

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Модернізація системи теплопостачання на основі аналізу
рівня енергоспоживання будівлі ДНЗ №31 "Ягідка" м.Суми»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Савенко В.В.

(прізвище і ініціали)

(підпис студента)

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

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище і ініціали)

“ _____ ” _____ 20__ р.

(наукова ступінь, звання або посада)

Секретар комісії

(підпис)

Суми 2021

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної гідроаеромеханіки
Ковальов І.О.
“ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи _____

затверджена наказом по університету №0169 від “09” квітня 2021 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до “08” червня 2021 р.

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

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

Вступ (мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (опис дійсного стану систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті; представлення результатів інструментального обстеження; висновки).

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; Порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними; висновки).

3. Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання (розрахунок тепловтрат і теплонадходжень будівлі).

4. Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозберіжних заходів (характеристика розроблених заходів з енергозбереження та умов їх запровадження; представлення результатів розрахунку; висновки).

Висновки (загальна характеристика отриманих результатів за кожним етапом виконаної роботи)

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

1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності
3. Результати розрахункового аналізу
4. Техніко-економічний аналіз енергозберіжних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково-пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	05.04-11.04.21	
2	Характеристика об'єкта енергетичного обстеження	12.04-18.04.21	
3	Інструментальне обстеження	лютий-травень	
4	Комплексний аналіз обстежуваної системи енергопостачання	19.04-16.05.21	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	17.05-30.05.21	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	31.05-03.06.21	
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічних матеріалів	04.06-07.06.21	
8	Здача роботи на перевірку	08.06.21	
9	Доопрацювання зауважень	до 13.06.21	
10	Захист роботи	14.06-19.06.21	

Дата видачі завдання “ 05 “ квітня 2021 р.

Студент _____
(підпис)

(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

(Прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 49 с., 12 рисунків, 12 таблиць, 2 додатка, 24 літературних джерела.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкта, комплексний аналіз рівня енергоефективності, результати розрахункового аналізу, техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів.

Мета роботи: пошук можливостей для енергозбереження і надання рекомендацій для їх виконання, проведення обстеження систем енергоносіїв і води.

За поставлено метою були виконані такі завдання:

- Аналіз споживання енергоносіїв і води та аналіз показників їх енергоефективності;
- Розрахунок тепловтрат огорожувальних конструкцій;
- Розробка енергозберігаючих заходів, що дають можливість для економії паливно-енергетичних ресурсів.

Ключові слова: ТЕПЛОВТРАТИ, ЕНЕРГОЗБЕРІГЮЧИЙ ЗАХІД, ОБСЯГИ СПОЖИВАННЯ, РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ, ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ, НОРМАТИВНЕ СПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Тема роботи – Модернізація системи теплопостачання на основі аналізу рівня енергоспоживання будівлі ДНЗ №31 "Ягідка" м.Суми

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	7
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження.....	7
1.2 Опис дійсного стану об’єкту енергетичного обстеження.....	8
1.3 Експлуатаційні характеристики системи енергопостачання об’єкта.....	9
1.3.1 Система опалення.....	9
1.3.2 Система електропостачання.....	10
1.3.3 Система водопостачання.....	10
1.3.4 Система вентиляції.....	11
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв.....	11
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії і воду.....	12
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	12
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	14
1.6 Висновок за розділом.....	14
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	15
2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	15
2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	15
2.1.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії.....	18
2.1.3 Аналіз обсягів споживання води.....	20
2.2 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	22
2.2.1 Техніко-економічний аналіз тепла.....	22
2.2.2 Техніко-економічний аналіз використання води.....	25
2.2.3 Техніко-економічний аналіз використання електроенергії.....	25

					6.144.02. ВР 00 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Модернізація системи теплопостачання на основі аналізу рівня енергоспоживання будівлі ДНЗ №31 "Ягідка" м. Суми	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Савенко				4	77	
Перевір.		Мілтих				СумДУ, ЕМ-71-9		
Н. контр.								
Затв.								

2.3	Висновок за розділом.....	26
3	РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАННОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГО-ПОСТАЧАННЯ.....	28
3.1	Проведення розрахунків.....	28
3.1.1	Проведення розрахунку термічного опору огорожувальних конструкцій.....	29
3.1.2	Проведення розрахунку тепловтрат.....	31
3.1.3	Розрахунок теплонадходжень по дитячому садку.....	36
3.2	Висновок за роділом.....	38
4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	39
4.1	Опис можливих енергозбережних заходів.....	39
4.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів.....	39
4.2.1	Система моніторингу.....	39
4.2.2	Встановлення припловно-витяжної установки з рекуперацією.....	45
4.2.3	Утеплення стін.....	49
4.3	Висновок за розділом.....	52
	ВИСНОВКИ.....	54
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56
	ДОДАТОК А.....	59
	ДОДАТОК Б.....	72
	ДОДАТОК В.....	74

ВСТУП

Енергетичний аудит – це вид діяльності, основною метою якого є пошук можливостей енергозбереження і допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергозбереження. Об'єктом енергетичного аудиту може бути суб'єкт господарської діяльності будь-якої форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань:

- Складанні карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- Розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- Визначенні потенціалу енергозбереження;
- Фінансовій оцінці організаційно-технічних заходів.

Тема роботи – Модернізація системи теплопостачання на основі аналізу рівня енергоспоживання будівлі ДНЗ №31 "Ягідка" м.Суми.

Об'єктом дипломної роботи є Сумський дошкільний навчальний заклад №31 «Ягідка».

Метою на об'єкті енергетичного обстеження було: збір інформації щодо обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів і води, перевірка дійсного стану обладнання і будівлі в цілому, розробка енергозберігаючих заходів, що дозволять зменшити тепловтрати і використання теплової енергії в дитячому садку.

Поставлені та вирішені задачі: аналізу рівня енергоспоживання будівлі, проведення тепловізійного дослідження огорджувальних конструкцій будівлі, розрахунок тепловтрат, проведення технічно-економічного аналізу споживання енергоресурсів і порівняння фактичного споживання з нормативним енергоресурсів, розрахунок енергозберігаючих заходів.

Вихідні дані: величини обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів об'єкту, проектно будівельна документація об'єкта, документація діючого обладнання об'єкту.

						Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження даної бакалаврської роботи є комунальна власність, дитячий навчальний заклад №31 «Ягідка», що знаходиться за адресою м. Суми, вул. Білопільський шлях, 25 (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – ДНЗ №31 «Ягідка»

Метою роботи є проведення енергетичного обстеження є: збір інформації з метою розробки енергозберігаючих заходів для зменшення тепловрат і використання теплової енергії.

