрівля	- залізобетон - керамзит - рубероїд	220 150 6	- залізобетон - керамзит - рубероїд - азбофанера	220 150 6 5
6	Підлога	- лінолеум - керамічна плитка - ламінат - бетонна стяжка на гравію, або щебені з природного каменю	1,5 8 8 50	- керамічна плитка - бетонна стяжка на гравію, або щебені з природного каменю	8 50
7	Віконні заповнення	- металопластикові	45	- металопластикові	45
8	Дверні заповнення	- металопластикові - залізні	55 50	- залізні	50

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

#### 1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ОЦПО та РТМ здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1529 – Т від 05.02.2015 року. Теплоносій – вода. Система двохтрубна з горизонтальною розводкою. Рух гарячого теплоносія відбувається зверху вниз через труби і опалювальні прилади. Опалювальні прилади – чавунні радіатори, конвекційні радіатори опалення (типу Аккорд), реєстри, – встановлюються під вікнами для того, щоб компенсувати потоки

					Арк.
					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

холодного повітря. Теплову ізоляцію трубопроводів здійснено за допомогою мінеральної вати.

Ввід теплової мережі передбачений у приміщення теплового пункту, розміщеного на першому поверсі корпусу. Схема теплового вузла будівлі наведена у додатку А (рис. А.1).

У теплому вузлі будівлі присутній вузол автоматичного регулювання відпуску теплоти на систему опалення від температури зовнішнього повітря.

Корпус Б – двотрубна система з нижнім розведенням. Опалювальні прилади – сталеві пластинчасті батареї, встановлені під вікнами для того, щоб компенсувати потоки холодного повітря. Подавальний трубопровід системи і відгалудження від нього проходять через приміщення підвалу, опалювального поверху будівлі. Зворотний трубопровід системи і відгалудження від нього проходять через приміщення підвалу. Теплову ізоляцію трубопроводів здійснено за допомогою мінеральної вати.

Ввід теплової мережі передбачений у приміщення теплового пункту, розміщеного в підвалі корпусу. Схема теплового вузла будівлі наведена у додатку А (рис. А.2).

Постачальником тепла в обидва корпуси є ТОВ «Сумитеплоенерго». Теплова енергія подається згідно Договору №1529-Т про закупівлю послуг з централізованого опалення та постачання гарячої води від 5 лютого 2015 року. Відпуск теплоти до будівель здійснюється за температурним графіком 130°/70°. Розрахунковий перепад температур в системі опалення 95°/70°. Тиск води в подавальному трубопроводі – 4,5 кгс/см<sup>2</sup>, в зворотньому – 3 кгс/см<sup>2</sup>. Розрахункове теплове навантаження згідно з договором становить:

- на опалення корпусу А – 0,1824 Гкал/год.
- на опалення корпусу Б – 0,0696 Гкал/год.

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3.2 Система електропостачання

В основному електричну енергію споживають на потреби внутрішнього освітлення та на устаткування, що працює у закладі. Основні типи ламп, які використовуються на внутрішнє освітлення, наведені у табл. 1.5. До недоліків можна віднести неефективне використання приладів освітлення, люстри-шари забруднені та мають бути очищені від пилу.

Постачальником електроенергії є ПАТ «Сумиобленерго» на підставі Договору про постачання електричної енергії №2378 від 14.01.09. Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-278. Живлення струмом електроприймачів здійснюється по трьох кабельних лініях 0,4 кВ. Приєднана потужність за договором – 20 кВт на кожний ввід, отже 60 кВт загалом. Облік споживання електричної енергії здійснюється трьома окремими електронними лічильниками типу НІК 2301 АПЗ. Один лічильник знаходиться в електрощитовій корпусу А (паспортний номер: 1045960) , інші 2 - в корпусі Б (паспортні номери: 1045968; 1045919).

Таблиця 1.5 – Основні типи ламп

Тип	Кількість в корпусі А, шт.	Загальна потужність, Вт	Кількість в корпусі Б, шт	Загальна потужність, Вт
Лампа люмінесцентна 36×2 Вт	36	2592	-	-
Лампа люмінесцентна 18×4 Вт	136	9792	45	3240
Лампа люмінесцентна 18×2 Вт	17	612	-	-
Енергозберігаюча люмінесцентна лампа 20 Вт	50	1000	7	140
Лампа розжарювання, 75 Вт	15	1125	-	-

Основне енергоспоживаюче обладнання по обом корпусам та кількість електричної енергії, яку воно споживає наведено у додатку Б.

### 1.3.3 Система водопостачання

Установу підключено до місцевої системи централізованого холодного водопостачання та водовідведення. Постачання холодної води до закладу здійснюється централізовано від КП «Міськводоканал». В корпусі А в підлозі прокладено циркуляційний сталевий трубопровід діаметром 25 мм. Трубопровід не ізолюваний. В корпусі Б неізолюваний пластиковий трубопровід 20 мм прокладено в підвалі.

Основними споживачами холодної води є працівники, обслуговуючий персонал, учні навчально-виховного закладу та відвідувачі.

Арматура складається з змішувачів, кранів, змивних бачків, які знаходяться у задовільному стані. Недоліків у конструкції і експлуатації системи водопостачання не встановлено.

### 1.3.4 Система вентиляції

Будівлю обладнано системою природної вентиляції. Для провітрювання приміщень відкиваються вікна в режим провітрювання.

Механічна витяжна (місцева) вентиляція застосовується в комп'ютерних класах та в лабораторії художньої обробки деревини. Проектована система вентиляції передбачає видалення повітря з навчальних кабінетів механічними системами. Припливне свіже повітря систем примусової вентиляції перед подачею в кабінет не нагрівається. Тривалість роботи механічної системи вентиляції в лабораторії обробки деревини становить 3 години за добу у робочі дні, в комп'ютерному класі вентиляцією користуються лише влітку. В кабінеті директора за необхідністю вмикається кондиціонер.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

### 1.4.1 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Тепло: 1600,90 грн/Гкал з ПДВ.

Електрична енергія: 3,10 грн/кВт·год.

Холодна вода: 8,55 грн/м<sup>3</sup>;

Водовідведення: 7,38 грн/м<sup>3</sup>.

### 1.4.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Облік споживання теплової енергії в корпусі А ведеться на підставі показань лічильника CF-50. Облік теплової енергії здійснюється щоденно. Тривалість опалювального періоду становить 6 місяців (з 15 жовтня по 15 квітня), але ця тривалість кожного року змінюється. Опалювальний період розпочинається при зменшенні середньодобової температури нижче +8<sup>0</sup>С і закінчується при підвищенні середньодобової температури вище +8<sup>0</sup>С протягом 3 діб.

В корпусі Б облік теплової енергії ведеться лише с середини листопада 2018 року , так як до цього лічильник теплової енергії був відсутній і розрахунок здійснювався за нормованими питомимих показників витрат теплоти на опалення на одиницю об'єму будівлі.

Обсяги споживання теплової енергії за 2016-2018 роки наведені в табл. 1.6 та на рис. 1.8.

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 – Споживання теплової енергії ОЦПО та РТМ за 2016-2018 та частково за 2019 р.р., Гкал.

Місяць	Корпус А				Корпус Б	
	2016	2017	2018	2019	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	43,21	39,828	38,44	28,336	X	5,496
Лютий	42,573	48,46	40,571	39,995	X	7,649
Березень	32,144	29,633	35,114	33,151	X	6,446
Квітень	14,743	12,686	21,997	14,601	X	2,884
Травень	–	–	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–	–	–
Жовтень	11,95	5,984	7,348	X	X	X
Листопад	30,114	31,715	33,51	X	4,213	X
Грудень	40,045	34,324	25,395	X	4,779	X
Всього	214,779	202,63	202,375	X	X	31,467

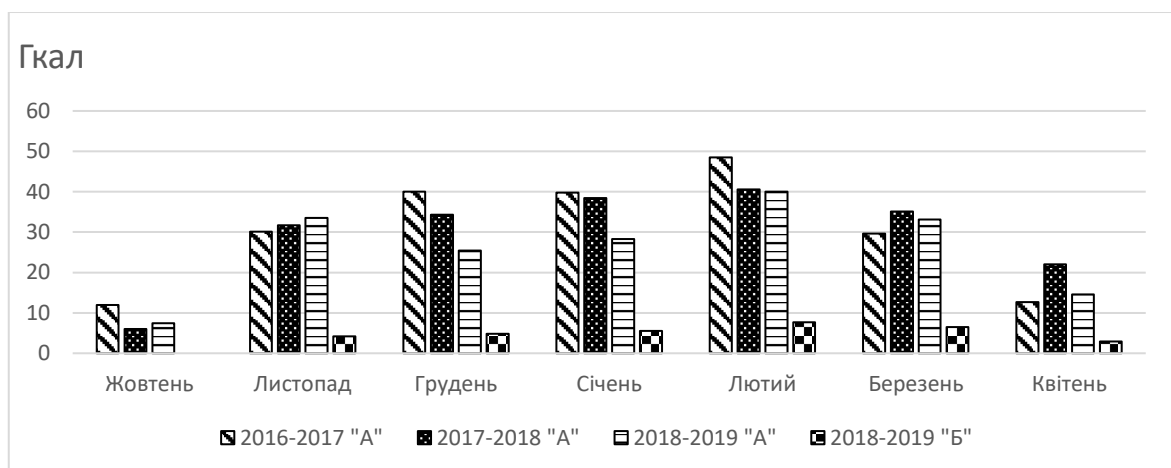


Рисунок 1.8 - Діаграма споживання теплової енергії за 2016-2019 роки в корпусі А і Б



Споживання теплової енергії будівлею здійснюється в опалювальний сезон, оскільки тепла енергія використовується лише на опалення. Найбільша частина теплової енергії споживається в зимовий період, як в найхолодніший період року. Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд навчальних закладів першої температурної зони становлять [5, табл.1]:

$$EP_{max} = 30 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}$$

Розрахована фактична величина споживання теплоти на потреби опалення для закладу за 2019 рік дорівнює 0,033 Гкал/(м<sup>3</sup>·рік) – для корпусу А, та 0,027 Гкал/(м<sup>3</sup>·рік) – для корпусу Б. Порівнявши нормовані і фактичні значення робимо висновок, що отриманий результат для корпусу А та Б знаходиться в межах норми.

#### 1.4.3 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Величина споживання електроенергії за 2016 – 2018 роки наведена у табл. 1.7 – 1.9 та на рис. 1.9 – 1.10.

Таблиця 1.7 – Споживання електричної енергії ОЦПО та РТМ за 2016-2018 р.р. на освітлення та електроустаткування корпусами А та Б, кВт·год

Місяць	Рік					
	2016		2017		2018	
	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б
Січень	2609	930	2246	860	2650	995
Лютий	2351	754	2615	994	2600	1015
Березень	2450	803	2480	836	2250	915

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.7

Квітень	2432	907	1950	773	2300	950
Травень	2108	498	2374	616	1690	381
Червень	2000	423	1906	477	1510	321
Липень	1680	355	1372	262	1260	268
Серпень	1200	175	940	176	930	297
Вересень	1500	260	1500	245	1090	235
Жовтень	1530	586	1700	505	2070	713
Листопад	2280	651	2308	720	2012	630
Грудень	2785	922	2535	750	2070	713
Всього	24925	7264	23926	7214	22432	7433

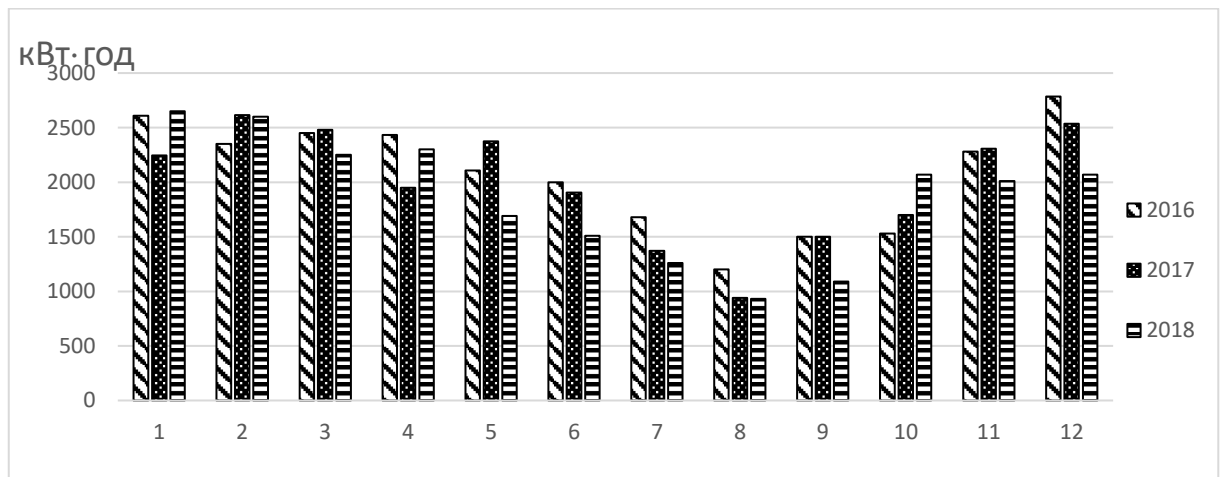


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання електричної енергії на освітлення та електричне устаткування корпусом А за 2016-2018 роки

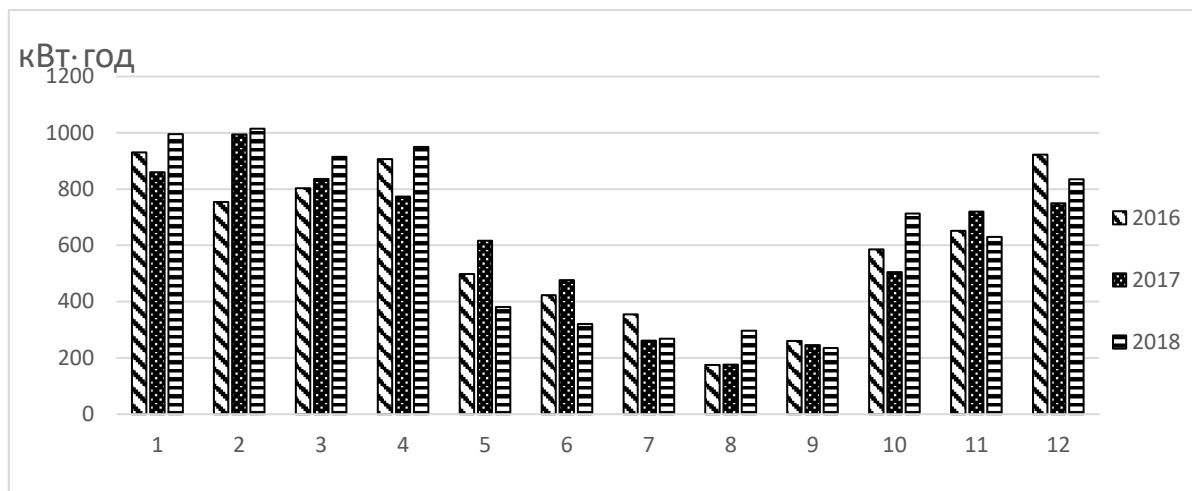


Рисунок 1.10 - Діаграма споживання електричної енергії корпусом Б за 2016-2018 роки

Проаналізувавши гістограму споживання електроенергії з рис. 1.9 та 1.10 можна побачити, що кількість спожитої електроенергії в теплу пору року менша. Це можна пояснити тим, що в літній період збільшується світловий день і, як результат, зменшується споживання електроенергії на освітлення приміщень. Також в літній період використання електричної енергії значно зменшується, тому що знижується використання комп'ютерних класів, оскільки більшість дітей відпочивають на канікулах та суттєво зменшується використання штучного освітлення. Тому в цей період споживання електроенергії набагато менший чим взимку.

#### 1.4.4 Аналіз обсягів споживання води

Водопостачання ОЦПО та РТМ здійснюється централізовано за Договором №2826 про водопостачання та прийом стічних вод з бюджетними організаціями від 01.04.2015 р., який складено з КП «Міськводоканал» Сумської міської ради.

В корпусі А облік споживання холодної води здійснюється за показаннями лічильника типу VM 3/5 7216721-95, встановленого у вузлі вводу корпусу. Межа вимірювань  $Q_n=2,5 \text{ м}^3/\text{год}$ . В корпусі Б облік споживання холодної води

здійснюється за показаннями лічильника типу КВ 1,5/40 466705, встановленого у вузлі вводу корпусу. Межа вимірювань  $Q_n=1,5$  м<sup>3</sup>/год. Зняття показань з лічильників здійснюється щомісячно.

Величина споживання води ОЦПО та РТМ за 2016-2018 роки представлена у табл. 1.8 та на рис. 1.11 - 1.12.

Таблиця 1.8 – Витрата холодної води корпусами А та Б ОЦПО та РТМ за 2016-2018 р.р., м<sup>3</sup>.

Місяць	Рік					
	2016		2017		2018	
	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б
1	2	3	4	5	6	7
Січень	53	10	37	2	74	13
Лютий	54	19	55	2	66	15
Березень	65	2	78	6	72	20
Квітень	76	2	80	13	75	4
Травень	81	30	82	30	68	7
Червень	60	9	96	27	74	11
Липень	67	12	20	5	64	6
Серпень	76	7	28	7	25	7
Вересень	47	6	34	7	45	11
Жовтень	88	12	75	9	67	12
Листопад	90	23	81	11	68	13
Грудень	90	33	88	17	52	13
Всього	847	165	754	136	750	132

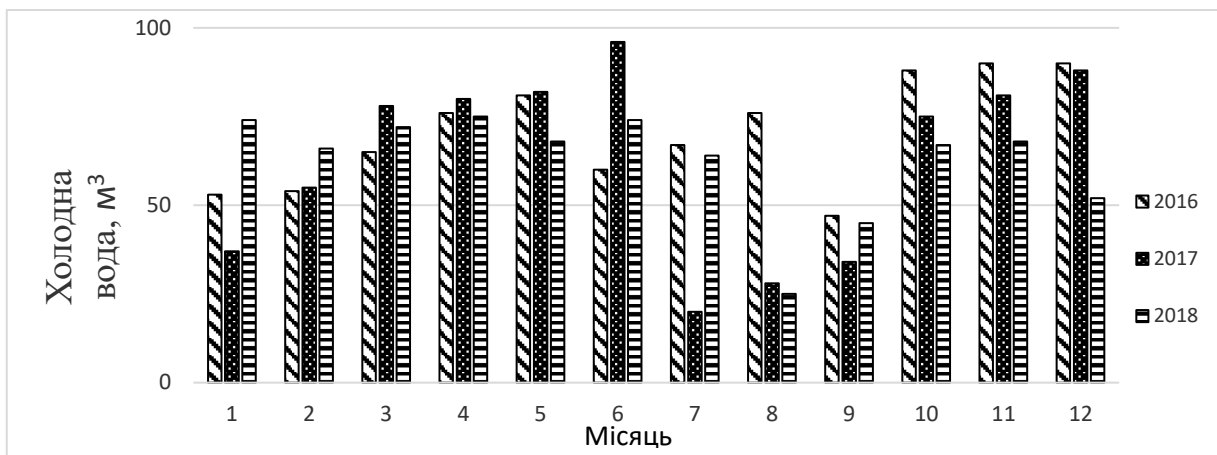


Рисунок 1.11 - Діаграма споживання холодної води за 2016-2018 роки в корпусі А

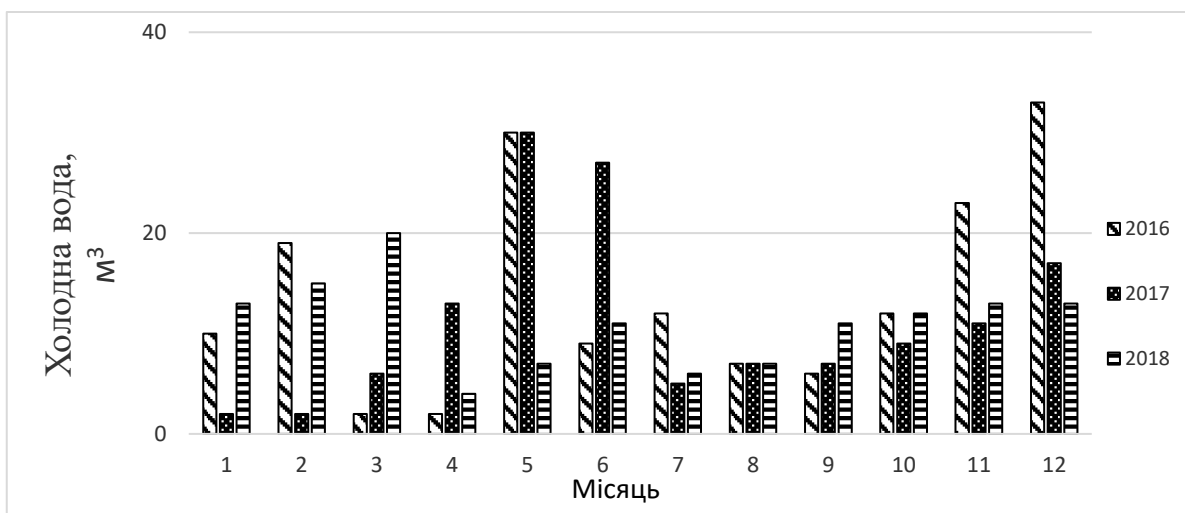


Рисунок 1.12 - Діаграма споживання холодної води за 2016-2019 роки в корпусі Б

Аналіз рис. 1.11 – 1.12 показує, що споживання води протягом років нерівномірне. На рисунку 1.11 бачимо майже рівномірне споживання води протягом року, обсяги споживання води зменшуються в період липня-вересня, це обумовлено тим що в корпусі А розміщались оздоровчі табори, в яких діти були присутні протягом цілого робочого дня, на відміну від інших місяців, коли кожна дитина, яка відвідує той чи інший гурток, знаходилась на території корпусу не

більше 1-2 години, і могла взагалі не користуватися водними ресурсами.

Витрати води у будівлі залежать від графіку роботи, розкладу занять та графіку навчального процесу, кількості працівників, дітей та відвідувачів, а також від пори року. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працюючих та вихованців у будівлі визначено питомі показники витрат холодної води на одну особу на добу, які можна порівняти з нормативними величинами споживання холодної води на одну особу відповідно до [5], норма витрат холодної води навчально-виховних закладів становить 10 л на особу.

Значення фактичних питомих витрат холодної води за період 2016-2018 р.р., л/особу на добу становлять:

- 2016 рік корпус А – 10,3 л/особу;
- 2016 рік корпус Б – 4,5 л/особу;
- 2017 рік корпус А – 9,2 л/особу;
- 2017 рік корпус Б – 3,7 л/особу;
- 2018 рік корпус А – 9,1 л/особу;
- 2018 рік корпус Б – 3,6 л/особу;

Порівняння норми витрат води і дійсної величини витрати води по корпусу А майже в зоні норми. А показники по корпусу Б відображають, що реальні показники являються дуже низькими для норми. Це пояснюються малими розмірами корпусу та малою кількістю осіб, і як наслідок - низьким рівнем користування водними ресурсами.

### 1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

Для визначення пріоритетних напрямків енергозбереження, треба визначити, на які енергоресурси витрачається найбільша кількість грошей. У табл. 1.9 та на рис. 1.13 та 1.14 наведено грошові витрати на всі енергоресурси за 2018 рік. Так як тарифи змінювались на енергоресурси щомісяця протягом 2018 року, то вони представлені у табл. 1.10.

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 – Грошові витрати на енергоресурси за 2018 рік, грн

Енергоресурс	Витрати, корпус А	Витрати, %	Витрати, корпус Б	Витрати, %
Холодна вода та водовідведення	8760	2,5	1541,76	2,4
Електрична енергія	53579,28	14,3	17793,75	27,6
Теплова енергія	311259,73	83,2	45212,66	70

Таблиця 1.10 – Тарифи на енергоресурси для ОЦПО та РТМ за 2018 рік, грн

Енергоресурс	Холодна вода та водовідведення	Електроенергія	Теплоенергія
Місяць			
Січень	11,68	2,19	1 183,57
Лютий	11,68	2,33	1 321,64
Березень	11,68	2,27	1 321,64
Квітень	11,68	2,84	1 321,64
Травень	11,68	2,37	-
Червень	11,68	2,38	-
Липень	11,68	2,37	-
Серпень	11,68	2,38	-
Вересень	11,68	2,38	-
Жовтень	11,68	2,38	1 465,50
Листопад	11,68	2,39	1 465,50
Грудень	11,68	2,39	1 465,50

Аналіз кругових діаграм на рис. 1.13-1.14 показує, що в корпусі А 83 % всіх витрат на енергетичні ресурси йде на оплату послуг з теплопостачання, в корпусі Б – 70 %. Це означає, що енергозберігаючі заходи будуть спрямовані на зменшення грошових витрат на теплову енергію та на підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів.

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

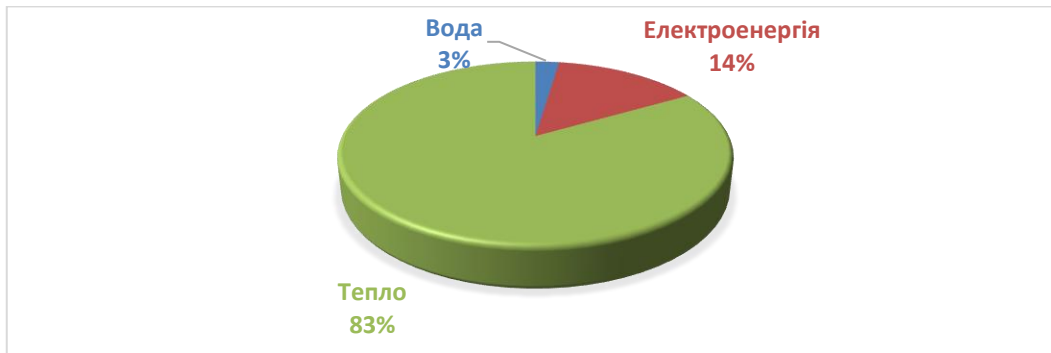


Рисунок 1.13 – Кругова діаграма грошових витрат ОЦПО та РТМ на енергоресурси корпусом А за 2018 рік

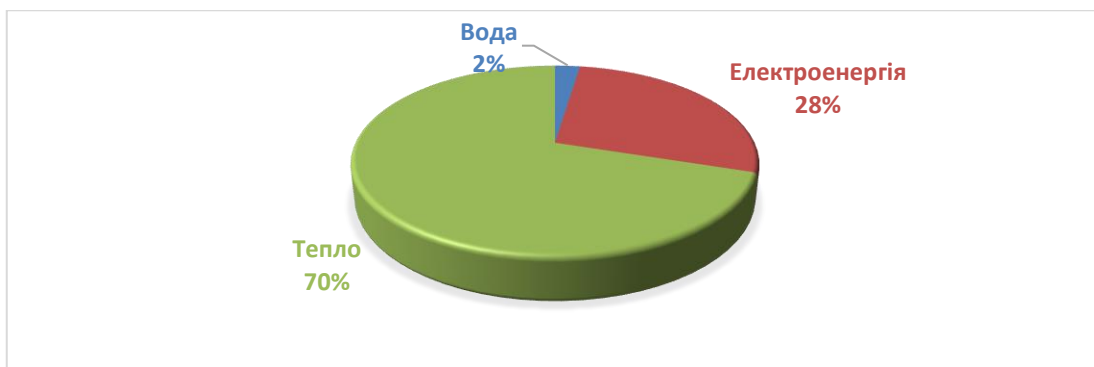


Рисунок 1.14 – Кругова діаграма грошових витрат ОЦПО та РТМ на енергоресурси корпусом Б за 2018 рік



## 2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

### 2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

#### 2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умов [6]:

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

Мінімально допустиме значення  $R_{q \min}$ , опору теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків залежно від температурної зони експлуатації будинку згідно додатку В, табл. В.2, встановлюється згідно додатку В, табл. В.3.

Розрахункові значення теплофізичних характеристик матеріалів приймаються згідно додатку В, табл. В.4.

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma np}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, для непрозорої або прозорої вертикальної огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.2)$$

де  $\alpha_6$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), які приймаються згідно додатку В, табл. В.5;

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно додатку В, табл. В.4, Вт/(м·К);

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

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

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті  $R_{nz}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, визначається за формулами [7].

$$\text{I зона} - R_{nz}^I = R_0^I + \sum R_n ;$$

$$\text{II зона} - R_{nz}^{II} = R_0^{II} + \sum R_n ;$$

$$\text{III зона} - R_{nz}^{III} = R_0^{III} + \sum R_n ; \quad (2.3)$$

$$\text{IV зона} - R_{nz}^{IV} = R_0^{IV} + \sum R_n ,$$

де  $R_0^I$ ,  $R_0^{II}$ ,  $R_0^{III}$ ,  $R_0^{IV}$  – значення термічного опору теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті, (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, відповідно чисельно дорівнюють 2,2; 4,3; 8,6; 14,2.

$\sum R_n$  – сума значень термічного опору теплопередачі шарів підлоги на ґрунті, (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.

Величину  $\sum R_n$  розраховують за рівнянням:

$$\sum R_n = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} , \quad (2.4)$$

Якщо  $R_{\Sigma np} = R_{qmin}$  – конструкція огороження задовольняє теплотехнічним нормам. Якщо  $R_{\Sigma np} > R_{qmin}$  – конструкція зовнішнього огороження також задовольняє теплотехнічним нормам. Якщо  $R_{\Sigma np} < R_{qmin}$  – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі

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

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень житлової,  $\Sigma Q_{втр}$  (Вт), суспільної або виробничої будівлі обчислюються за наступною формулою:

$$\Sigma Q_{втр} = \Sigma Q_0 + \Sigma Q_o + \Sigma Q_e, \quad (2.5)$$

де  $\Sigma Q_0$  – сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\Sigma Q_o$  – сумарні додаткові втрати теплоти через огорожувальні конструкції, Вт;

$\Sigma Q_e$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі,  $Q_0$  (Вт), за дійсними показниками:

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_0} \cdot (t_e - t_3) \cdot n, \quad (2.6)$$

де  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків і зіставлення  $R_{\Sigma пр}$  та  $R_{qmin}$ ), м<sup>2</sup>·С/Вт;

$t_e, t_3$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С.

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно додатку В, табл. В.6.

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні тепловтрати крізь підлогу на ґрунті  $Q_{ндл}$ , Вт, розраховуються як

$$Q_{ндл} = \left( \frac{F_I}{R_{n2}^I} + \frac{F_{II}}{R_{n2}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{n2}^{III}} + \frac{F_{IV}}{R_{n2}^{IV}} \right) \cdot (t_6 - t_{2p}), \quad (2.7)$$

де  $R_{n2}^I, R_{n2}^{II}, R_{n2}^{III}, R_{n2}^{IV}$  – термічний опір теплопередачі окремих зон підлоги на ґрунті,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$  (формула 2,3);

$F_I, F_{II}, F_{III}, F_{IV}$  – площі підлоги відповідно першої, другої, третьої, четвертої зони,  $\text{м}^2$ ;

$t_6, t_{2p}$  – відповідно внутрішня температура приміщень над підлогою і температура ґрунту (для практичних розрахунків беруть температуру ґрунту  $t_{2p} = +6^\circ\text{C}$ ).

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції,  $\Sigma Q_0$  (Вт):

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{стл} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \quad (2.8)$$

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

$\Sigma Q_{стл}$  – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), обчислені по кожному приміщенню, Вт;

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

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

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

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків,  $Q_{op}^d$  (Вт):

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \quad (2.9)$$

де  $Q_{cm}$  – тепловтрати через зовнішні стіни приміщень, Вт;

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

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення,  $Q_{\partial}^{\partial}$  (Вт), розраховуються для тих приміщень у яких висота стелі перевищує 4 м:

$$Q_{\partial}^{\partial} = 0,02 \cdot Q_{cm}, \quad (2.10)$$

де  $Q_{cm}$  – втрати теплоти через стіни, Вт.

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами,  $Q_{ndl}^{\partial}$  (Вт):

$$Q_{ndl}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{ndl}, \quad (2.11)$$

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

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей,  $Q_{3.d}^{\partial}$  (Вт):

$$Q_{3.d}^{\partial} = Q_{3.d} \cdot \beta_{відкр}, \quad (2.12)$$

де  $Q_{3.d}$  - втрати теплоти через зовнішні двері, Вт;

$\beta_{відкр}$  – коефіцієнт добавки на відкривання дверей, що має значення (для одинарних дверей  $\beta_{відкр} = 4$ ).

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції,  $\sum Q_{\partial}^{\partial}$  (Вт):

$$\sum Q_{\partial}^{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{\partial}^{\partial} + \sum Q_{ndl}^{\partial}, \quad (2.13)$$

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$\Sigma Q_{\epsilon}^0$  – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

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

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи для металопластикових віконних конструкцій не розраховуються.

Розрахунок втрат тепла на вентиляцію проводиться по наступній залежності,  $Q_{\epsilon}$  (Вт):

$$Q_{\epsilon} = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\epsilon} - t_{z,p}) \cdot n_k \cdot k_v, \quad (2.14)$$

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

$t_{\epsilon}$  і  $t_z$  - те саме, що у формулі (2.6);

$V_{II}$  - внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho$  - густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho = 1,3 \text{ кг} / \text{м}^3$ ;

$n_k$  - кратність повітрообміну приміщення, год<sup>-1</sup>;

$k_v$  - коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається  $k_v = 0,85 \div 1,0$ ).

Середня кратність повітрообміну ( $200\text{д}^{-1}$ ) визначається за сумарним повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_k = \frac{\left[ \left( \frac{L_v \cdot n_v}{24} \right) + \left( \frac{G_{\text{инф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{инф}}}{24 \cdot \rho_c} \right) \right]}{v_v \cdot V_{II}}, \quad (2.15)$$

де  $L_v$  - кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м<sup>3</sup> / 200д, і дорівнює для

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління –  $4 \times F_p$ ;

$v_v$  - коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймаємо  $v_v = 0,85$ ;

$F_p$  - розрахункова площа громадських будинків,  $m^2$ ;

$n_v$  - кількість годин роботи механічної вентиляції або природної вентиляції протягом однієї доби, год;

$n_{inf}$  - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом однієї доби, год;

$G_{inf}$  - кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається  $G_{inf} = 0,5 \cdot v_v \cdot V_{II}$ ;

$\rho_c$  - середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції,  $kg/m^3$ ;

$\eta$  - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається  $0,8 \div 1,0$ .

Середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції,  $\rho_c$  ( $kg/m^3$ ):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_B + t_{cp.op.})]} \quad (2.16)$$

### 2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі

Теплонадходження від людей,  $Q_L$  (Вт):

$$Q_L = \beta_{int} \cdot \beta_{od} \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{v_e}) \cdot (35 - t_{II}) \cdot n_L \cdot \eta, \quad (2.17)$$

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$t_{II}$  – температура приміщення, °С.

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує час знаходження людей в приміщенні,

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

Теплонадходження від працюючого електроустаткування,  $Q_{el}$  (Вт):

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \quad (2.18)$$

де

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

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

$\eta$  – ККД електроустаткування (за умовами завдання 0,9);

$k_T$  – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ( $k_T = 0,9$ );

$k_c$  – коефіцієнт попиту на електроенергію (за умовами завдання  $k_c = 0,35$ ).

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

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_3, \quad (2.19)$$

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де

$N_l$  – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

$k_з$  – коефіцієнт завантаження освітлення,

$$k_з = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 0,17,$$

де  $T_{роб}$  – кількість робочих годин за добу,

$t_{роб}$  – час роботи джерел освітлення протягом години,

$T$  – загальна кількість годин в добі,

$t$  – загальна кількість хвилин у годині.

$n_l$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації,  $Q_{рад}$  (Вт): розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться. Цей вид теплонадходження враховується для будівель, що переважно у денний період доби [7]:

$$Q_{рад} = q_c \cdot F_c \cdot k_{в.п} + q_T \cdot F_T \cdot k_{в.п}, \quad (2.20)$$

де  $q_c$ ,  $q_T$  – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м<sup>2</sup> скла, освітленого сонцем і в тіні, Вт/м<sup>2</sup> ( $q_c = 250$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_T = 100$  Вт/м<sup>2</sup>);

$F_c$ ,  $F_T$  – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м<sup>2</sup>.

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

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

$$Q_{тн} = Q_l + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}. \quad (2.21)$$

					Арк.
					40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.1.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі,  $\Delta Q$  (Вт):

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \quad (2.22)$$

де

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

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

## 2.2 Результати розрахунку

Розрахунки проводимо для будівлі, яка знаходиться .Суми (I температурна зона), з нормальним вологісним режимом.

### 2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій корпусу А

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін згідно Додатку В, табл. В.3:

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

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі стелі згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q\min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі дверей згідно Додатку В, табл. В.3:

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{q \min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Мінімально допустиме узначення опору теплопередачі металопластикових вікон згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q \min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі стін за формулою (2.2),  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ :

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \left( \frac{0,5}{0,7} = \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,008}{0,96} \right) + \frac{1}{23} = 0,924,$$

$$R_{\Sigma np} \leq R_{q \min}.$$

Приведений опір теплопередачі стелі за формулою (2.2),  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ :

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \left( \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,15}{0,17} + \frac{0,006}{0,17} \right) + \frac{1}{23} = 1,191,$$

$$R_{\Sigma np} \leq R_{q \min}$$

Приведений опір теплопередачі однокамерних металопластикових вікон зі звичайним склом,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ :

$$R_{\Sigma np} = 0,45. \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}:$$

Приведений опір теплопередачі дверей за формулою (2.2):- залізних дверей:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{62} + \frac{1}{23} = 0,158 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- металопластикових дверей:

$$R_{\Sigma np} = 0,5 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Приведений опір теплопередачі підлоги за формулою (2.4),  $m^2 \cdot K/Вт$ :

- для лінолеуму:

$$R_{\Sigma np} = \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,0015}{0,35} = 0,19 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт:}$$

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті за формулою (2.3),  $m^2 \cdot K/Вт$ :

$$I \text{ зона} - R_{nz}^I = 2,2 + 0,19 = 2,39; \quad II \text{ зона} - R_{nz}^I = 4,3 + 0,19 = 4,49;$$

$$III \text{ зона} - R_{nz}^I = 8,6 + 0,19 = 8,79; \quad IV \text{ зона} - R_{nz}^I = 14,2 + 0,19 = 14,39.$$

Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі А та Б представлені в додатку Д. Результати розрахунків термічного опору огорожувальних конструкцій по двом корпусам наведені у Додатку Г, табл. Г.1.

### 2.2.2 Приклад розрахунку тепловтрат у корпусі А

Тепловтрати через стіни за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{стін} = \frac{1086,98}{0,924} \cdot (19 + 22) = 48237,13 Bm$$

Тепловтрати через стелю за дійсними показниками за формулою (2.4):

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ст} = \frac{1039,3}{1,191} \cdot (19 + 22) = 35788,23 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через вікна за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{вкн} = \frac{388,5}{0,45} \cdot (19 + 22) = 35396,67 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу за дійсними показниками за формулою (2.6):

$$Q_{пол} = \left( \frac{419,2}{2,39} + \frac{352,2}{4,59} + \frac{233,6}{8,79} + \frac{34,3}{14,39} \right) \cdot (19 - 6) = 3676,01 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через двері за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{з.дв.} = \frac{4,2}{0,5} + \frac{13,5}{0,158} \cdot (19 + 22) = 3847,57 \text{ Вт}$$

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції за формулою (2.5):

$$\sum Q_0 = 48237,13 + 35788,23 + 35396,67 + 3676,01 + 3847,57 = 126945,6 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків за формулою (2.9):

$$Q_{ор}^0 = 48237,13 \cdot 0,1 = 4823,71 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення за формулою (2.10):

$$Q_e^0 = 48237,13 \cdot 0,02 = 944,744 \text{ Вт}$$

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги за формулою (2.11):

$$Q_{\text{пдлг}}^{\circ} = 3676,007 \cdot 0,05 = 183 \text{Вт}$$

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей за формулою (2.12):

$$Q_{\text{з,д}}^{\circ} = 344,4 \cdot 4 = 1377,6 \text{Вт}$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції за формулою (2.13):

$$\sum Q_{\text{д}} = 4823,71 + 944,744 + 183 + 1377,6 = 7349,86 \text{Вт}$$

Середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції,  $\rho_{\text{с}} (\text{кг} / \text{м}^3)$  за формулою (2.16):

$$\rho_{\text{с}} = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (19 - 1,4)]} = 1,25 .$$

Кратність повітрообміну за формулою (2.15):

$$n_{\text{к}} = \frac{\left[ \left( \frac{1459,5 \cdot 4 \cdot 24}{24} \right) + \left( \frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 6293 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,25} \right) \right]}{0,85 \cdot 6293} = 1,41 \text{год}^{-1},$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (2.14):

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot 6293 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (19 + 22) \cdot 1,41 \cdot 0,85 = 113180,5 \text{Вт}$$

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщення за формулою (2.3):

$$\sum Q_{втр} = 126945,6 + 7349,86 + 113180,5 = 247476 \text{Вт}$$

Результати розрахунків по корпусах наведено у Додатку Г, табл. Г.2, Г.7.

Розподіл всіх тепловтрат корпусу А наведено на рис. 2.1.

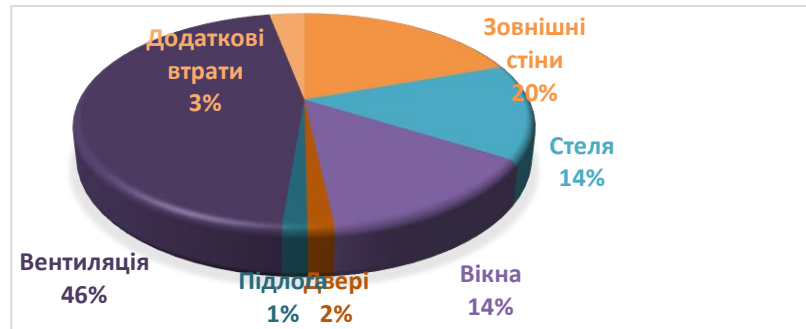


Рисунок 2.1 – Розподіл тепловтрат корпусу А

Розподіл всіх тепловтрат корпусу Б наведено на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Розподіл тепловтрат корпусу Б

З діаграм видно, що найбільші тепловтрати корпусу А припадають на вентиляцію, найбільші втрати йдуть також на вентиляцію, зовнішні стіни, стелю, а найменші – на підлогу.

					Арк.
					46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 2.2.3 Приклад розрахунку теплових надходжень у корпусі А

Теплонадходження від людей за формулою (2.17):

$$Q_{л} = 1,07 \cdot 0,65 \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{0,15}) \cdot (35 - 19) \cdot 200 \cdot \frac{11}{24} = 6616,25 \text{Вт}$$

Теплонадходження від електроустаткування за формулою (2.18):

$$Q_{ел} = 44715 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,27 = 9628,26 \text{Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення за формулою (2.19):

$$Q_{осв} = (13996 \cdot 0,4 + 1125 \cdot 0,95) \cdot \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 1133,42 \text{Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації за формулою (2.20):

$$Q_{рад} = 250 \cdot 194,04 \cdot 0,5 + 100 \cdot 194,46 \cdot 0,5 = 33978 \text{Вт},$$

Сумарні теплонадходження за формулою (2.21):

$$\Sigma Q_{ти} = 6616,25 + 9628,26 + 1133,42 + 33978 = 52534,82 \text{Вт}$$

Результати розрахунків по корпусах наведено у Додатку Г, табл. Г.4, Г.8.

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розподіл всіх теплонадходжень за корпусом А наведено на рис. 2.3.

Розподіл всіх теплонадходжень за корпусом Б наведено на рис. 2.4.



Рисунок 2.3 – Розподіл теплонадходжень в корпусі А



Рисунок 2.4 – Розподіл теплонадходжень в корпусі Б

2.2.4 Визначення теплової потужності корпусу А за формулою (2.22):

$$\Delta Q_A = 247476 - 52534,82 = 194941,2 \text{ Вт}$$

2.2.5 Визначення теплової потужності корпусу Б за формулою (2.22):

$$\Delta Q_B = 40212,5 - 12045,4 = 28166,7 \text{ Вт}$$

Загальні результати розрахунків наведені у Додатку Г, табл. Г.5, Г.9.

					Арк.
					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Отримана теплова потужність  $\Delta Q$  визначається лише за нормативними величинами мінімальних розрахункових температур зовнішнього повітря  $t_{з.р}$  для відповідної температурної зони, яка дорівнює:

- для корпусу А:  $\Delta Q_A = 194941,2 \text{ Вт} = 874896,1 \text{ тис.кВт}\cdot\text{год} = 752,28 \text{ Гкал}$ ;
- для корпусу Б:  $\Delta Q_B = 28166,7 \text{ Вт} = 126411,7 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год} = 108,71 \text{ Гкал}$ .

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

$$Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_{в}^{cp} - t_{cp.on})}{(t_{в}^{cp} - t_{з.р})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \quad (2.23)$$

де:

$Q$  – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

$t_{в}^{cp}$ ,  $t_{з.р}$  – те саме, що у формулі (2.6).

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

$n_{оп}$  – тривалість опалювального періоду.

Проаналізувавши дані про середню зовнішню температуру в м. Суми за опалювальні місяці 2018 року (рис. 2.5), та підставивши в формулу (2.23) значення розрахункових за опалювальні період температур, побудовано графік зміни теплового навантаження залежно від зовнішньої температури для корпусу А (рис. 2.6) та підрахована сумарна кількість спожитої теплової енергії, яка склала  $Q_{оп} = 218,872 \text{ Гкал}$ . Так як в корпусі Б тепловий лічильник був установлений в 2018 році с 14 листопада ми маємо дані про споживання теплової енергії за період опалювального сезону 2018-2019 року (14.11.2018 – 9.04.2019). Так як і для корпусу А було побудовано графік зміни температури на

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

період опалювального сезону 2018-2019 року (рис. 2.7), та підставивши в формулу (2.23) значення розрахункових даних за опалювальні період температур, побудовано графік зміни теплового навантаження залежного від зовнішньої температури для корпусу Б (рис. 2.8) та підрахована сумарна кількість спожитої теплової енергії, яка склала  $Q_{оп} = 43,14$  Гкал.

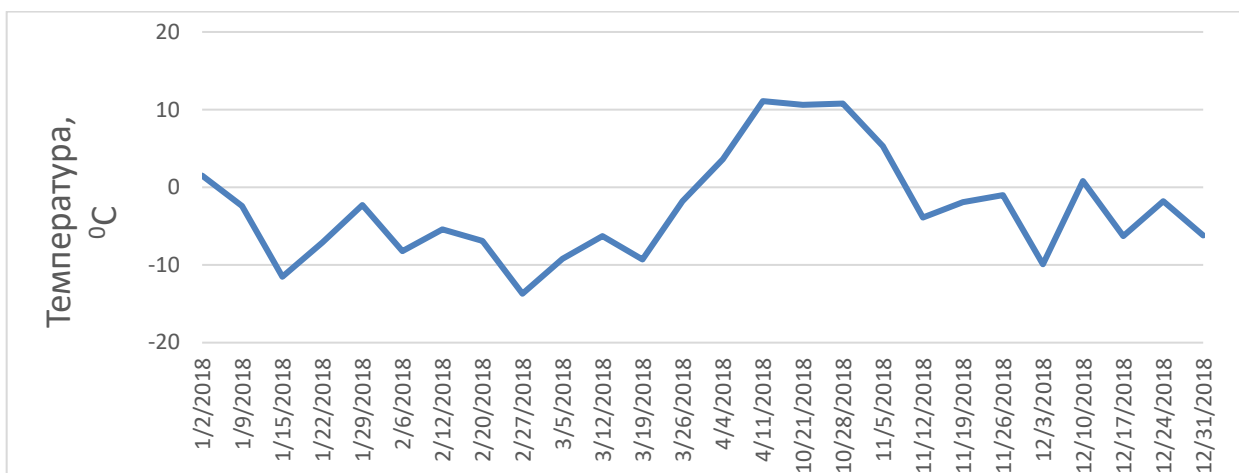


Рисунок 2.5 – Графік зміни температури зовнішнього повітря в м. Суми за 2018 р. для корпусу А в опалювальний період

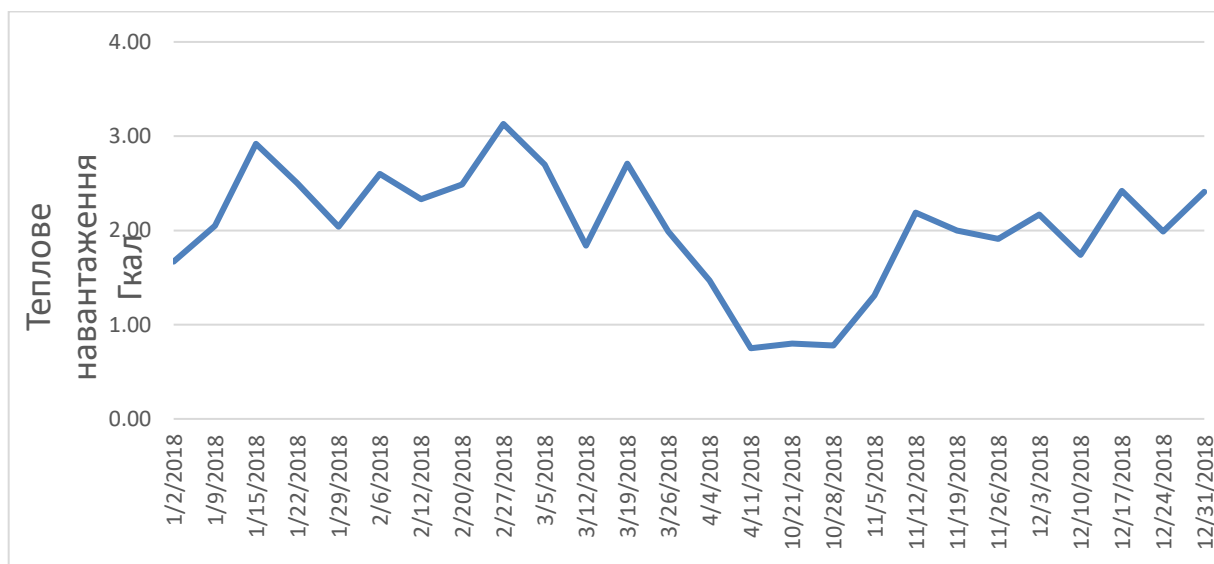


Рисунок 2.6 – Графік зміни теплового навантаження в залежності від зовнішньої температури за 2018 рік для корпусу А