Технічні експлуатації інженерних комунікацій будівлю здійснює ДНЗ №31 «Ягідка». Будинок складається із однієї будівлі, головний фасад будівлі зорієнтовано на південний-схід.

Технічні характеристики будівлі:

- рік побудови.....1980 р;
- кількість поверхів.....2 пов.;

					Аркуш
					7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

- опалювальна площа.....1126,4 м²;
- площа забудови.....692 м²;
- опалювальний об'єм будівлі.....3379,2 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами.....4456,48 м³;

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

Подача холодної води до будинку здійснюється від водогону.

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється від індивідуального теплового пункту, який розташований в підвалі будівлі.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Фундамент дитячого навчального закладу залізобетонний. Стіни – будівлі внутрішні і зовнішні із силікатної цегли на цементно-піщаному розчині. Перекриття – залізобетонні плити. Перегородки – цегляні. Підлога – залізобетона плита, шар цементно-піщаного розчину, лінолеум. Стеля – залізобетон, керамзит та руберойд. Сходи – збірні одноярусні одномаршеві з набірними сходищами. Вікна по будівлі однокамерні з пластикового профілю. Вхідні двері – металеві.

При проведенні обстеження будівлі дитячого закладу було виявлено, що вікна є джерелами тепловтрат через їх неякісний монтаж і низький рівень опору теплопередачі площі скління, за рахунок того, що вікна встановлені не за всіма технологічними вимогами монтажу у будівлі відбуваються значні тепловтрати через віконні конструкції, і як наслідок, в холодну пору року завжди температура по приміщеннях набагато нижча за нормативну.

Втрати тепла з приміщення відбуваються через пошкоджені ділянки стін з відповідною втратою опору теплопередачі. Також зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору щодо запобігання тепловим втратам з середини приміщень.

						Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 31 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг.

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (див. Додаток Б) де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, не повністю ізольовані.

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів.

В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Опалювальна площа будівлі закладу – 1126,4 м².

Опалювальний об'єм закладу – 3379,2 м³.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла Calmex. У тепловому пункті водолічильник, який під'єднаний до теплотлічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром D_{тр} 45 з діаметром умовного проходу Ду 40.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепловий пункт є :

						Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника тепла – 25 травня 2019 року;
- повірка лічильника води – 30 серпня 2017 року;
- Повірку проведено ТОВ «Інвест-С».

1.3.2 Система електропостачання

До основних технічних енергоспоживаючих систем будівлі дитячого садка належать:

До основного енергоспоживаючого обладнання систем належать: холодильники, електричні плити, пральні машини, праска, техніка для кухні.

В дитячому саду використовуються не енергоефективні лампи розжарювання (100 Вт), що призводить до більшого використання електричної енергії.

З зауважень можна відмітити також не ефективне використання електричної енергії через людський фактор.

1.3.3 Система водопостачання

Дитсадок підключено до централізованої системи холодного водопостачання. Подавальний трубопровід розположений в підвальному приміщенні. Також в підвальному приміщенні знаходиться водонагрівач для забезпечення садка гарячою водою в опалювальний період. Натомість в кухні установлений

						Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

бойлер Round ЕВАД 100/1,6 GS на випадок неможливості підігріву води в неопалювальний період. В основному воду використовує: обслуговуючий персонал, працівники та вихованці дошкільного навчального закладу.

1.3.4 Система вентиляції

В дитячому садку передбачена природна вентиляція, яка видаляє повітря через вентиляційні канали, що були встановлені заздалегідь в будівлі. Вентиляційні отвори працюють в режимі природної вентиляції, що призводить до значних тепловтрат будівлі. Так як система вентиляція в будівлі природна, то контролювати притоки холодного повітря не могло, а це в свою чергу може призвести до неконтрольованого охолодження приміщень і зайвих витрат на теплову енергію.

Схема системи вентиляції відсутня.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

Облік споживання теплової енергії здійснюється одним лічильником, на опалення будинку і підігрів води. Теплову енергію отримують із системи централізованого теплопостачання, здійснюється тепловим лічильником Calmex Компакт МХ Qn 10.0 Dm 40 марки PREMEX, який встановлено на трубопроводах теплового вводу в будівлю. Зняття показників лічильника виконується з травня 2017 року щоденно.

Облік споживання електроенергії на потреби освітлення, приготування їжі, технологічні потреби здійснюється одним лічильником НІК 2301 АП2В. Зняття показників лічильника виконується з грудня 2015 року щоденно.

						Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Облік споживання холодної води здійснюється за показаннями лічильника холодної води Sensus M-T Qn 10/40, встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконують з серпня 2017 року щоденно.

Теплопостачання здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Суми-теплоенерго» договір 1515 – Т від 01.10.2006 року.

Договір на постачання електроенергії з КП «Міськзвітло». Номер договору №24 від 17.02.2017 року..

Договір на постачання холодної води з КП «Міськводоканал». Номер договору № 185 від 03.05.2011 року.

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії і воду

Тепло: 1559,67 грн/Гкал

Вода: 13,75 грн/м.куб з ПДВ

Електроенергія: 1,68 грн/кВт·год

Водовідведення: 13,37 грн/м.куб з ПДВ

1.4 Опис методів та приладів вимірювання

Тепловізор Fluke Ti25 – прилад для візуалізації температурних полів з використанням інфрачервоного випромінювання. Fluke Ti25 спеціально створений для польових умов. Пристрій стане в нагоді для виявлення проблем в електроустановках, електромеханічному та технологічному обладнанні, опалення та вентиляції. Тепловізор Fluke Ti25 використовує технологію IR-Fusion

Особливості:

- Розроблений для використання в польових умовах;
- Водостійка та пилозахищена конструкція;
- Корекція коефіцієнту випромінювання одразу після отримання зображення;

						Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- Чітке зображення;
- Температурна чутливість 0,1°C, що підходить для термочутливих елементів;
- Вибір температурної шкали °C або °F;
- Покращений аналіз з допомогою технології IR-Fusion®;
- Можливість залишати голосові нотатки до зображення;
- Функція зміни кольорової палітри перед збереженням зображення;
- Збереження більше 3000 зображень в форматі .bmp або 1200 зображень IR-Fusion (в комплект входить карта пам'яті на 2 ГБ);
- Перехід в режим сну після 5 хвилин очікування;
- Автоматичне вимкнення після 30 хвилин бездіяльності;
- Кольоровий РК-дисплей з високою роздільною здатністю;
- Налаштування дати та часу;
- ПЗ "SmartView®" в комплекті;
- Легка вага та кишеньковий розмір;
- 16 варіантів мови меню, в тому числі російська [2].

Таблиця 1.1 – Основні характеристики тепловізора FlukeTi25

Частота зміни кадрів	9 Гц
Тип інфрачервоного об'єкта	Об'єktiv 20 мм, F=0,8
Спектральний діапазон	Від 7,5 мкм до 14 мкм
Час роботи від батареї	3-4 години
Похибка вимірювання температури	±2°C, але не більше ±2%
Діапазон вимірювання температури	Від -20°C до +350°C (від -20°C до +100°C)
Габарити	254 × 127 × 152
Вага	1,1 кг

1.5 Аналіз результатів вимірювання

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 31 "Ягідка" м. Суми, Сумської області було проведено 18 лютого 2021 року з використанням тепловізора FlukeTi25. Вибрані термограми (див.Додаток В), які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ДНЗ № 31.

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила -8°C . Середня температура всередині приміщень становила 19°C .

Вибрані термограми показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям. Під час тепловізійного обстеження було зроблено 14 термограм.

1.6 Висновок за розділом

Під час обстеження дитячого садка було виявлено, що лічильник для підігріву води не становлено, використовується один лічильник для теплової енергії, для решти енергетичних ресурсів, що використовує дитячий садок лічильник установлені. Можна відмітити те, що через людський фактор використовується більше енергоресурсів, для економії можна провести захід для робітників закладу і дати рекомендації щодо економії. Тепловізійний аналіз показав, що стіни будівлі в незадовільному стані, ділянки пошкоджених стін свідчать про втрату її теплозахисних властивостей і значну втрату опору теплопередачі.

						Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Аналіз енергоносіїв

2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Обсяги споживання теплової енергії за 2019 – 2021 роки наведена у таб. 2.1 та на рис. 2.1. Були також вказані ліміти споживання теплоенергії за 2019 – 2021 роки у таб. 2.2 та на рис. 2.2.

Таблиця 2.1 – Обсяги споживання теплової енергії за 2018 – 2021 рік

2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	42,1	36,69	37	6,6	-	-	-	-	-	7,9	25,4	37,6
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	40,05	32,14	23,9	8,6	-	-	-	-	-	7,9	22,6	27,24
2020 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	34,2	27,96	11	-	-	-	-	-	-	6,7	22,5	34,27
2021 рік												
місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	29,85	32,82	27,89	8,54	-	-	-	-	-	-	-	-

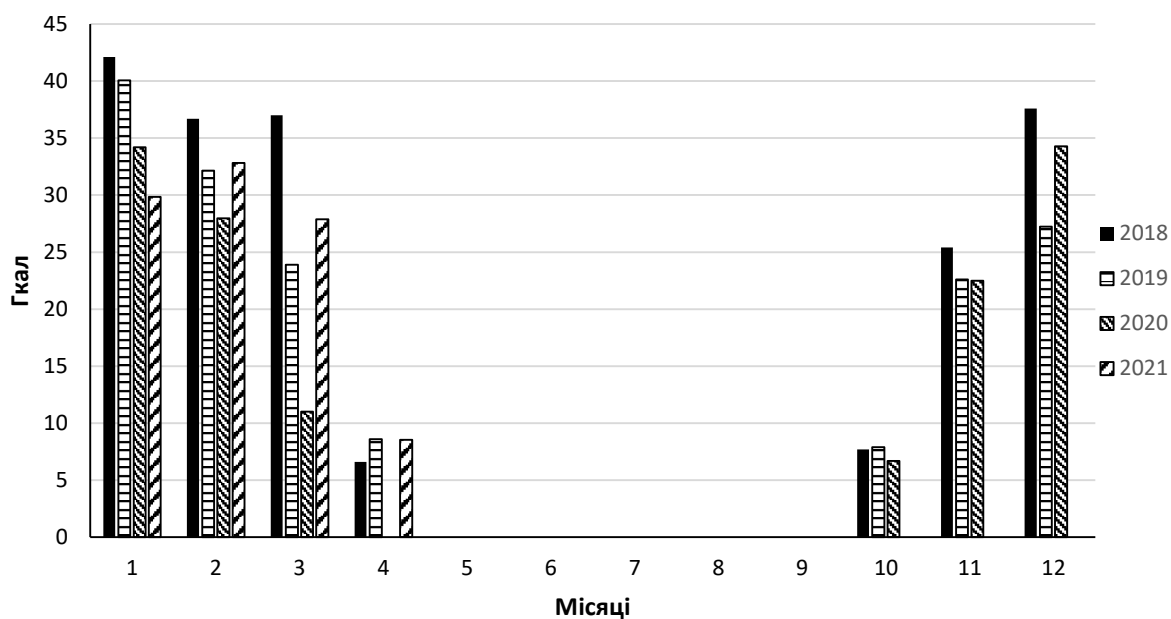


Рис. 2.1 – Обсяги споживання теплової енергії за 2018 – 2021 роки

Таб. 2.2 – Ліміти споживання теплової енергії за 2018 – 2021 роки

2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	41,5	38,1	36,7	8,9	-	-	-	-	-	8,2	24,9	36,4
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	39,8	36,4	32,1	8,5	-	-	-	-	-	8	22,7	30,3
2020 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	39,3	35,8	27,5	17,1	-	-	-	-	-	10,5	22,4	24,6
2021 рік												
місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гкал	30,8	29,6	27,1	8,8	-	-	-	-	-	-	-	-