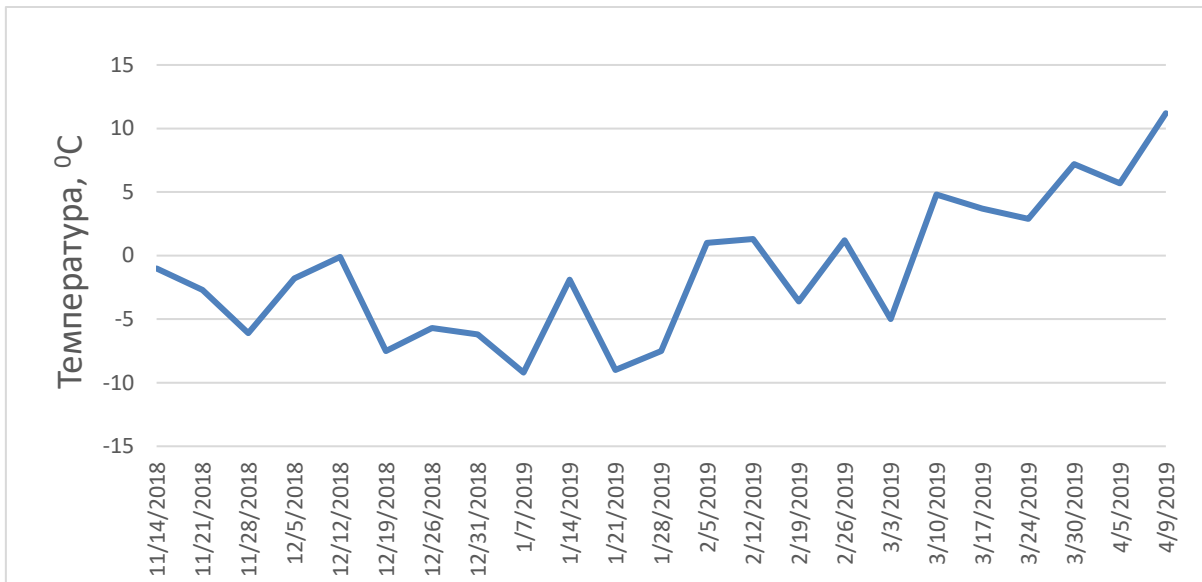


Рисунок 2.7 – Графік зміни температури зовнішнього повітря в м. Суми за 2018-2019 р.для корпусу Б в опалювальний період

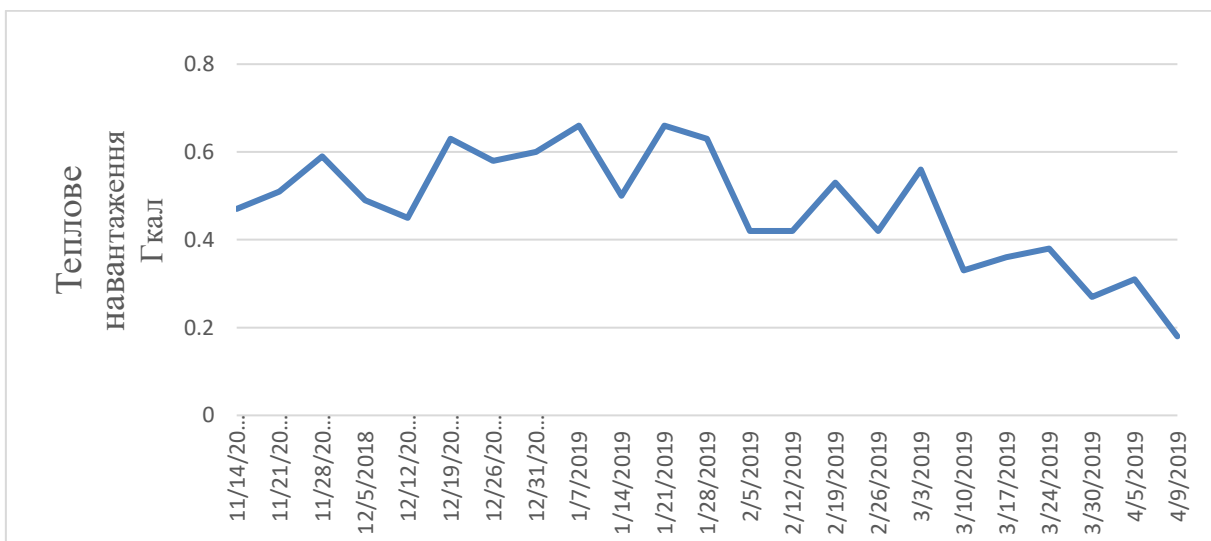


Рисунок 2.8 – Графік зміни теплового навантаження в залежності від зовнішньої температури за 2018-2019 р.для корпусу Б

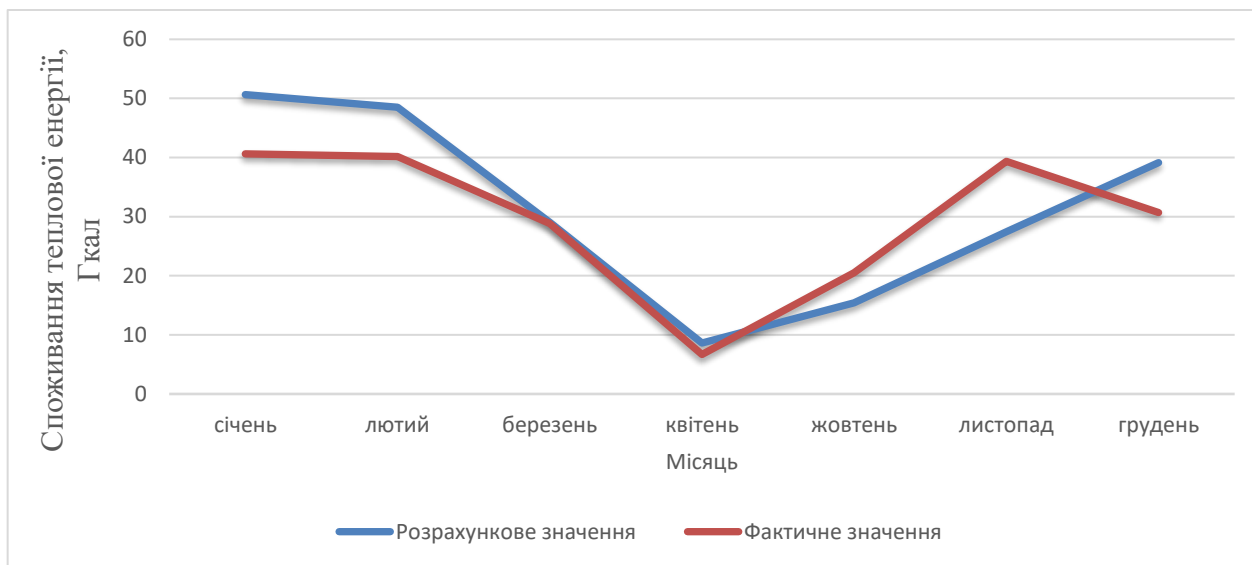


Рисунок 2.9 – Порівняльний графік спожитого фактичного та розрахункового значень теплового навантаження за 2018 рік в корпусі А

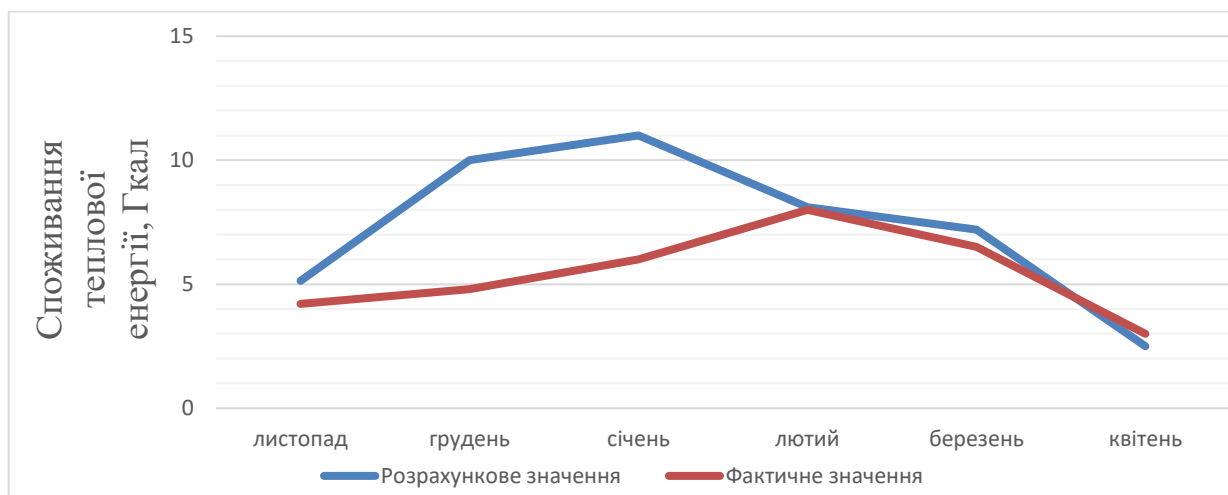


Рисунок 2.10 – Співвідношення базового теплоспоживання в корпусі Б з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2018 – 2019 роки.

Розрахункова величина кожного місяця була зменшена на 40%, так як підвальне приміщення не опалюється.

Отже, фактична спожита теплова енергія за показами теплового лічильника в корпусі А становить 202,375 Гкал, а в корпусі Б становить 31,467 Гкал (згідно розділу 1, табл. 1.6). Знайдемо різницю між фактичною та розрахунковою спожитою тепловою енергією, %:

					Арк.
					52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для корпусу А

$$\delta Q_{оп} = \frac{218,872 - 202,375}{202,375} \cdot 100\% = 8,15 \%$$

Для корпусу А

$$\delta Q_{оп} = \frac{43,14 - 31,467}{31,467} \cdot 100\% = 37,1 \%$$

Як висновок, можна сказати, що корпус А недотоплювався на 8% в січні, лютому та березні та перетоплювався в листопаді місяці 2018 р. А корпус Б недотоплювався аж на 37,1 % в листопаді, грудні та січні, та перетоплювався в березні за опалювальний сезон 2018-2019 року.

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

В цьому розділі запропоновані та розраховані можливі енергозберігаючі заходи. Для розрахунку будемо використовувати дані за опалювальні місяці 2018р. (розділ 1). Дані за тепловим лічильником та тарифи за 2018 рік наведені також в розділі 1, табл. 1.11.

#### 3.1 Методика розрахунку енергозберігаючих заходів

Визначення необхідної товщини теплоізолювального шару:

$$\delta_{yt} = \left[ R_{qmin} - \left( \frac{1}{\alpha_v} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \times \lambda_{yt}, \quad (3.1)$$

де:

$\lambda_{yt}$  – теплопровідність теплоізолювального матеріалу, Вт/(м·К);

$\alpha_v, \alpha_3$  – те саме, що у формулі (2.2);

$\lambda_{ip}$  – 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;

$R_{qmin}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Економія витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції:

$$\Delta Q = Q^1 - Q^2, \quad (3.2)$$

де  $Q^1$  і  $Q^2$  – тепловтрати крізь огорожувальну конструкцію, відповідно до її утеплення і після її утеплення, кВт.

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q^2 = \frac{F_{\text{опр}}}{R_0} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \quad (3.3)$$

де:

$F_{\text{опр}}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків і зіставлення  $R_{\Sigma\text{пр}}$  та  $R_{\text{qmin}}$ ), м<sup>2</sup>·С/Вт;

$t_6, t_3$  – те саме, що у формулі (2.6)

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

Визначення річної економії теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу:

$$Q^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q \cdot \frac{(t_6 - t_{\text{ср.оп}})}{(t_6 - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \quad (3.4),$$

де  $t_{\text{ср.оп}}$  - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря за даними гідрометеоцентру за кожний день опалювального періоду 2018 року.

Річна економія витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу:

$$\Delta E = \Delta Q^{\text{Ек.рік}} \cdot c_T, \quad (3.5),$$

де  $c_T = 1600,90$  грн/Гкал - вартість 1 Гкал.

Капітальні витрати на впровадження заходу, грн.:

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

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання матеріалу, або обладнання, грн.;

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$K_{\text{суп}}$  – вартість монтажних, електромонтажних та пусконаладжувальних робіт, грн.

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta E} \quad (3.7)$$

### 3.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін)

Аналіз балансу теплової енергії показує, що на витрати через стіни припадає 20% витрат тепла в корпусі А та 22% в корпусі Б. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то через них проходить значна частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність системи опалення та витрати за спожиті енергоресурси.

Пропонується здійснити установку вентиляваного фасаду для двох корпусів. Вентилюваний фасад - це сучасна система декоративного оздоблення та захисту стін будівель від несприятливих кліматичних та інших впливів.

Вентилюваний фасад – це система, яка складається з матеріалів облицювання (касет або листових матеріалів) і несучої підоблицювальної конструкції. Матеріал облицювання кріпиться до стіни таким чином, щоб між облицюванням і фасадною стіною залишався повітряний простір, необхідний для вентиляції фасаду будівлі. Для додаткового утеплення фасаду, між стіною і облицюванням встановимо теплоізоляційний шар - в цьому випадку вентиляційний простір залишиться між облицюванням і теплоізоляцією. У зазорі між облицюванням і стіною буде вільно циркулювати повітря, яке прибирає конденсат і вологу з конструкцій [8].

Вентилюваний фасад має декілька переваг: відповідність сучасним вимогам дизайну; можливість комбінування різних кольорних та фактурних рішень; звукоізоляція; ефективна вентиляція стін будівлі; монтаж не вимагає

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попереднього вирівнювання стін будівлі; стійкість до шкідливих факторів зовнішнього середовища; довговічність; екологічність; забезпечення комфортного мікроклімату в середині приміщення; легкість конструкції; мінімальний догляд у процесі експлуатації.

В якості облицювального матеріалу пропонуються профлисти. Профільований лист (профнастил, профлист) – поширений сучасний будівельний матеріал, що представляє собою металевий лист з профілем певного типу з полімерним покриттям або без нього.

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

Обраний теплоізолюючий матеріал – плити мінеральної вати Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт, для якого  $\lambda_{\text{вт}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$  [9].

Утеплення стін зовні мінеральною ватою має ряд переваг:

- це порівняно дешевий утеплювач з низькою теплопровідністю;
- мінеральний утеплювач володіє хорошими звукопоглинальними характеристиками;
- мінеральна вата не підтримує горіння;
- цей матеріал є паропроникним і не створює ефекту термоса, будівля «дихає»;
- мінеральну вату легко монтувати – утеплювач продається у вигляді матів або рулонів, можна вибрати найбільш зручний варіант;
- мінеральна вата не гниє, не піддається поразці грибком, мікроорганізмами та гризунами.

До недоліків мінеральної вати відноситься погіршення її теплоізолюючих характеристик при змочуванні, тому її необхідно захищати від попадання атмосферної вологи і конденсату. В плані екологічності мінеральний утеплювач не представляє ніякої небезпеки, так як виділення шкідливих компонентів відбувається тільки при нагріванні мінеральної вати до 300 і більше градусів.

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  при  $\lambda_{\text{вт}}=0,043 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$  за формулою (3.1):

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{\text{ут}} = \left[ 3,3 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,714 + 0,043 + 0,0008 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,041 = 0,098 \text{ м}$$

Товщина шару утеплювача однакова для обох корпусів. Дані для розрахунку економії: згідно з ДСТУ–Н Б В.1.1-27 середня температура оточуючого середовища під час опалювального періоду 2018 року який складає (162 діб, 24 години на добу) – для корпусу А становить (-3°C). Для корпусу Б (-1,7°C); тривалість опалювального періоду (147 діб, 24 години на добу). Розрахункова температура у приміщеннях корпусу А – (+19 °C), у приміщеннях корпусу Б (крім підвалу) – (+19,35).

Розрахуємо опір теплопередачі огорожувальної конструкції після утеплення мінеральною кам'яною ватою товщиною 100 мм:

$$R_o = \frac{0,1}{0,041} + 0,924 = 3,36 \text{ м}^2 \cdot \text{C/Вт}$$

Тоді для корпусу А:

$$Q_{\text{стн}}^2 = \frac{1086,98}{3,36} \cdot (19 + 22) \cdot 1 = 13263,74 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{стн}}^1 = 48237,17 \text{ Вт}$  – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (3.2):

$$\Delta Q_{\text{стн}} = 48237,17 - 13263,74 = 34973,43 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (3.4):

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 34973,43 \cdot \frac{(19+3)}{(19+22)} \cdot 24 \cdot 162 / 10^3 = 72963,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 62,74 \text{ Гкал}/\text{рік},$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.5):

$$\Delta E = 62,74 \cdot 1600,90 = 100440,5 \text{ грн}/\text{рік}$$

Для корпусу Б:

$$Q_{\text{СТН}}^2 = \frac{292,55}{3,36} \cdot (19,35 + 22) \cdot 1 = 3569,08 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{СТН}}^1 = 13086,9 \text{ Вт}$  – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (3.2):

$$\Delta Q_{\text{СТН}} = 13086,9 - 3590,08 = 9517,1 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (3.4):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 9517,1 \cdot \frac{(19,35+1,7)}{(19,35+22)} \cdot 24 \cdot 147 / 10^3 = 17092,67 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 14,69 \text{ Гкал}/\text{рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.5):

$$\Delta E = 14,69 \cdot 1600,9 = 23532,73 \text{ грн}/\text{рік}$$

Згідно інформації мінераловатна плита розмірами  $1200 \times 600 \times 100$  (тобто за  $0,72 \text{ м}^2$ ) без вартості робіт складає 34,43 грн [10].

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний матеріал: базальтова вата; витрата – 1510 шт. для корпусу А, 411 шт. для корпусу Б.