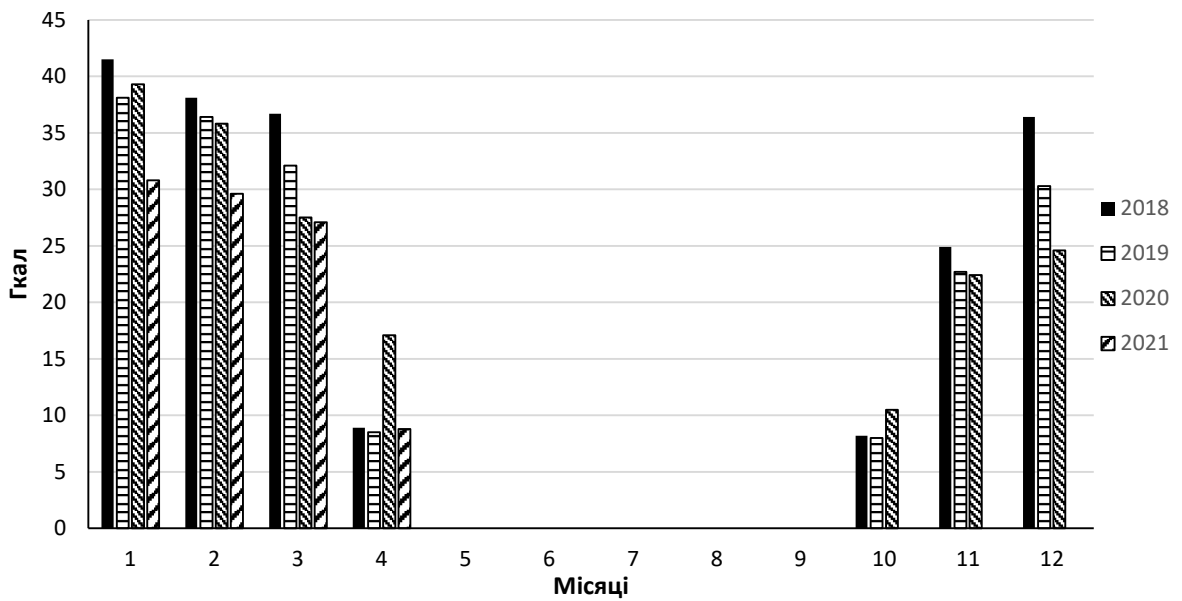


Рисунок 2.2 – Ліміти споживання теплової енергії за 2018 – 2021 роки

Споживання теплової енергії дитячим садком відбувається в опалювальний період, також надається тепло для підігріву води, так як гарячого водопостачання в будівлі не передбачено. Зазвичай опалювальний період становить триває 6 місяців (починаючи з 15 жовтня і закінчується 15 квітня), але тривалість може змінюватися кожного року в залежності від температурних показників. Початок опалювального періоду передбачено при зменшенні середньодобової температури нижче за $+8^{\circ}\text{C}$, а закінчується при підвищенні середньодобової температури вище $+8^{\circ}\text{C}$ протягом 3 діб.

Після аналізу зображеної на рис. 2.1 гістограми споживання теплової енергії за 2018 – 2021 роки можна зробити висновок, що в зимовий період споживання теплової енергії є найбільшим. Можна побачити різкі підвищення споживання тепла в березні і грудні 2018 року, які були обумовлені зменшенням середньодобової температури. Також в березні 2020 року споживання теплової енергії значно менше, чим зазвичай, а в квітні 2020 року споживання взагалі не було внаслідок карантинних обмежень на роботу ДНЗ.

2.1.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Обсяги спожитої електроенергії за 2018 – 2021 роки наведено у таб. 2.3 та на рис. 2.3. Були також вказані ліміти споживання електроенергії за 2018 – 2021 роки наведені у таб. 2.4 та рис. 2.4.

Таблиця 2.3 – Обсяги споживання електричної енергії за 2018 – 2021 роки

2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2512	2438	2546	2254	2652	2337	2440	2213	2335	2730	2708	2442
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2487	2512	2367	2421	2621	2215	2321	1943	2350	2499	2490	2454
2020 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2265	2289	1454	297	269	1740	1962	1729	2320	2294	2429	2563
2021 рік												
місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	1902	2220	2385	2276	-	-	-	-	-	-	-	-

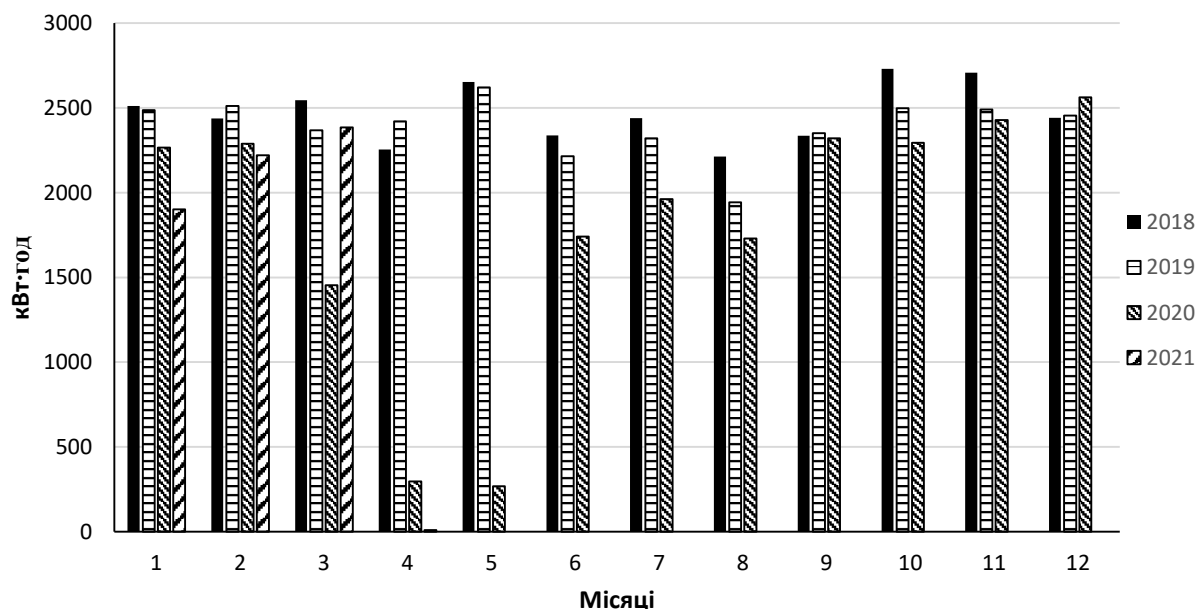


Рисунок 2.3 – Обсяги споживання електричної енергії за 2018 – 2021 роки

Таблиця 2.4 – Ліміти споживання електричної енергії за 2018 – 2021 роки

2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2700	2500	2400	2300	2150	2500	2500	2200	2000	2600	2600	2500
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2600	2500	2400	2500	2500	2250	2400	2000	2400	2500	2500	2600
2020 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2800	2700	2400	2500	2150	2500	2500	2100	1900	2500	2650	2600
2021 рік												
місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ел.ен., кВт·год	2400	2500	2400	2200	-	-	-	-	-	-	-	-

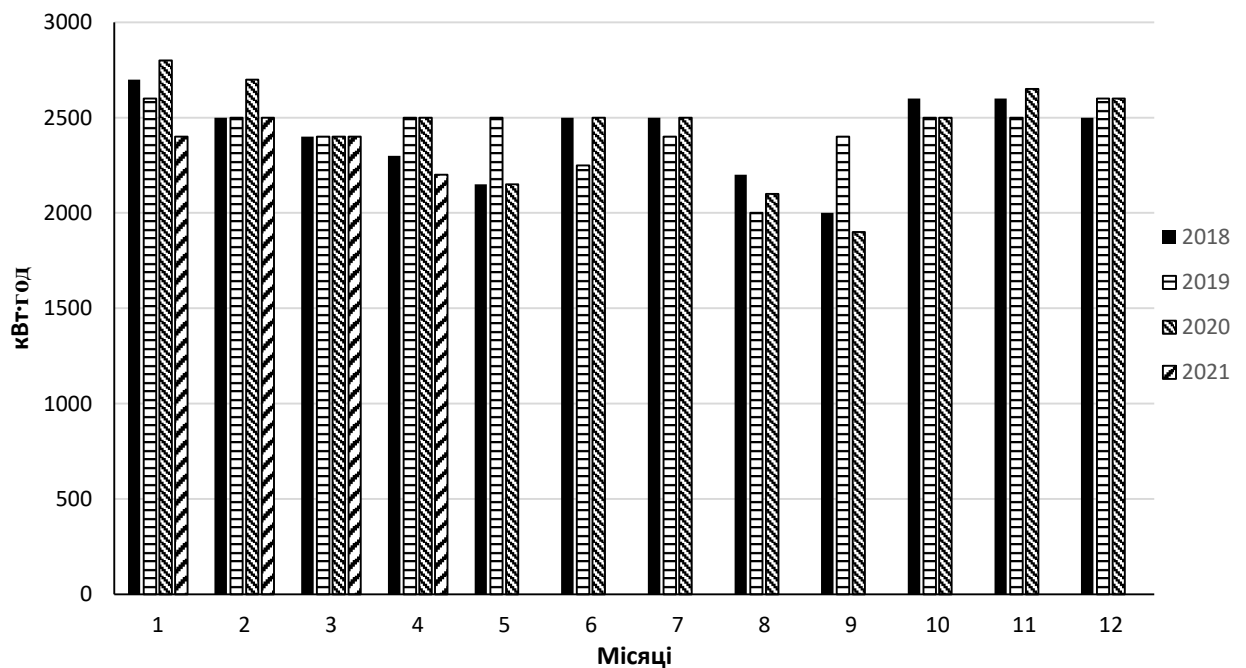


Рисунок 2.4 – Ліміти споживання електричної енергії за 2018 – 2021 роки

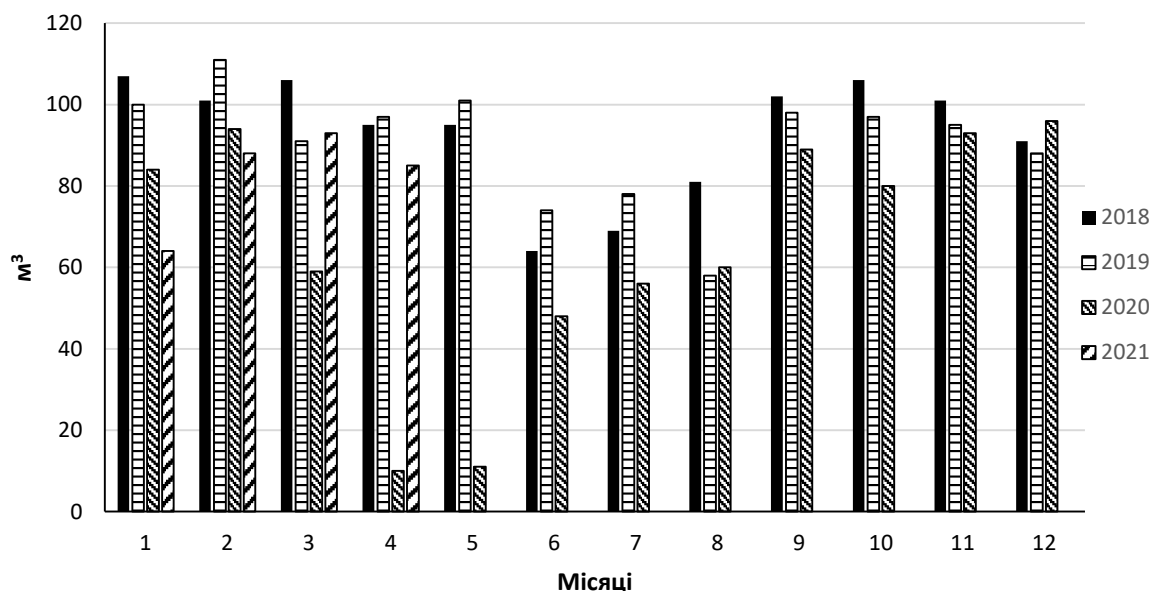


Рисунок 2.5 – Обсяги споживання холодної води за 2018 – 2021 роки

Таблиця 2.6 – Ліміти споживання холодної води за 2018 – 2021 роки

2018 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
м³	110	108	105	100	95	75	70	80	100	105	100	95
2019 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
м³	105	110	90	100	100	80	80	70	100	95	95	95
2020 рік												
місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
м³	110	108	105	100	95	80	70	80	100	95	100	102
2021 рік												
місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
м³	100	95	98	95	-	-	-	-	-	-	-	-