Допоміжні матеріали:

- ґрунтовка для обробки поверхонь перед нанесенням оздоблювальних, гідроізоляційних покриттів, після висихання утворює прозору плівку; витрата – 0,2 л/м<sup>2</sup>;
- пароізоляція не дає волозі, у вигляді пари, проникати в ізолюючий матеріал; витрата - 1 м<sup>2</sup>/1м<sup>2</sup>;
- гідроізоляція не пропускає вологи; витрата – 1 м<sup>2</sup>/1м<sup>2</sup>;
- дюбель для кріплення базальтової вати; витрата – 8 шт./м<sup>2</sup>;
- профільований лист площею 1,35 м<sup>2</sup>; витрата – 788 листів для корпусу А; 2121 листів для корпусу Б;
- профіль Z оцинкований висотою 100 мм, довжиною 120 мм, використовується як несучий елемент каркасу; витрата – 2 шт. на 1 лист профнастилу;
- кронштейни для кріплення профілю; витрата – 2 шт. на один профіль;
- шурупи для монтажу профнастилу; витрата – 8 шт./м<sup>2</sup>.

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження установки вентилязованого фасаду в обидва корпуси наведена в табл. 3.1 [11].

Таблиця 3.1 - Орієнтовна загальна сума капітальних витрат

Найменування	Од. вимі-ру	К-сть для корп. А	К-сть для корп. Б	Ціна за одини-цю, грн	Сума для корп. А, грн	Сума для корп. Б, грн
1	2	3	4	5	6	7
Ґрунтовка Ceresit СТ-17 5 л	шт.	44	12	76,63	3371,71	919,56
Пароізоляція Silver 1,5x50 м 75 м <sup>2</sup>	рулон	15	4	344,89	5173,45	1379,56

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.1

Профіль Z оцинкований(Z- 100-00) 0,9 мм [12]	м	1577	424	27,38	43150,88	11609,12
Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт 600x1200x100 мм	шт.	1510	411	34,43	51989,3	14150,73
ИЗОСПАН RM гідроізоляція	рулон	15	4	840	12600	3360
Дюбель з пластиковимцвяхо м 10/140 мм	шт.	95	2341	0,58	5043,1	1357,8
Кронштейни для кріплення	шт.	3154	848	3,92	12355,84	3324,16
Профнастил Сталекс С-8 1200/1150 мм 0,45 мм [13]	шт.	788	212	93,48	73662,24	19817,76
Шурупи для монтажу проф.настилу Expert 3.5x25, 400 шт	уп.	22	6	248,68	5470,96	1492,08
Всього					212817,48	57410,77

Тоді сума капітальних витрат на матеріали згідно табл. 3.1 для корпусу А складатиме:

$$K_{\text{осн}}=212817,48\text{грн.}$$

Вартість утеплення стін мінеральною ватою з подальшою обшивкою профлистом згідно [15] орієнтовано складає 270 грн/м<sup>2</sup>. Тоді витрати на роботу становитимуть:

$$K_{\text{суп}}=270 \cdot 1086,98=293484,6 \text{ грн}$$

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси сумарні витрати становитимуть за формулою (3.6):

$$K=212817,48+293484,6= 506302,08 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{506302,08}{100440,5} = 5,04 \text{ років.}$$

Загальна сума капітальних витрат згідно табл. 3.1 для корпусу Б за формулою (3.6) складатиме:

$$K=57410,77+65 \cdot 295,75=76634,52 \text{ грн.}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу для корпусу Б визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{76634,52}{23532,73} = 3,3 \text{ років.}$$

### 3.3 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стелі)

Аналіз балансу теплової енергії показує, що на витрати через стелю припадає 14 % витрат тепла в корпусі А та 18 % - в корпусі Б.

Оскільки стеля займає велику площу, то через неї проходить значна частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стелі спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та витрати за спожиту енергію.

Обраний теплоізолюючий матеріал для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі  $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – такий, як і для зовнішніх стін: мати мінеральної вати Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт [12], для якого  $\lambda_{\text{ут}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ .

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо товщину шару теплоізоляції для обох корпусів, необхідної для забезпечення опору  $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  при  $\lambda_{\text{ут}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$  за формулою (3.1):

$$\delta_{\text{ут}} = \left[ 4,95 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,115 + 0,882 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,041 = 0,155 \text{ м}$$

Розрахункова температура у приміщенні корпусу А – ( $+19 \text{ }^\circ\text{C}$ ), у приміщеннях корпусу Б – ( $+19,35 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції після термомодернізації стелі з утепленням мінераловатними матами у зазначеному порядку (пароізоляція, утеплювач, цементна стяжка із коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda=0,7 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ , гідроізоляція).

$$R_0 = \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,03}{0,7} + 1,191 = 4,89 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

Тоді для корпусу А:

Визначаємо тепловтрати через огорожувальну конструкцію після її утеплення за формулою (3.3):

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{1039,3}{4,89} \cdot (19 + 22) \cdot 1 = 8713,97 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{стн}}^1 = 35788,23 \text{ Вт}$  – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (3.2):

$$\Delta Q_{\text{стл}} = 35788,23 - 8713,97 = 27074,26 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (3.4):

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 27024,26 \cdot \frac{(19+t_{\text{ср.оп}})}{(19+22)} \cdot 24 \cdot 187/10^3 = 53324,06 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 45,85 \text{ Гкал}/\text{рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.5):

$$\Delta E = 45,85 \cdot 829,10 = 38014,24 \text{ грн}/\text{рік}$$

Для корпусу Б:

Визначаємо тепловтрати через огороджувальну конструкцію після її утеплення за формулою (3.3):

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{279,33}{4,89} \cdot (19,35 + 22) \cdot 1 = 2362,023 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{стл}}^1 = 12899,28 \text{ Вт}$  – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огороджувальної конструкції за формулою (3.2):

$$\Delta Q_{\text{стл}} = 12899,28 - 2362,023 = 10537,26 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (3.4):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 10537,25 \cdot \frac{(19,35+t_{\text{ср.оп}})}{(19,35+22)} \cdot 24 \cdot 187/10^3 = 21012,04 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 18,07 \text{ Гкал}/\text{рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.5):

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta E = 18,07 \cdot 1600,90 = 28928,26 \text{ грн/рік}$$

Щоб забезпечити необхідну товщину теплоізолюючого шару, необхідно накласти один на один мати товщиною 100 мм і 50 мм. Мат базальтової вати розміром 0,6×1,2 м, товщиною 100 мм без вартості робіт складає 34,43 грн, а мат товщиною 50 мм - 22,6 грн [10]. Треба 1444 шт. товщиною 100 мм і 1444 шт. товщиною 50 мм для корпусу А; 388 шт. товщиною 100 мм і 388 шт. товщиною 50 мм для корпусу Б.

Допоміжні матеріали:

- гідро- та пароізоляція; витрата – 1 м<sup>2</sup>/1 м<sup>2</sup>;
- пісок для цементно-пісчаної стяжки δ=30 мм; витрата – 36,9 кг/м<sup>2</sup>;
- цемент для цементно-пісчаної стяжки δ=30 мм; витрата – 12,3 кг/м<sup>2</sup>;
- дерев'яні стропила для каркасу даху, витрата – 0,0125 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;
- дерев'яні балки для укладання утеплювача, витрата – 0,0062 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;
- профільований лист площею 1,4 м<sup>2</sup>;
- шурупи для монтажу профнастилу; витрата 8 шт./м<sup>2</sup>.

Орієнтовну загальну суму капітальних витрат знаходимо за формулою (3.3).

Витрати на допоміжні матеріали наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати на допоміжні матеріали

Найменування	Од. вим	К-сть для корп. А	К-сть для корп. Б	Ціна за одиницю грн	Сума для корп. А, грн	Сума для корп. Б, грн
ИЗОСПАН РМ гідроізоляція, 75 м <sup>2</sup>	рул.	14	4	840	11760	3360
Профільований лист, 1168x1200 мм, 0,45 мм	шт	743	200	74,10	55056,3	14820

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.2

Стропила дерев'яні 50x150 мм	м <sup>3</sup>	13	5	1498	19474	7490
Балки дерев'яні 60x60 мм	м <sup>3</sup>	6,5	2,5	1498	9737	3745
Шурупи для монтажу проф.настилу Ехpert 3.5x25, 400 шт	уп.	21	6	248,68	5222,28	1492,08
Пароізоляція Silver 1,5x50 м 75 м <sup>2</sup>	рул.	14	4	344,89	4828,46	1379,56
Цемент м500 50кг	шт.	256	69	79,95	20647,2	5516,55
Пісок 50 кг	шт.	767	207	6	4602	1242
Всього	Г р н				131327,24	39045,19

Тоді для корпусу А:

$$K_{\text{осн}}=1444 \cdot (34,43+22,6)+131327,24=213678,56 \text{ грн}$$

Згідно з [14] вартість монтажу покрівлі з профнастилу разом з утепленням мінеральною ватою становить 100 грн/м<sup>2</sup>. Звідси:

$$K_{\text{суп}}=100 \cdot 1039,3=103930 \text{ грн}$$

Тоді капітальні витрати складуть за формулою (3.6):

$$K=213678,56+103930=317608,56 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначаємо за формулою (3.7):

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ок}} = \frac{317608,56}{28928,26} = 10,97 \text{ років.}$$

Для корпусу Б:

$$K_{\text{очн}} = 388 \cdot (34,43 + 22,6) + 39045,19 = 61172,83 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}} = 100 \cdot 279,33 = 27933 \text{ грн}$$

Тоді капітальні витрати складуть за формулою (3.6):

$$K = 61172,83 + 27933 = 89105,83 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначаємо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{89105,83}{23532,73} = 3,78 \text{ років.}$$

### 3.4 Встановлення теплової завіси в корпусі А

Оскільки центральний коридор та приміщення, які знаходяться навпроти головних дверей, охолоджені, бо холодне повітря при частому відкриванні дверей проникає в будівлю, то пропонується встановити над центральними дверима корпусу А теплову електричну завісу.

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері без повітряної завіси, кг/с, може бути визначена за рівнянням:

$$G_{\text{вр}} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \quad (3.8)$$

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

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$v$  – швидкість вітру під кутом до дверей (для I зони – 2 м/с)

$\Delta\rho$  – різниця густин повітряних мас,  $\text{кг/м}^3$

$$\Delta\rho = 1,3 - \rho_c, \quad (3.9)$$

де  $\rho_c$  – середня густина повітряних мас,  $\text{кг/м}^3$  (формула 2.16, розділ 2).

Теплова потужність, необхідна для нагрівання повітря, що надходить у двері без повітряної завіси, кВт, обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = G_{\text{зр}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р.}}) \cdot k_{\text{в}} \quad (3.10)$$

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

$t_{\text{в}}$  і  $t_{\text{з.р.}}$  – те саме, що у формулі (2.3);

$k_{\text{в}}$  – відношення сумарної кількості хвилин на відкривання за годину до кількості хвилин у годину, для заданих умов  $k_{\text{в}} = \frac{35}{60}$ .

Теплова потужність, необхідна для нагрівання повітря, яке надходить через двері з працюючою повітряною завісою, кВт, обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{вр}}^3 = G_{\text{вр}}^3 \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{ср.}}) \cdot k_{\text{в}} \quad (3.11)$$

де  $G_{\text{вр}}^3$  – масова витрата повітря, що вривається у приміщення при діючій завісі,  $\text{кг/с}$ :

$$G_{\text{вр}}^3 = k_q^3 \cdot G_{\text{вр}} \quad (3.12)$$

де  $k^3$  – коефіцієнт витрати повітря через двері, що захищені тепловою завісою (середнє значення дорівнює 0,4);

					Арк.
					68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$t_{cp}$  – середня температура повітря, що проникає у приміщення при встановленій повітряній завісі, °С, обчислюється за формулою:

$$t_{cp} = \frac{G_{вр}^3 \cdot t_{cp.оп.} + G_3 \cdot t_{звс}}{G_{вр}^3 + G_3} \quad (3.13)$$

де  $t_{звс}$  – температура повітря, що подається завісою, °С;

$G_3$  – масова витрата повітря, що створюється завісою, кг/с:

$$G_3 = q \cdot G_{вр}, \quad (3.14)$$

де  $q$  – коефіцієнт відносної витрати повітря завісою ( $q = 0,35$ ).

Економія витрат теплоти на нагрівання повітря, що надходить усередину приміщення під час застосування повітряної завіси, становитиме, кВт:

$$\Delta Q_{вр}^3 = Q_{вр}^{інф} - Q_{вр}^3 \quad (3.15)$$

Річна економія теплоти після встановлення теплової завіси, кВт·год/рік:

$$Q_{вр}^{ек.рік} = \Delta Q_{вр}^3 \cdot \frac{(t_{в} - t_{cp.оп.})}{(t_{в} - t_{з.р.})} \cdot n_{р.г.} \cdot n_{р.п.} \quad (3.16)$$

$n_{р.г.}$  – тривалість періоду роботи повітряної завіси за добу, годин;

$n_{р.п.}$  – тривалість робочого періоду у приміщенні за опалювальний рік, діб.

Встановлення повітряної завіси на двері головного входу в корпус А

Середня густина повітряних мас за формулою (2.16):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (19 + 1,4)]} = 1,25_{кг} / м^3.$$

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різниця густин повітряних мас за формулою (3.9):

$$\Delta\rho = 1,3 - 1,25 = 0,05 \text{ кг/м}^3.$$

Масова витрата повітря, що надходить через відкриті двері без повітряної завіси за формулою (3.8):

$$G_{\text{вр}} = 1 \cdot 2,1 \cdot [0,33 \cdot 0,8 \cdot (9,81 \cdot 2 \cdot 0,05 / 1,25) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot 2] \cdot 1,25 = 0,928 \text{ кг/с.}$$

Теплова потужність, необхідна для нагрівання повітря, що надходить у двері без повітряної завіси за формулою (3.10):

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 0,928 \cdot 1,005 \cdot (19 + 22) \cdot \frac{25}{60} = 15,93 \text{ кВт.}$$

Масова витрата повітря, що надходить у приміщення при діючій завісі за формулою (3.12):

$$G_{\text{вр}}^3 = 0,4 \cdot 0,928 = 0,371 \text{ кг/с.}$$

Масова витрата повітря, що створюється завісою за формулою (3.14):

$$G_3 = 0,35 \cdot 0,928 = 0,325 \text{ кг/с.}$$

Середня температура повітря, що проникає у приміщення при встановленій повітряній завісі за формулою (3.13):

$$t_{\text{ср}} = \frac{0,371 \cdot (-1,4) + 0,325 \cdot 35}{0,371 + 0,325} = 15,6^\circ\text{C.}$$

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплова потужність, що необхідна для нагрівання повітря, яке надходить у двері з працюючою повітряною завісою за формулою (3.11):

$$Q_{\text{вр}}^3 = 0,371 \cdot 1,005 \cdot (19 - 15,6) \cdot \frac{25}{60} = 0,528 \text{ кВт.}$$

Економія витрат теплоти на нагрівання повітря, що надходить усередину приміщення під час застосування повітряної завіси за формулою (3.15):

$$\Delta Q_{\text{вр}}^3 = 15,93 - 0,528 = 15,4 \text{ кВт.}$$

Річна економія теплоти після встановлення теплової завіси за формулою (3.16):

$$Q_{\text{вр}}^{\text{ек.рік}} = 15,4 \cdot \frac{(19 + t_{\text{ср.оп.}})}{(19 + 22)} \cdot 8 \cdot 170 = 10129,05 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} = 8,71 \text{ Гкал.}$$

Річна економія витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозбережного заходу за формулою (3.5):

$$\Delta E_{\text{розр}} = 8,71 \cdot 1600,90 = 13943,83 \text{ грн/рік.}$$

Рекомендується встановити теплову електричну завісу NEOCLIMA Intellect E10 XL [16].

Теплова електрична завіса NEOCLIMA Intellect E10 XL — це пристрій, який розділяє зони з різною температурою. Призначена для захисту приміщення від теплових втрат і пилу (повітряна завіса), обігріву приміщення (обігрівач).

Теплова завіса Neoclimate INTELLECT E10 XL розрахована на величину двірного отвору з висотою до 2,5 метрів, ширина отвору 1,0 м. В завісі вмонтований ТЕН з максимальною потужністю нагріву 4,5 кВт.

Технічні характеристики представлені в табл. 3.3.

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.3 – Технічні характеристики теплової завіси NEOCLIMA Intellect E10 XL

Основні характеристики	
Виробник	Neoclima (Греція)
Тип теплової завіси по монтажу до стін	Горизонтальний
Тип теплової завіси	Електричний
Спосіб управління тепловою завісою	Термостат, виносний пульт
Витрата повітря	1375.0 (куб. м/год)
Швидкість потоку на виході	7.5 (м/сек)
Висота установки теплової завіси	2500.0 (мм)
Рівень шуму	58.0 (дБ)
Режим охолодження	Так
Габаритні розміри:	202 мм×1110 мм×203 мм

Згідно з [17] вартість теплової завіси становить 11585,50 грн, установка завіси складає 20 % від вартості, тобто 2317 грн.

Необхідно порахувати витрати на електроенергію при використанні теплової завіси протягом опалювального періоду.

Коефіцієнт використання завіси, зважаючи на змогу контролювати її потужність і час роботи, приймемо 0,4. Кількість робочих днів протягом опалювального періоду (за розкладом) становить 170 днів. Кількість робочих годин – 8 год. Номінальна потужність завіси (з табл. 3.3) 4,5 кВт. Тариф на електроенергію (згідно розділу 1) становить 2,39. Звідси витрати електроенергії:

$$C_{\text{ел}} = 0,4 \cdot 8 \cdot 4,5 \cdot 170 \cdot 2,39 = 5850,72 \text{ грн/рік.}$$

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси реальна економія від встановлення теплової завіси становить:

$$\Delta E = 13943,83 - 5850,72 = 8093,11 \text{ грн/рік.}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{11585,50 + 2317}{8093,11} = 1,71 \text{ років.}$$

### 3.5 Запровадження рекуператора теплоти у систему вентиляції будівлі корпусу А

Рекуперація тепла - процес повернення тепла з відпрацьованого витяжного повітря. Тепле повітря, що виводиться з приміщення, в теплообміннику віддає частину свого тепла холодному повітрю, що надходить з вулиці. Завдяки цьому процесу на вулицю виходить охолоджене повітря, а в приміщення потрапляє свіже нагріте повітря [18]. Пропонується встановити рекуператори у найбільших за об'ємами приміщеннях корпусу А (каб. №№ 103, 111, 114, 117, 118-119, 121, 122, 206, 210, 213, 214, 216-216а, 220). Рекуперація теплоти буде відбуватися без додаткового нагрівання припливного повітря в приміщеннях у зв'язку із високою вартістю електричної енергії, яка необхідна для нагрівання припливного повітря.

Далі представлені розрахунки, пов'язані з запровадженням рекуператора теплоти у систему вентиляції в 103 кабінеті – спортивно-туристичному відділі.

Об'ємна витрата повітря визначається:

$$Q_V = 0,278 \cdot V_{\text{п}} \cdot k_V \cdot n_k \cdot 10^{-3} \quad (3.17)$$

де  $V_{\text{п}}$ ,  $k_V$ ,  $n_k$  – те саме, що у формулі (3.14).

Розрахункова кратність повітрообміну приміщення за формулою (2.15)

дорівнює:

					Арк.
					73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$n_k = \frac{\left[ \left( \frac{63,8 \cdot 4 \cdot 24}{24} \right) + \left( \frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 213,5 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,25} \right) \right]}{0,85 \cdot 213,5} = 1,68 \text{ год}^{-1}$$

Об'єм приміщення:  $V_{\text{п}}=213,5 \text{ м}^3$ .

Звідси об'ємна витрата повітря:

$$Q_V = 0,278 \cdot 213,5 \cdot 0,85 \cdot 1,68 \cdot 10^{-3} = 0,085 \text{ м}^3/\text{с}$$

Масова витрата вентилязованого повітря, кг/с

$$\dot{m}_B = V_B \cdot \rho_{\text{п}} , \quad (3.18)$$

де  $\rho_{\text{п}}$  – те саме, що у формулі (2.14).

$$m_B = 0,085 \cdot 1,3 = 0,111 \text{ кг/с.}$$

Величина економії теплової енергії на опалення приміщення після запровадження технології рекуперації теплоти у системі вентиляції будівлі, кВт, визначається як:

$$\Delta Q_{\text{рт}} = \dot{m}_B \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_B - (t_{\text{з.п}} + \Delta t_p)), \quad (3.19)$$

де  $t_B$ ,  $t_{\text{з.п}}$  – те саме, що у формулі (2.6);

$\Delta t_p$  – величина зменшення температури витяжного повітря після рекуперації теплоти,  $^{\circ}\text{C}$ . Для практичних розрахунків береться із діапазону  $\Delta t_p = 10\text{--}15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; приймаємо  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$c_{\text{п}}$  – те саме, що у формулі (2.14).

$$\Delta Q_{\text{рт1}} = 0,116 \cdot 1,005 \cdot (19 - (-22 + 12)) = 1,78 \text{ кВт}$$

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна економія на тепловтрати після встановлення системи рекуперації у приміщенні:

$$Q_{рт1}^{EK.рік} = \Delta Q_{рт} \cdot \frac{(t_B - t_{cp.op.})}{(t_B - t_{з.p.})} \cdot n_{p.p.} \cdot n_{p.п.} \quad (3.20)$$

де  $\Delta Q_{рт}$  – величина економії теплової енергії від рекуперації теплоти, кВт;

де  $t_B, t_{з.p.}$  – те саме, що у формулі (2.6);

$t_{cp.op.}$  – середня за кожен день опалювального періоду температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}C$ ;

$n_{p.p.}$  – тривалість періоду роботи системи рекуперації теплоти за добу, годин;

$n_{p.п.}$  – тривалість робочого періоду у приміщенні за опалювальний рік, діб.

$$Q_{рт1}^{EK.рік} = 2,33 \cdot \frac{(19 - t_{cp.op.})}{(19 + 22)} \cdot 8 \cdot 170 = 1526,534 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 1,31 \text{ Гкал}$$

Результати розрахунків, пов'язані з запровадженням рекуператорів теплоти у систему вентиляції в усіх запропонованих кабінетах, наведені в додатку Ж.

Отже, економія теплової енергії за рік згідно додатку Ж, табл. Ж.1 складе:

$$Q_{вент.}^{EK.рік} = 20,29 \text{ Гкал}$$

У грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 20,29 \text{ Гкал} \cdot 1600,90 \text{ грн}/\text{Гкал} = 21525,66 \text{ грн.}$$

Згідно визначених об'ємних витрат приміщень (додаток Ж, табл. Ж.1) підбираємо один рекуператор Прана – 200G з притоком повітря 135 м<sup>3</sup>/год та вартістю 7450 грн [19] для приміщення №114, дев'ять рекуператорів Прана –

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

200С з притоком повітря 235 м<sup>3</sup>/год та вартістю 9500 грн за кожний [20] для приміщень №№ 103, 111, 117, 121, 122, 206, 213, 214, 220, а також три рекуператори Прана-250 з притоком повітря 650 м<sup>3</sup>/год та вартістю 13800 грн за кожний [21] для приміщень №№ 118-119, 210, 216-216а.

Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу складе:

$$K=K_{\text{суп}}+K_{\text{осн}} \quad (3.21)$$

де  $K_{\text{суп}}$  – вартість встановлення рекуператорів (10% від вартості рекуператорів), грн;

$K_{\text{осн}}$  – вартість придбання рекуператорів, грн.

$$K= 1,1 \cdot (7450+9500 \cdot 9+13800 \cdot 3) = 147785 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}}= K/E=147785/21525,66=6,86 \text{ років.}$$

					Арк.
					76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Нормування та контроль у галузі охорони праці

Значне місце в питаннях створення безпечних і здорових умов праці займає розроблення і впровадження нормативної документації в галузі охорони праці. Це правила з техніки безпеки і норми з виробничої санітарії, вимоги вибухобезпеки, пожежобезпеки, електробезпеки і т.д.

Ці вимоги є юридично обов'язковими як для адміністрації, так і для робітників і службовців. При недотриманні цих правил і норм винуватці юридично відповідальні. Види відповідальності: дисциплінарна, адміністративна, кримінальна, матеріальна. Це ще одна причина, з якої вам, майбутнім керівникам, необхідно ці норми і правила вивчити і неухильно виконувати.

За сферою дії правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії діляться на:

- а) загальні (єдині);
- б) міжгалузеві;
- в) галузеві.

Загальні, тобто єдині правила і норми поширюються на всі галузі народного господарства і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці. Наприклад, всі ДСТУ системи стандартів безпеки праці.

Міжгалузеві правила і норми закріплюють гарантії безпеки або в декількох галузях або на окремих типах устаткування.

Галузеві правила і норми поширюються тільки на окрему галузь виробництва. Містять гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі (залізничний, авіатранспорт і т.д.).

До числа норм з техніки безпеки та виробничої санітарії відносять норми, що встановлюють заходи індивідуального захисту працівників від професійних

						Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворювань і виробничих травм. Ці норми, зокрема, передбачають таке: на роботах зі шкідливими умовами праці, а також тих, що виконуються в особливих температурних умовах, або пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами спецодяг, спеціальне взуття і інші засоби індивідуального захисту. Вони є власністю підприємства, яке повинне організувати зберігання, чищення і ремонт їх. У свою чергу, робітники і службовці зобов'язані користуватися в робочий час видаваними їм ЗІЗ.

На роботах, пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видається безкоштовно згідно з встановленими нормами мило (400 г на місяць). На роботах, де можливий вплив на шкіру шкідливо діючих речовин, видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами засобами для змивання і знешкодження.

Норм цих багато. Перелічити їх всі зараз не доцільно. Більш детально розглянемо їх при розгляді окремих розділів курсу.

В Україні затверджено положення про створення державних нормативних актів з охорони праці – (ДНАОП). Це норми, інструкції, вказівки та інші види державних нормативних актів з охорони праці, обов'язкові для виконання і дотримання усіма підприємствами і установами, затверджені ДНАОП, вносяться до Державного реєстру, який видає Держнаглядохоронпраці. ДНАОП кодуються. Промисловість України кодується згідно з класифікатором за галузями і підгалузями чотиризначним кодом.

Приклад кодування для міжгалузевих нормативних актів:

ДНАОП 0.00 – 3.05 – 97 назва документа,

де ДНАОП – скорочена назва нормативного акта; 0.00 – державні органи, які затвердили нормативний акт.

Існують такі шифри державних органів:

0.00 – Держнаглядохоронпраці;

0.01 – Пожежна безпека (МНС);

0.02 – Безпека руху (МВС);

					Арк.
					78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

0.03 – Міністерство охорони здоров'я;

0.04 – Держатомнагляд;

0.05 – Міністерство праці України;

0.06 – Держстандарт;

0.07 – Мінбудархітектура.

Види державних нормативних актів:

1- Правила;

2- Стандарти;

3- Норми;

4- Положення, статути;

5- Інструкції, керівництва, вказівки;

6- Рекомендації, вимоги;

7- Технічні умови безпеки;

8- Переліки, інші.

05- Порядковий номер нормативного акта (в межах даного виду);

97 – Рік затвердження.

В Україні розробляються державні стандарти України (ДСТУ), що невдовзі повинні замінити ще частково діючі міждержавні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ССБП) як вид нормативно-технічної документації в галузі охорони праці. Її почали впроваджувати після того, як ще в 1970 р. за часів СРСР в промисловості була проведена комплексна перевірка стану документації з техніки безпеки.

Що вона показала?

1 Було більше 1000 документів з техніки безпеки не об'єднаних однією системою.

2 Документи з охорони праці не мали директивного характеру, серед них переважали галузеві норми і правила.

3 Документи з охорони праці мали ряд недоліків: видані десятки років тому, вони залишалися незмінними і в них не були враховані нові напрями розвитку науки і техніки (часто суперечили один одному).

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



4 Був відсутній єдиний план створення документації.

5 Було відсутнє нормативне забезпечення (що вимірювати, з чим порівняти і головне чим вимірювати).

6 Не було комплексного підходу до створення документації з охорони праці. Це була обмежена документація тільки з техніки безпеки (ТБ) - вона рекомендувала, як поводитися при небезпечному устаткуванні. В проектно-конструкторській документації безпека не враховувалася.

7 Охорона праці не мала своєї термінології. Тому в державну систему стандартів був введений додатковий клас – ССБТ № 12.

З 1977 року вимоги безпеки стали стандартними. В конструкторській документації став обов'язковим розділ техніки безпеки.

Існуючі на цей час ДСТУ, що належать до ССБТ, діють як міждержавні стандарти. Вони мають шифр системи 12 і поділяються на 5 кваліфікаційних груп, яким надано такі шифри (шифри підсистем):

- 1) організаційно – методичні стандарти – 0;
- 2) стандарти вимог і норм за видами небезпечних і шкідливих виробничих чинників – 1;
- 3) стандарти вимог безпеки до виробничого обладнання – 2;
- 4) стандарти вимог безпеки до виробничих процесів – 3;
- 5) стандарти вимог до засобів захисту працівників – 4.

Приклад позначення міждержавного стандарту:

ДСТУ 12.1.005-88 ССБП “Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони” (у зв’язку з тим, що стандарти не перекладалися українською мовою, вживається російський варіант).

Крім ДСТУ, і ДНАОП, в Україні діють санітарні норми (СН), в яких наведені вимоги стосовно виробничої санітарії; будівельні норми і правила (СНіП - будівельні норми і правила – застосовується російська аббревіатура), де викладені вимоги до будівель та споруд залежно від їх призначення і пожежної безпеки. При розгляді питань пожежної безпеки можуть траплятися посилання на ОНТП – галузеві норми технологічного проектування (рос.) або ISO –

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міжнародні норми, які діють в Україні згідно з Угодою про міжнародне співробітництво держав СНД з питань охорони праці.

Правила і норми в галузі охорони праці виконують свої функції лише в тому випадку, якщо організований контроль їх виконанням.

До органів, які здійснюють нагляд і контроль дотримання законодавства про працю і правил з охорони праці, відносять спеціально уповноважені на те державні організації. Серед них:

- Держкомітет України з нагляду за охороною праці у складі Міністерства праці;
- Держкомітет України з ядерного і радіаційного захисту;
- Органи державного пожежного нагляду Управління пожежної охорони МНС України;
- Органи санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

В своїй діяльності вони не залежать від адміністрації підприємств (установ) і їх вищих органів управління.

Вищий нагляд за точним виконанням законів про працю, у тому числі про охорону праці всіма міністерствами і відомствами, підприємствами і посадовцями, здійснює Генеральний прокурор України через органи прокуратури.

Громадський контроль за дотриманням вимог охорони праці здійснюють трудові колективи через вибраних представників[22].

#### 4.2 Система стандартів безпеки праці (ССБП)

Система стандартів безпеки праці (ССБП) - це науково обґрунтований комплекс нормативно-технічної документації по стандартизації безпеки праці. Система спрямована на створення таких умов, при яких виключається професійна захворюваність і усувається виробничий і побутовий травматизм.

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ССБП визначає вимоги і норми по видах небезпечних і шкідливих факторів, вимоги безпеки до устаткування, виробів, виробничих процесів і засобів захисту працюючих. Вона покликана вирішувати не тільки техніко-економічні завдання, але й соціальні.

Структура ССБП розроблена з урахуванням основних напрямків, за якими повинна розвиватись стандартизація в галузі безпеки праці.

ССБП утворює єдину систему, структура якої визначається стандартом ГОСТ 12.0.001-82 «Система стандартів безпеки праці. Основні положення».

Згідно з цим стандартом Система містить шість взаємозв'язаних класифікаційних груп. 0 - організаційно-методичні стандарти. Це стандарти державні, які охоплюють фундаментальні питання цієї системи стандартизації в цілому і є основою для всієї системи стандартів. Вони розкривають структуру системи, визначають її основні положення, вводять основні терміни, що використовуються в ССБП, а також встановлюють класифікацію виробничих небезпек (наприклад, ГОСТ 12.0.001-82);

1 - стандарти вимог і норм по видах небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Стандарти цієї групи нормалізують види небезпеки і визначають характер їх дії. Дані стандарти надалі дозволяють розвивати окремі напрямки стандартів в залежності від виявлення яких-небудь нових видів небезпеки (наприклад, ГОСТ 12.1.003-83 «ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки»);

2 - стандарти вимог безпеки до виробничого устаткування (наприклад, ГОСТ 12.2.003-74 «ССБП. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки»);

3 - стандарти вимог безпеки до виробничих процесів (наприклад, ГОСТ 12.3.020-80 «ССБП. Процеси переміщення вантажів на підприємствах. Загальні вимоги безпеки»);

4 - стандарти вимог до засобів захисту працюючих (наприклад, ГОСТ 12.4.034-85 «ССБП. Засоби індивідуального захисту органів дихання, класифікація і маркіровка»);

5 - стандарти вимог безпеки до будівель і споруд.

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Надалі при розробці стандартів нумерація шифру підсистеми може бути продовжена.

Система позначення стандартів проста. Її легко запам'ятати, знаючи класифікацію груп стандартів. Наприклад, ГОСТ 12.0.001-82 «ССБП. Основні положення»: ГОСТ -індекс державного стандарту; 12 - код стандарту ССБП; 0 - код класифікаційної групи ССБП показує, що стандарт відноситься до групи організаційно-методичних стандартів; 001 - порядковий номер стандарту цієї групи; 82 - рік реєстрації стандарту. Далі подається найменування стандарту.

Важливе значення має впровадження стандартів ССБП в міністерствах і відомствах, і що особливо важливо, на підприємствах, в організаціях і установах усіх галузей, різних форм господарювання. Цю роботу проводить керівник (власник) разом зі службою з охорони праці, а також профспілковою організацією.

У першу чергу впроваджуються державні стандарти ССБП, а потім здійснюється розробка і впровадження галузевих стандартів цієї системи і, нарешті, розробка і впровадження стандартів підприємства.

Необхідно зазначити, що в Україні діють раніше прийняті стандарти безпеки праці до тих пір, поки не будуть розроблені державні нормативні акти про охорону праці - ДНАОП.

Отримання правил і норм з питань охорони праці є обов'язком не тільки посадових осіб, але й усіх працівників. За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно з законодавством.

Дисциплінарна відповідальність накладається в порядку підпорядкованості на працівників, які порушили вимоги охорони праці, а також на осіб службово-технічного персоналу, котрі не дотримуються правил, норм та інструкцій по безпечному веденню робіт або не приймають необхідних заходів для запобігання

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нещасним випадкам і професійним захворюванням. До дисциплінарних стягнень належать догана, звільнення з роботи.