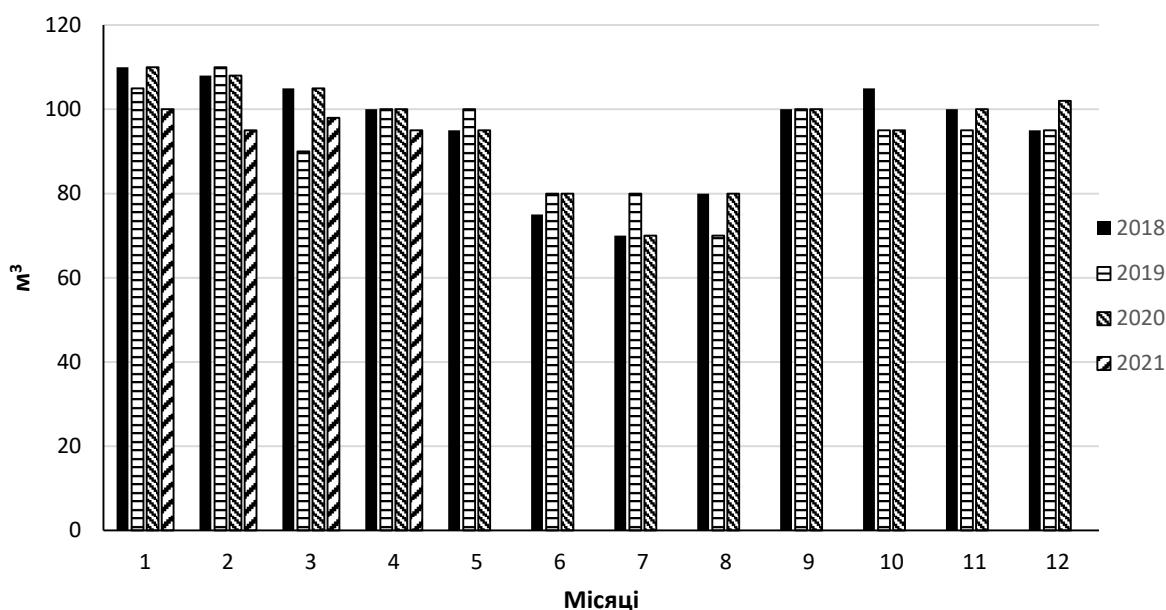


Рисунок 2.6 – Ліміти споживання холодної води за 2018 –2021 роки

Після аналізу гістограми споживання холодної води з рис. 2.5 можна зробити висновок, що вода споживається нерівномірно. В літній період споживання зменшується, за рахунок зменшення кількості вихованців і працюючих груп. Вода в основному використовується для приготування їжі, прання та змивних бачків. Також можна побачити зменшення споживання води за період березень – травень 2020 року внаслідок карантинних обмежень на роботу ДНЗ. Ліміти були перевищені в зимовий час, коли дітей в садку найбільше.

2.2 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

2.2.1 Техніко-економічний аналіз тепла

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

кладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури розташовані у діапазоні нормованих показників. У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2020–2021 року.

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [5, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (2.1)$$

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

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

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [5, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{max}, \quad (2.2)$$

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

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [5, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд дитячих дошкільних закладів першої температурної зони становлять [5, табл.1]:

$$EP_{max} = 48 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} = 0,041 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

						Аркуш
						23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

- опалювальний період 2018–2019 рік – $Q_{оп} = 175,615$ Гкал;
- опалювальний період 2019–2020 рік – $Q_{оп} = 131,115$ Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 154,095$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2018–2019 рік – $EP = 0,052$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2019–2020 рік – $EP = 0,039$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $EP = 0,046$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,046$ Гкал/м³.

За результатами порівняння фактичних і нормованих показників із споживання теплової енергії можна зробити наступний висновок, а саме:

Отриманий результат по будівлі не відповідає нормативній умові (2.2). Враховуючи результати енергетичного обстеження, треба зазначити, що за причиною дотримання встановлених для будівлі лімітів по теплоспоживанню, регулювання відбору теплоти не проводиться; при цьому у деякі періоди відбувається надмірне прогрівання приміщень закладу, що призводить до підвищення загальних витрат на оплату за енергопостачання будинку.

Зазначений висновок, у свою чергу, визначає напрямки вибору енергозбережного заходу щодо подальшого підвищення рівня енергозбереження в обстежуваній будівлі, а саме, впровадження системи моніторингу споживання те-

						Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

пловой енергії, але до цього необхідно обґрунтувати вибір обладнання величинами теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, і результатами зібраної інформації проведених відповідних вимірювань.

2.2.2 Техніко-економічний аналіз використання води

Проаналізувавши рис. 2.5 можна визначити питомі показники витрат холодної води будівлі на одну особу за добу і порівняємо їх з нормативним споживанням холодної води. Норма витрати води становить – 20 л/особу [7].

-2018 рік – 19,64 л/особу

-2019 рік – 19,11 л/особу

- 2020 рік – 13,66 л/особу

Витрати води відповідають нормативним.

2.2.3 Техніко-економічний аналіз використання електроенергії

Порівняємо фактичні норми споживання електроенергії з нормативними значеннями для дошкільного дитячого виховного закладу з електрофікованими харчоблоками. Згідно з нормами споживання електричної енергії для дошкільних закладів з електрофікованими харчоблоками на 122 дитини для Сумської області складає 855 кВт·год [6]. Для ДНЗ №31 «Ягідка» фактичне споживання електричної енергії на одну дитину складає:

$$\text{-2018 рік } \frac{29607 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{122 \text{ дітей}} = 242,68 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}};$$

$$\text{-2019 рік } \frac{28680 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{122 \text{ дітей}} = 235,08 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}};$$

$$\text{-2020 рік } \frac{21611 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{122 \text{ дітей}} = 177,14 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}}.$$

					Аркуш
					25
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Щоб краще розкрити питання економії коштів наведемо діаграму вартості енергетичних ресурсів, що спожив дитячий садок за 2019 рік. Діаграма представлена на рис.2.7.

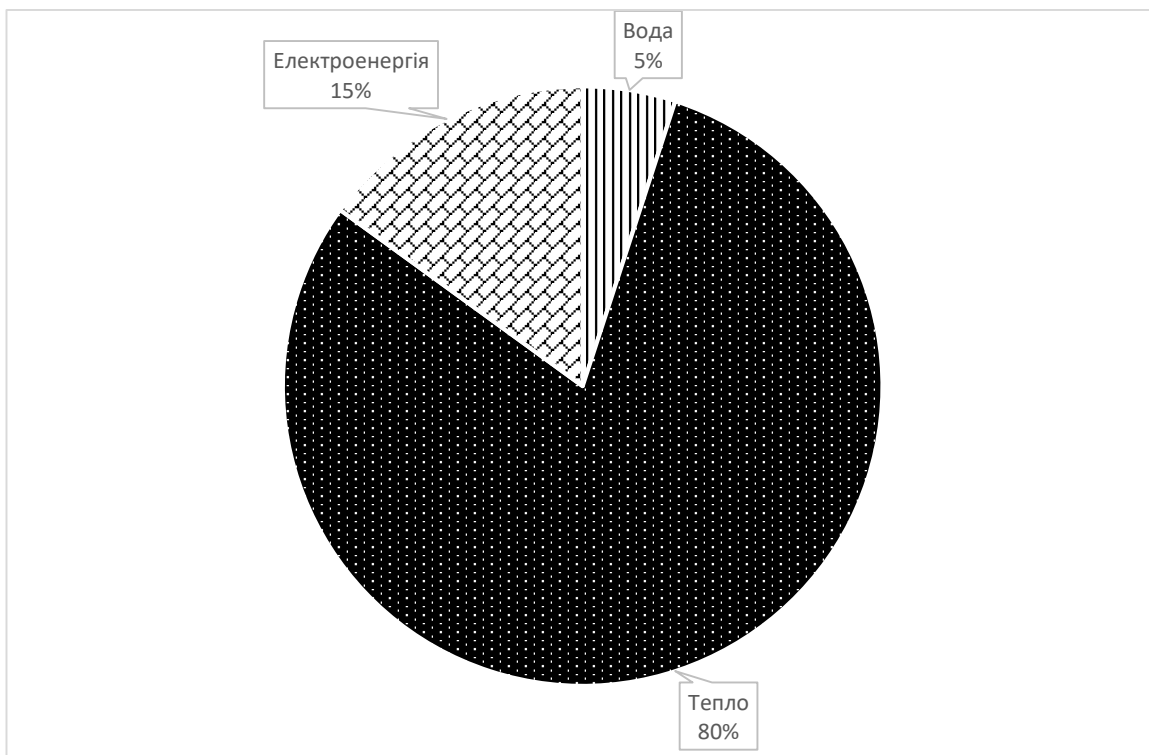


Рисунок 2.7 – Вартість споживання енергетичних ресурсів за 2019 рік
Проаналізувавши діграму на рис 2.7 можна побачити, що за 2019 рік найбільше коштів було витрачено на теплову енергію.