Адміністративна відповідальність виражається у формі адміністративних стягнень, в основному штрафів, які накладаються на службових осіб підприємств, установ, організацій, а також громадян - власників підприємств чи уповноважених ними осіб. Адміністративні стягнення накладаються не в порядку підпорядкованості вищестоящими господарськими керівниками, а державними інспекторами. Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України. Наприклад, порушення чи невиконання зобов'язань щодо колективного договору, угоди особами, які представляють власників або уповноважені ними органи чи профспілки, або інші уповноважені трудовим колективом органи чи представниками трудових колективів - тягне за собою, накладення штрафу до ста мінімальних розмірів заробітної плати. Порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці тягне за собою накладення штрафу на працівників від 2 до 5 неоподатковуваних мінімумів і на службових осіб підприємств незалежно від форм власності, громадян-власників підприємств чи уповноважених ними осіб - від 5 до 10 неоподатковуваних мінімумів.

Штрафи сплачують також і підприємства у відповідності з «Положенням про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці», яке затверджено постановою Кабінету Міністрів України 17 вересня 1993 року. Розмір штрафу встановлений від 0,5 до 2 відсотків місячного фонду заробітної плати підприємства.

Підприємствами оплачуються також штрафи за допущені нещасні випадки. Положенням встановлений порядок накладення та сплати штрафів.

Матеріальну відповідальність несуть працівники за шкоду, заподіяну підприємству внаслідок порушення покладених на них трудових обов'язків. При покладенні матеріальної відповідальності права і законні інтереси працівників гарантуються шляхом встановлення відповідальності тільки за пряму дійсну

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкоду і за умови, коші така шкода заподіяна підприємству протиправними діями (бездіяльністю) працівника. Ця відповідальність, як правило, обмежується певною частиною заробітку працівника і не повинна перевищувати повного розміру заподіяної шкоди. За наявності зазначених підстав і умов матеріальна відповідальність може бути покладена незалежно від притягнення працівника до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності.

Кримінальна відповідальність передбачена по відношенню до посадових осіб, які злочинне порушують правила з техніки безпеки, виробничої санітарії чи інші правила охорони праці, що тягне або може потягнути за собою нещасні випадки чи інші важкі наслідки. Міра кримінальної відповідальності визначається кримінальним законодавством, яке встановлює відповідальність за злочин проти трудових прав громадян.

Вперше в законодавче регулювання охорони праці Закон «Про охорону праці» увів поняття моральної шкоди і встановив обов'язок власника або уповноваженого ним органу відшкодувати моральну шкоду потерпілому, якщо небезпечні або шкідливі умови праці призвели до порушення його нормальних життєвих зв'язків і вимагають додаткових зусиль для організації його життя.

Під моральною втратою потерпілого розуміють страждання, заподіяні працівникові внаслідок фізичного або психічного впливу, що спричинило погіршення або позбавлення можливостей реалізації ним своїх звичок і бажань, погіршення відносин з оточуючими людьми, інших негативних наслідків морального характеру. Відшкодування моральної шкоди можливе без втрати потерпілим працездатності [23].

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В даній роботі було проаналізовано споживання енергетичних ресурсів будівлі комунального закладу Сумської обласної ради – обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю, яка складається з корпусів А та Б. Було проведено візуальне обстеження та економічні-математичні розрахунки систем опалення і ознайомлення з проектною документацією по об'єкту.

Аналіз показав, що фактичні показники споживання корпусів А та Б знаходяться в межах нормованих значень. Під час обстеження будівлі за результатами вимірювань та розрахунків виявлено основні тепловтрати через огорожувальні конструкції та витяжну вентиляцію, що є причиною значної енергоємності систем опалення.

Техніко-економічний аналіз показав, що найбільше коштів закладу витрачається на оплату за послуги з теплопостачання. Це стало поштовхом для розроблення енергозберігаючих заходів, орієнтованих на заощадження теплової енергії.

Була розрахована тепла потужність обох корпусів при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для І зони – ( $-22^{\circ}\text{C}$ ), яка становить 194,4 кВт та 28,2 кВт для корпусу А та Б відповідно.

При візуальному обстеженні було встановлено, що монтаж металопластикових вікон здійснений недостатньо якісно, тому для зменшення теплових втрат через віконні конструкції рекомендується повторно здійснити герметизацію віконних швів між стіною і рамою за допомогою монтажною піни. Для захисту монтажною піни від атмосферних дій шви необхідно заповнити захисним герметиком на глибину 5-7 мм з послідувачим покриттям герметиком цементно-пісчаним розчином.

Для заощадження теплової енергії і коштів були запропоновані енергозберігаючі заходи:

						Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- установка вентиляованого фасаду з утепленням базальтовою ватою: капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі А – 506302,08 грн., економія – 100140,5 грн., простий термін окупності – 5,04 року; капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі Б – 76634,32 грн., економія – 23532,73 грн., простий термін окупності – 3,3 року;
- утеплення плити перекриття та заміна покрівлі даху на профнастил: капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі А – 317608,56 грн., економія – 28,928,26 грн., простий термін окупності – 10,98 років; капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі Б – 89105,83 грн., економія – 23532,73 грн., простий термін окупності – 3,78 року;
- установка теплової завіси над дверима головного входу в корпус А: капітальні затрати на впровадження заходу – 14132,5 грн., економія – 8093,11 грн., простий термін окупності – 1,71 років;
- заміна у приміщеннях великого об'ємах витяжної вентиляції на вентиляцію з рекуперацією тепла: капітальні затрати на впровадження заходу – 147785 грн., економія – 21525,66 грн., простий термін окупності – 6,86 років;

						Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію підчас впровадження енергозберіжних заходів» / укладачі: С.С. Антоненко, В.М. Козін, Е.В. Колісніченко. – Суми: СумДУ, 2015.- с.4-10
2. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П. Ященко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. – К., НАЕР, 2009. – с.93-115
3. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. – Рівне: видавець О.Зень, 2011. – с.6-182. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. – Затверджено наказом Державного комітету України з енергозбереження № 91 від 25.10.1999 р. – Київ, 1999.
4. ОЦПО та РТМ [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://ocpo.sumy.ua/golovna/pro-zaklad.html>
5. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Строительные нормы и правила. – Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 4 октября 1985 г. № 189. Введ. 01.07.1986 г. – 70 с.
6. ДБН В2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – На заміну СНиП II-3-79. Введ. 09.09.2006 р. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.
7. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
8. Чесанов Л. Г., Внутренняя среда помещений: эколого-гигиенические аспекты/Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь, А. И. Кораблева и др.– Днепропетровск, 2001. – 164 с.

						Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. 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.

10. Строительные материалы [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://fasad.ua/>

11. Базальтова вата Техноніколь Роклайт [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу. <http://stroim-dom.com.ua/ua/company-prais/bazaltovaya-vata-tekhnonikol-roklayt-600-1200-100-mm-2-88-m2-wikibud-506097>

12. Строительные материалы в Украине [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://prom.ua/Stroitelnye-materialy>

13. Профиль Z оцинкованный усиленный [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://prom.ua/p421541584-profil-obraznyj-usilennyj.html>

14. Профнастил Сталекс [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані.- Режим доступу: <https://ibud.ua/ru/c472-fasadnye-raboty>

15. Утепление фасада минеральной ватой [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://ibud.ua/ru/c472-fasadnye-raboty>

16. Тепловая электрическая завеса NEOCLIMA Intellect E 10 XL [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://neoclima.ua/ua/intellect-e-08-x-r-6kw/>

17. Тепловая электрическая завеса NEOCLIMA Intellect E 10 XL [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://neoclima.ua/ua/intellect-e-08-x-r-6kw/>

18. Рекуператор тепла [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/slovnyk/rekuperatsiya-tepla/>

19. Рекуператор ПРАНА - 200G [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://sumy.prom.ua/p27565397-rekuperator-prana-200g.html>

						Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Система вентиляції рекуператор Прана 200 С [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://sumy.prom.ua/ua/p607380355-rekuperator-prana-200.html>

21. Рекуператор Прана - 250 ( промисловий) [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://sumy.prom.ua/ua/p607405347-rekuperator-prana-250.html>

22. Нормування та контроль у галузі охорони праці [Електронний ресурс]- Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://ref.online-books.net.ua/major/246/7292/>

23. Система стандартів безпеки праці [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://studopedia.org/7-162407.html>

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

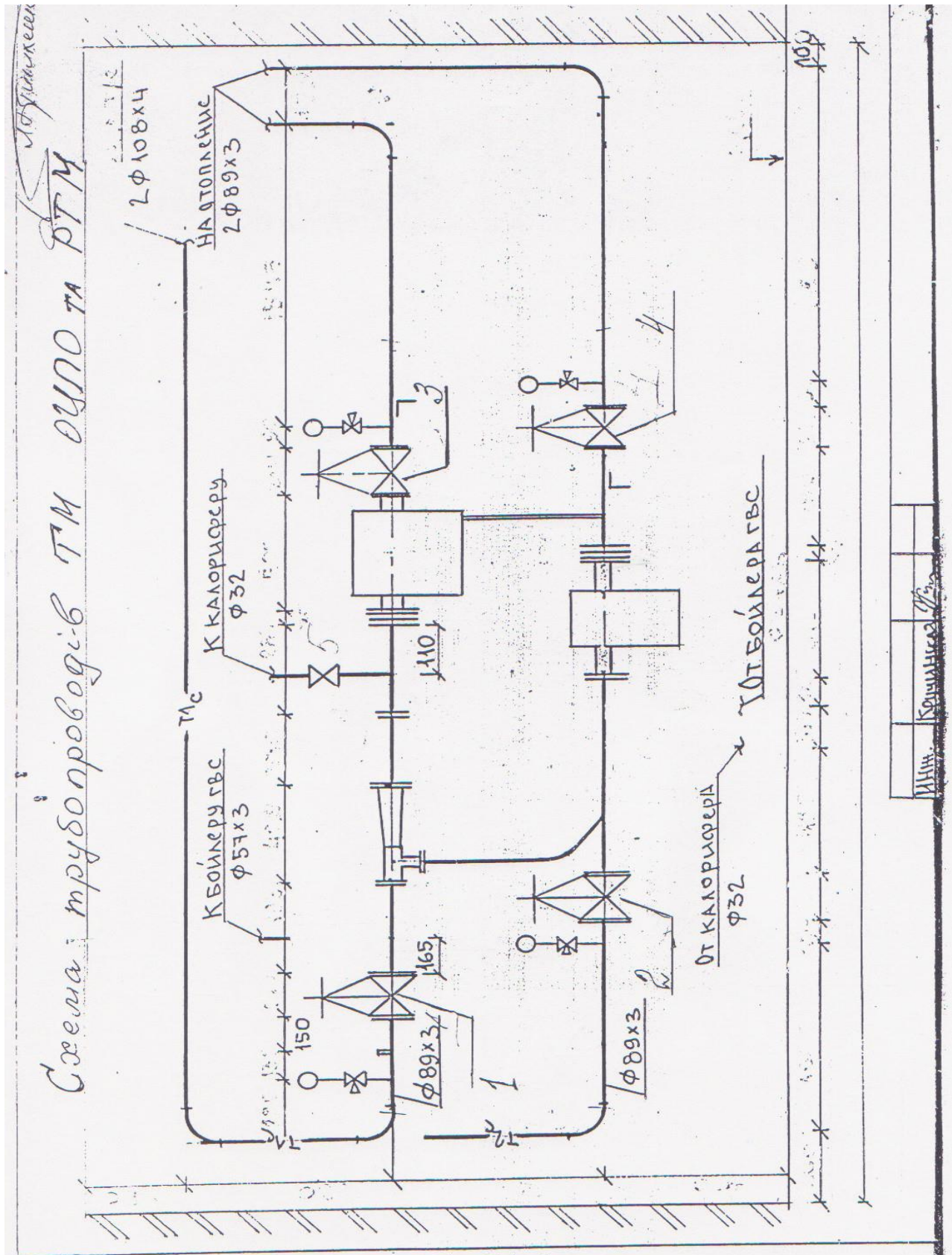
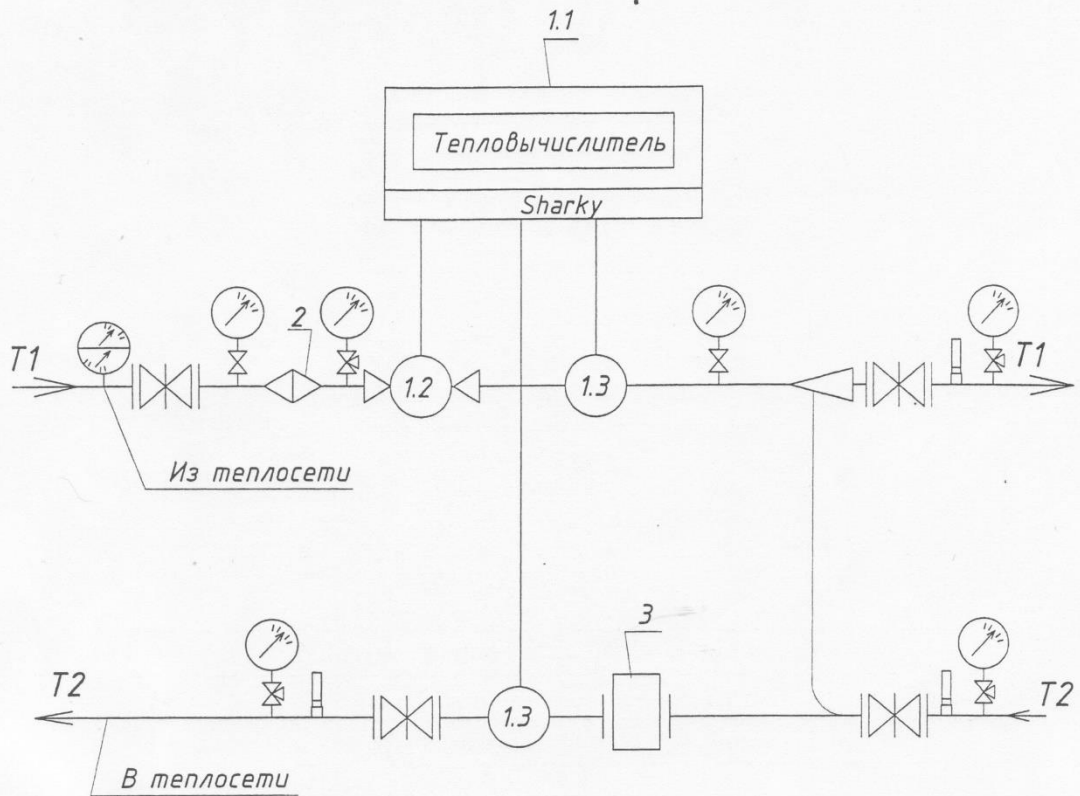


Рисунок А.1 – Схема теплового вузла в корпусі А

Функциональная схема

Корпус „Б“



Спецификация оборудования

№	Наименование	Кол.	Марка	Примечание
1.1	Тепловычислитель	1	Sharky	
1.2	Расходомер Ду 32	1		
1.3	Термодатчик с приварным карманом	2	Pt 500	
2	Фильтр Ду 50	1	F 55/50	
3	Грязевик Ду 50			

Взамен инв. №  
Подл. и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

11.18-1-УУТЭ

Лист  
11.

Рисунок А.2 – Схема теплового узла в корпусе Б

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Основне електроспоживаюче обладнання корпусу А

Найменування	Кількість	Потужність, кВт	Загальна потужність
Комп'ютер	55	0,15	8,25
Холодильник	3	0,6	1,8
Кондиціонер	1	0,9	0,9
Проектор	4	0,17	0,68
Телевізор	1	0,07	0,07
Принтер	20	0,1	2
Сканер	5	0,02	0,1
Ксерокс	1	0,3	0,3
Роутер	5	0,005	0,025
Електрочайник	15	1,1	16,5
Обігрівач UFO	1	1,8	1,8
Музичні колонки (маленькі)	7	0,08	0,56
Музичні колонки (середні)	4	0,2	0,8
Музичні колонки (великі)	4	0,4	1,6
Музичний центр	4	0,14	0,56
Резограф	1	0,5	0,5
Посилювач звуку	1	0,3	0,3
Мікрохвильова піч	1	1,1	1,1
Нагрівач води для акваріуму	1	0,25	0,25
Вентилятор	3	0,07	0,21
Кварцева лампа	3	0,015	0,03
Магнітофон	3	0,06	0,18
Настільний фрезерний станок	1	0,6	0,6
Станок свердлильний	2	0,5	1
Станок токарний по дереву	3	1,2	3,6
Паяльник	1	0,5	0,5
Шліфувальний станок по дереву	1	0,5	0,5

Таблиця Б.2 – Основне електроспоживаюче обладнання корпусу Б

Найменування	Кількість	Потужність, кВт	Загальна потужність
Комп'ютер	3	0,15	0,45
Холодильник	1	0,6	0,6
Проектор	1	0,17	0,17
Телевізор	3	0,07	0,21
Принтер	2	0,1	0,2
Електрочайник	4	1,1	4,4
Музичні колонки (маленькі)	3	0,08	0,24
Мікрохвильова піч	1	1,1	1,1
Праска	1	1,3	1,3
Швейна машинка	1	0,07	0,07
Мультиварка	1	0,7	0,7
Станок свердлильний	1	1,5	1,5

## ДОДАТОК В

### Табличні дані до розрахунку

Таблиця В.1 - Кількість градусо-днів опалювального періоду  $D_d$  за температурними зонами України

Вологісний режим приміщень	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Примітка. Матеріали внутрішніх конструкцій будинків із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А.