2.3 Висновок за розділом

Дитячий садок не перевищує зазначених для них лімітів, а також весною 2020 року споживання енергетичних ресурсів було низьким в наслідок карантинних обмежень. З техніко-економічного аналізу теплової енергії можна зробити висновок, що фактичне споживання теплової енергії в дитячому садку перевищує нормативне. Техніко-економічний аналіз електроенергії і води по-

казав, що фактичне споживання не перевищую нормативного. Діаграма вартості енергетичних ресурсів показує, що більше всього коштів витрачається на теплову енергію.

						Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

3.1 Проведення розрахунку

Проведення розрахунку для будівлі, яка знаходиться у м. Суми (І температурна зона), з нормальним вологісним режимом.

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій:

Стіни:

кладка з білої цегли на цементно-піщаному розчині з $\lambda_1=0,7$ Вт/(м·К) товщиною $\delta_i = 0,51$ м;

цементно-піщана штукатурка з $\lambda_1 = 0,81$ товщиною $\delta_i = 0,03$ м.

Приведений опір (дійсний опір) теплопередачі, $R_{\Sigma пр}, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для непрозорої або прозорої вертикальної огорожувальної конструкції чи її частини такожгоризонтального перекриття (даху) при перевірці виконання умови за формулою (1.1) розраховують за формулою [23]:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (3.1)$$

де $\alpha_в, \alpha_з$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які беруть згідно з табл. 9 (додаток Б);

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно з табл. 15 (додаток Б), Вт/(м·К);

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, згідно з формулою (1.4), м² К/Вт.

					Аркуш
					28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Термічний опір за формулою [23]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (3.2)$$

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [4].

3.1.1 Проведення розрахунку термічного опору огорожуючих конструкцій

Термічний опір шарів стіни можна знайти за формулою (3.2):

$$R_1 = \frac{0,51}{0,7} = 0,73 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

$$R_2 = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі для стін за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma пр}^{cm} = \frac{1}{8,7} + 0,73 + 0,037 + \frac{1}{23} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Для I температурної зони мінімальне допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій громадських будівель дорівнює $R_{qmin}^{CT} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [23].

Отже, отримані результати стін не відповідають теплопередачі.

Вікна:

Металопластикові з однокамерним склопакетом $R_{вкн} = 0,42$.

Отже, опір теплопередачі вікон є меншим за необхідний $R_{qmin}^{вкн} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Підлога:

залізобетонна плита з $\lambda_1 = 1,92$ товщиною $\delta_i = 0,22$ м;

розчин цементно-піщаний з $\lambda_1 = 0,81$ товщиною $\delta_i = 0,04$ м;

лінолеум полівінілхлоридний на тканевій основі $\lambda_1 = 0,35$ товщиною $\delta_i = 0,002$ м.

					Аркуш
					29
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Приведений опір шарів теплопередачі підлоги за формулою (3.2):

$$R_1 = \frac{0,22}{1,92} = 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_2 = \frac{0,04}{0,81} = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_3 = \frac{0,002}{0,35} = 0,01 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі підлоги за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma \text{ пр}}^{\text{пдл}} = \frac{1}{8,7} + 0,12 + 0,05 + 0,01 + \frac{1}{12} = 0,038 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Отже, опір теплопередачі підлоги є меншим за необхідний $R_{\text{qmin}}^{\text{пдл}} = 3,75$ $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$

Двері:

Залізні з $\lambda_1 = 221 \text{ Вт/ (м} \cdot \text{К)}$ товщиною $\delta_i = 0,003 \text{ м.}$

Термічний опір дверей за формулою (3.2):

$$R = \frac{0,003}{221} = 0,0000014 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі дверей за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma \text{ пр}}^{\text{дв}} = \frac{1}{8,7} + 0,0000014 + \frac{1}{23} = 0,158 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Дах:

залізобетонна плита з $\lambda_1 = 1,92$ товщиною $\delta_i = 0,22 \text{ м;}$

керамзит з $\lambda_1 = 0,12$ товщиною $\delta_i = 0,15 \text{ м;}$

рубероїд з $\lambda_1 = 0,27$ з товщиною $\delta_i = 0,01 \text{ м.}$

Приведений опір теплопередачі кожного шару даху за формулою (3.2):

$$R_1 = \frac{0,22}{1,92} = 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_2 = \frac{0,15}{0,12} = 1,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_3 = \frac{0,01}{0,27} = 0,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі даху за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma \text{ пр}}^{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + 0,12 + 1,25 + 0,04 + \frac{1}{23} = 1,57 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

						Аркуш
						30
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Мінімальне допустиме значення опору теплопередачі даху громадських будинків для I зони дорівнює $R_{\Sigma пр}^{дах} = 5,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [23].

Отже, опір теплопередачі даху є меншим за необхідний.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i, \text{ м}$	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \min}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Кладка з білої цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	0,7	0,93	3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,56	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Рубероїд	0,01	0,27		
3	Вікна	Металопластикові з однокамерним склопакетом	-	-	0,42	0,75
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,37	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Лінолеум полівінілхлоридний на тканевій основі	0,002	0,35		

3.1.2 Проведення розрахунку тепловтрат

Для розрахунків візьмемо такі значення:

$t_{в}=22^{\circ}\text{C}$ – температуру всередині будівлі згідно [4] для дошкільних закладів;
 $t_{з}=-25^{\circ}\text{C}$ – розрахункової температура зовнішнього повітря приймаємо тому, що дитячий садок побудований у м. Суми, який знаходиться у I температурній зоні [23].