Таблиця В.2 - Кількість градусо-днів опалювального періоду  $D_d$  за температурними зонами України

Температурна зона	Кількість градусо-днів	Регіони температурної зони
I	більше 3501 градусо-днів	Вінницька область; Донецька область; Житомирська область; Київська область; Кіровоградська область; Луганська область; Полтавська область; Рівненська область; Сумська область; Тернопільська область; Харківська область; Хмельницька область; Черкаська область; Чернігівська область; Дніпропетровська область; Івано-Франківська область; Луцька область; Львівська область; Чернівецька область
II	менше ніж 3500 градусо-днів	Запорізька область; Миколаївська область; Одеська область; Ужгородська область; Херсонська область; Сімферополь.

Таблиця В.3 - Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків,  $R_{qmin}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт (ДБН В.2.6-31:2006 зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року )

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{qmin}$ для температурної зони	
		I	II
1	2	3	4
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Покриття (дах) й перекриття неопалювальних горищ	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,65	0,6



Таблиця В.4 - Значення розрахункових теплофізичних характеристик

1	Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації			
		густина, $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	питома теплоєм ність, $c_0$ , кДж/кг К	теплопровідність, $\lambda_p$ , Вт/(м К)		коефіцієнт теплотасвоєн ня, $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> К)	
				А	Б	А	Б
2	3	4	5	6	7		
<b>3. Матеріали конструкційні</b>							
<b>3.1 Бетони конструкційні</b>							
81	Залізобетон	2500	0,84	<b>1,92</b>	2,04	17,98	18,95
82	Бетон на гравію або щебені з природного каменю	2400	0,84	<b>1,74</b>	1,86	16,77	17,88
<b>3.2 Розчини будівельні</b>							
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,84	<b>0,70</b>	0,81	8,69	9,76
<b>3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою</b>							
90	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	<b>0,96</b>	1,1	11,63	12,55
<b>3.4 Кладка цегляна з повнолітньої цегли</b>							
91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	<b>0,70</b>	0,81	9,2	10,12
<b>3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні та покриття полімерні для підлог</b>							
100	Руберойд, пергамін	600	1,68	<b>0,17</b>	0,17	3,53	3,53
102	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	1,47	<b>0,23</b>	0,23	5,87	5,87

Таблиця В.5 - Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої,  $\alpha_в$ , та зовнішньої,  $\alpha_з$ , поверхонь огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> К)	
	$\alpha_в$	$\alpha_з$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра $h$ до відстані між гранями $b$ сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7	23
	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

Таблиця В.6 - Коефіцієнт  $n$ , прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій стосовно зовнішнього повітря (СНиП II-3-79\* Строительная теплотехника)

Огороджуючі конструкції	Коефіцієнт $n$
1. Зовнішні стіни і покриття (у тому числі вентилявані зовнішнім повітрям), перекриття горищні (з покрівлею зі штучних матеріалів) і над проїздами; перекриття над холодними (без огорожуючих стінок) підвалами в Північній будівельно-кліматичній зоні	1
2. Перекриття над холодними підвалами, що контактують із зовнішнім повітрям; перекриття горищні (з покрівлею з рулонних матеріалів); перекриття над холодними (з огорожуючими стінками) підвалами і холодними поверхами в Північній будівельно-кліматичній зоні	0,9
3. Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах	0,75
4. Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташовані вище рівня землі	0,6
5. Перекриття над неопалюваними технічними підвалами, розташованими нижче рівня землі	0,4

Таблиця В.7 - Допустимі значення повітропроникності огорожувальних конструкцій,  $G_n$

Вид огорожувальної конструкції	Значення $G_n$
Зовнішні непрозорі конструкції житлових і громадських будинків	0,5 кг/(м <sup>2</sup> · год)
Зовнішні непрозорі конструкції промислових будинків	1,0 кг/(м <sup>2</sup> · год)
Стики між елементами (панелями) непрозорих конструкцій житлових і громадських будинків	0,5 кг/(м · год)
Стики між елементами (панелями) непрозорих конструкцій промислових будинків	1,0 кг/(м · год)
Світлопрозорі конструкції житлових та громадських будинків, виробничих будинків із кондиціонування приміщень	6,0 кг/(м <sup>2</sup> · год)
Світлопрозорі конструкції промислових будинків	10,0 кг/(м <sup>2</sup> · год)
Вхідні двері до квартир	1,5 кг/(м <sup>2</sup> · год)

Таблиця В.8 – Розрахункові температури зовнішнього повітря (ДБН В.2.6-31:2006)

Температурна зона	I	II
Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{z,p}$ °С	мінус 22	мінус 19

## ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 - Результати розрахунків термічного опору огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q\ min}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\ пр}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
Зовнішня стіна: -основна будівля корпусу А -1 прибудова корпусу Б -2 прибудова корпусу Б -підвал корпусу Б	3,3	0,924 0,924 0,924 0,916
Стеля: -корпус А -1 прибудова корпусу Б -2 прибудова корпусу Б -підвал корпусу Б	4,95	1,191 1,201 1,201 -
Двері: - залізні; - металопластикові	0,5	0,158 0,5
Вікна: - металопластикові	0,75	0,45
Підлога: - лінолеум; - керамічна плитка.	3,75	0,190 0,194

Таблиця Г.2 – Результати розрахунку основних видів тепловтрат в корпусі А

Назва приміщення	Зовнішні стіни		Стеля		Підлога				
	$F_{ст}$ , м <sup>2</sup>	$Q_{ст}$ , Вт	$F_{смд}$ , м <sup>2</sup>	$Q_{смд}$ , Вт	$F_I$ , м <sup>2</sup>	$F_{II}$ , м <sup>2</sup>	$F_{III}$ , м <sup>2</sup>	$F_{IV}$ , м <sup>2</sup>	$Q_{под}$ , Вт
Корпус А	1086,98	48237,17	1039,3	35788,23	419,2	352,2	233,6	34,3	3676,01
Назва приміщення	Вікна		Двері		$\Sigma Q_0$ , Вт				
	$F_{вкн}$ , м <sup>2</sup>	$Q_{вкн}$ , Вт	$F_{з.дв.}$ , м <sup>2</sup>	$Q_{з.дв.}$ , Вт					
<b>Корпус А</b>	388,5	35396,67	17,7	3847,57	<b>126945,6</b>				

Таблиця Г.3 – Результати розрахунку додаткових видів тепловтрат та сума всіх тепловтрат в корпусі А

Назва приміщення	За орієнтацію	По висоті	Крізь підлогу	На відкриття зовн.дверей	Поточна сума втрат	Витяжна вентиляція	Сума всіх тепловтрат
	$\Sigma Q_{\text{в.}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{под}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{д.}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{з.д.}}$ , Вт	$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{в.в.}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{втр}}$ , Вт
<b>Корпус А</b>	4823,72	964,74	183,8	1377,6	7349,86	113180,5	<b>247476</b>

Таблиця Г.4 – Результати розрахунку теплонадходжень в корпусі А

Назва приміщення	Від людей	Від ел. обладн.	Від джерел освітлення	Від сонячної радіації	Сумарні теплонадходження
	$Q_{\text{л.}}$ , Вт	$Q_{\text{ел.}}$ , Вт	$Q_{\text{осв.}}$ , Вт	$Q_{\text{с.}}$ , Вт	$\Sigma Q_{\text{тн}}$ , Вт
<b>Корпус А</b>	7795,15	9628,257	1133,416	33978	52534,82

Таблиця Г.5 – Результати розрахунку теплової потужності корпусу А

Назва приміщення	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{\text{втр}}$ , Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{\text{тн}}$ , Вт	Величина теплової потужності $\Delta Q$ , Вт
Корпус А	247476	52534,82	194941,2

Таблиця Г.6 – Результати розрахунку основних видів тепловтрат в корпусі Б

Назва приміщення	Зовнішні стіни		Стеля		Підлога				
	$F_{ст},$ м <sup>2</sup>	$Q_{ст},$ Вт	$F_{стл},$ м <sup>2</sup>	$Q_{стл},$ Вт	$F_I,$ м <sup>2</sup>	$F_{II},$ м <sup>2</sup>	$F_{III},$ м <sup>2</sup>	$F_{IV},$ м <sup>2</sup>	$Q_{под},$ Вт
1 прибудова	137,72	6215,978	124,5	4321,73	72,8	40,8	8,8	-	554,63
2 прибудова	154,83	6870,93	251,32	8577,55	-	-	-	-	-
підвал	173,16	2836,94	-	-	117,2	85,2	53,2	6,8	1116,41
<b>ВСЬОГО</b>	-	<b>15923,85</b>	-	<b>12899,28</b>	-	-	-	-	<b>1671,04</b>
Назва приміщення	Вікна		Двері		Сумарні тепловтрати огорожувальних конструкцій				
	$F_{вкн},$ м <sup>2</sup>	$Q_{вкн},$ Вт	$F_{з.дв.},$ м <sup>2</sup>	$Q_{з.дв.},$ Вт	$\Sigma Q_0,$ Вт				
1 прибудова	17,92	1660,59	4,2	1108,48	13861,4				
2 прибудова	4352	3965,15	11,57	3002,34	22415,98				
Підвал	-	-	-	-	3953,35				
<b>ВСЬОГО</b>	-	<b>5625,74</b>	-	<b>4110,82</b>	<b>40230,73</b>				

Таблиця Г.7 – Результати розрахунку додаткових видів тепловтрат та сума всіх тепловтрат в корпусі Б

Назва приміщення корпусу Б	На орієнтацію	По висоті	Крізь підлогу	На відкриття зовн.дверей	Поточна сума втрат	Витяжна вентиляція	Сума всіх тепловтрат
	$\Sigma Q_{ор},$ Вт	$\Sigma Q_{под},$ Вт	$\Sigma Q_0,$ Вт	$\Sigma Q_{з.дв.},$ Вт	$Q_{вкн}^{inf},$ Вт	$\Sigma Q_{в.в.},$ Вт	$\Sigma Q_{втр},$ Вт
1 прибудова	621,6	124,32	27,73	4433,92	5207,57	3694,41	22763,39
2 прибудова	687,09	137,42	0	5522,02	6346,54	11428,95	40191,46
підвал	0	56,74	55,82	0	112,56	0	4065,914
<b>ВСЬОГО</b>	<b>1308,69</b>	<b>318,48</b>	<b>83,55</b>	<b>9955,94</b>	<b>11683,71</b>	<b>19881,16</b>	<b>67020,76</b>

Таблиця Г.8 – Результати розрахунку теплонадходжень в корпусі Б

Назва приміщення корпусу Б	Від людей	Від ел. обладн.	Від джерел освітлення	Від сонячної радіації	Сума
	$Q_{л},$ Вт	$Q_{ел.},$ Вт	$Q_{осв.},$ Вт	$Q_{с.},$ Вт	$\Sigma Q_{ти},$ Вт
1 прибудова	751,27	708,42	53,86	1664	3177,55
2 прибудова	2356,94	1111,1	169,18	13083	16720,2
підвал	171,86	0	6,8	0	178,66
<b>ВСЬОГО</b>	<b>3280,07</b>	<b>1819,52</b>	<b>229,84</b>	<b>14747</b>	<b>20076,41</b>

Таблиця Г.9 – Результати розрахунку теплової потужності корпусу Б

Результати розрахунку теплової потужності за нормативними показниками			
Назва приміщення корпусу Б	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{втр},$ Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{ти},$ Вт	Величина теплової потужності $\Delta Q,$ Вт
1 прибудова	22763,39	3177,55	19585,84
2 прибудова	40191,46	16720,2	23471,26
підвал	4065,914	178,66	3887,25
<b>ВСЬОГО</b>	<b>67020,76</b>	<b>20076,41</b>	<b>46944,35</b>

ДОДАТОК Д

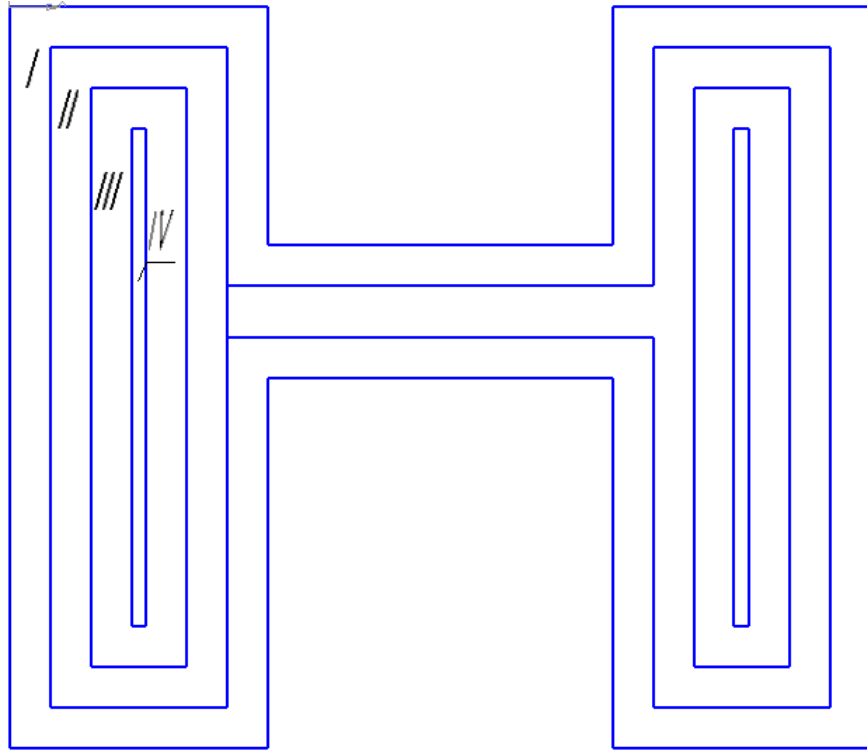


Рисунок Д.1 – Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі А

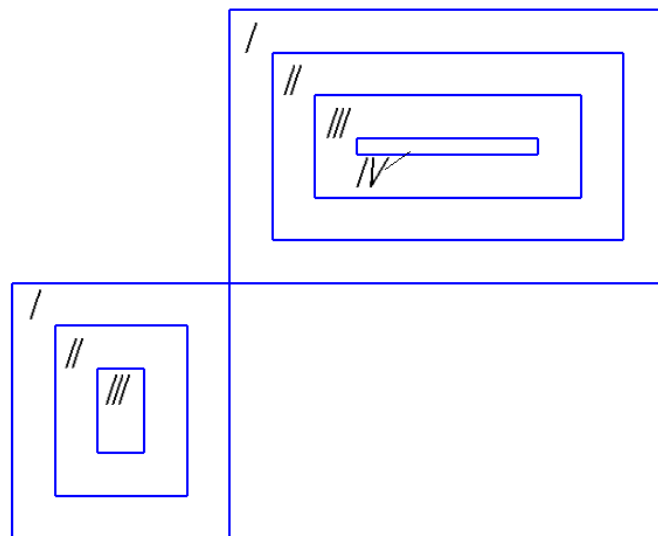


Рисунок Д.2 – Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі Б

## ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж.1 - Результати розрахунків, пов'язані з запровадженням рекуператорів теплоти у систему вентиляції

№ і назва приміщення	Об'єм приміщення $V_{п}, м^3$	Кратність повітрообміну пк, $год^{-1}$	Об'ємна витрата повітря $V_{в}, м^3/с;$ $м^3/Год$	Масова витрата повітря $m_{в}, кг/с$	Економія теплової енергії $\Delta Q_{рт}, кВт$	Річна економія $\Delta Q_{рт}^{ек.рік},$ $Гкал^*$
103 – Спортивно-туристичний відділ	213,5	1,686254	0,085; 306	0,110593	2,334067	1,3126
111 – Студія вокального співу	145	1,902718	0,065; 235	0,084752	1,916453	1,1253
114 – Психолог	109,91	1,902718	0,049; 177	0,064242	1,452671	0,8530
117 – Інформаційно-методична служба	145,29	1,902718	0,065; 235	0,084921	1,920286	1,1276
118-119 – Лаб. худ. обробки деревини	243,89	1,902718	0,181; 652	0,235619	5,327924	3,1285
121 – Танцюв. зала	216,54	1,675205	0,085; 308	0,111433	2,295795	1,2711
122 – Спортзала	213,44	1,680035	0,085; 305	0,110154	2,269453	1,2560
206 – Конференційна зала	223,3	1,624538	0,086; 308	0,111436	2,295861	1,2712
210 – Актова зала	293,3	1,624538	0,113; 405	0,146369	3,309768	1,9435
213 - Кімната -музей	222,95	1,624538	0,085; 308	0,111261	2,459989	1,4246
214 - Вокальна студія	222,6	1,624538	0,085; 307	0,111087	2,288664	1,2679
216-216а – Комп'ютерний клас	283,15	1,624538	0,181; 652	0,235619	5,327923	3,1285
220 - Фойє	178,15	1,624538	0,068; 246	0,088904	2,010348	1,1804
<b>ВСЬОГО:</b>					20,7882	20,2902

\*Примітка: річна економія  $\Delta Q_{рт}^{ек.рік}, Гкал$  розраховувалась згідно з середніми значеннями температур протягом кожного дня за опалювальний період 2018 року (січень, лютий березень, квітень, жовтень, листопад, грудень).