Тепловтрат через стіни за формулою [23]:

$$Q_{ст} = \frac{F_{ст}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_{в} - t_{з}) \cdot n, \quad (3.3)$$

$F_{ст} = 1068,45 \text{ м}^2$, $R_{ст} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = -25^{\circ}\text{C}$, $n=1$, тоді за формулою (3.3):

$$Q_{ст} = \frac{1068,45}{0,93} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 53996,94 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через вікна за формулою [23]:

$$Q_{\text{ВКН}} = \frac{F_{\text{ВКН}}}{R_{\text{ВКН}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (3.4)$$

$F_{\text{ВКН}} = 276,5 \text{ м}^2$, $R_{\text{ВКН}} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}$, $n=1$, тоді за формулою (3.4):

$$Q_{\text{ВКН}} = \frac{276,5}{0,42} \cdot (22 - (-22)) \cdot 1 = 30941,6 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу за формулою, бо підлога розміщена не на ґрунті – в бідівлі є неопалювальний підвал [23]:

$$Q_{\text{ПДЛ}} = \frac{F_{\text{ПДЛ}}}{R_{\Sigma \text{ пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (3.5)$$

$F_{\text{ПДЛ}} = 692 \text{ м}^2$, $R_{\text{ПДЛ}} = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{з}} = 6^{\circ}\text{C}$, $n=0,6$, тоді за формулою (3.5):

$$Q_{\text{ПДЛ}} = \frac{692}{0,37} \cdot (22 - 6) \cdot 0,6 = 17954,59 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через дах за формулою [23]:

$$Q_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}}}{R_{\Sigma \text{ пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (3.6)$$

$F_{\text{д}} = 692 \text{ м}^2$, $R_{\text{д}} = 1,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}$, $n=1$, тоді за формулою (3.6):

$$Q_{\text{д}} = \frac{692}{1,56} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 20848,72 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через двері за формулою [23]:

$$Q_{\text{ДВ}} = \frac{F_{\text{ДВ}}}{R_{\Sigma \text{ пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (3.7)$$

$F_{\text{ДВ}} = 33,93 \text{ м}^2$, $R_{\text{ДВ}} = 0,158 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}$, $n=1$, тоді за формулою (3.7)

$$Q_{\text{ДВ}} = \frac{33,93}{0,158} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 10093,1 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, що обумовлені орієнтацією будівлю за формулою:

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{ст}}$ тепловтрати крізь кожну зовнішню стіну приміщень, Вт;

$\beta_{\text{ор}} = 0,13$ – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

						Аркуш
						32
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тоді за формулою (3.8):

$$Q_{op}^d = 53996,94 \cdot 0,13 = 7019,6 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташові на ґрунті чи над неопалюваними підвалами за формулою [23]:

$$Q_{пдл}^d = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \quad (3.9)$$

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

Тоді за формулою (3.9):

$$Q_{пдл}^d = 17954,59 \cdot 0,05 = 897,73 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи [23]:

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_H \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_{з,р}), \quad (3.10)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;
 $t_B, t_{з,р}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення (додаток Б, табл. 2) і розрахункового зовнішнього повітря $^\circ\text{С}$;

G_H – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь нещільність віконного огородження, для розрахунків беруть нормативну повітропроникність віконних прорізів, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$; для зовнішніх дверей G_H обирається з тих самих нормативів;

$F_{вкн}$ – площа віконного або утепленого дверного прорізу, м^2 .

Тоді за формулою (3.10):

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot 6 \cdot 276,5 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 21941,6 \text{ Вт}$$

Для визначення додаткових тепловтрат через на витяжну природну вентиляцію, потрібно спочатку визначити середню кратність повітреобміну будинку за формулою [23]:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{инф} \cdot \eta \cdot n_{инф}}{24 \cdot \rho_c} \right) \right]}{v_V \cdot V_{п}}, \quad (3.11)$$

					Аркуш
					33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Де L_V – кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$, і дорівнює:

- дитячих дошкільних закладів, шкіл, професійно-технічних та вищих навчальних закладів – $7 \times F_p$;

v_V – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних беруть $v_V = 0,85$;

F_p – розрахункова площа громадських будинків, м^2 , що визначається згідно з [11];

n_V – кількість годин роботи механічної вентиляції або природної вентиляції протягом однієї доби, год, (за відсутності даних для механічної беруть 16 годин);

$n_{\text{інф}}$ – кількість годин інфільтрації повітря всередині будинку протягом однієї доби, год:- для будинків зі збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 24;

$G_{\text{інф}}$ – кількість повітря, що інфільтрується крізь огорожувальні конструкції в неробочий час, $\text{кг}/\text{год}$, беруть $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot v_V \cdot V_{\text{П}}$;

ρ – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції (2.20), $\text{кг}/\text{м}^3$;

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, який беруть $0,8 \dots 1,0$; 24 – кількість годин за добу.

Тоді за формулою (3.11):

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{7 \cdot 692 \cdot 24}{24} \right) + \left(\frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 3379,2 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,3 \cdot 1,005} \right) \right]}{0,85 \cdot 3379,2} = 1,99 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію [23]:

$$Q_V = 0,28 \cdot V_M \cdot c \cdot \rho \cdot (t_V - t_{з.р}), \quad (3.12)$$

де $c, t_V, t_{з.р}, \rho$ – те саме, що у формулі (3.10);

						Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

V_M – об’єм повітря, що видаляється з приміщення механічною системою вентиляції, м³/год (визначається за результатами проведених вимірювань або за паспортними характеристиками вентиляційної установки).

Тоді за формулою (3.12):

$$Q_v = 0,28 \cdot 3379,2 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - (-25)) \cdot 1,99 \cdot 0,85 = 98276,84 \text{ Вт}$$

Для аналізу розрахунків знайдемо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожуючих конструкцій і наведемо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі

Вид огорожувальних конструкцій	Втрати теплоти, Вт	%
Стіни	53996,94	21
Вікна	30941,6	12
Підлога	18852,32	7
Дах	20848,72	8
Двері	10093,1	4
Витяжна вентиляція	98276,84	37
Додаткові тепловтрати	29858,93	11
Разом	262868,45	100



Рисунок 3.1 – Розподіл тепловтрат

3.1.3 Розрахунки теплонадходження по дитячому садку

Теплонадходження від людей [23]:

$$Q_{л} = q_{л} \cdot n_{л}, \quad (3.13)$$

де $q_{л}$ – явні теплонадходження від людей, Вт;

$n_{л}$ – кількість людей (осереднена), які знаходяться у приміщенні протягом однієї години.

Тода за формулою (3.13):

$$Q_{л} = 132 \cdot 2 + 132 \cdot 0,85 \cdot 32 + 132 \cdot 0,75 \cdot 122 = 15932,4 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення [23]:

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{св} \cdot k_{з}, \quad (3.14)$$

де $N_{л}$ – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

$k_{з}$ – коефіцієнт завантаження освітлення (відношення періоду роботи світильника у хвилинах до кількості хвилин за годину);

$n_{\text{осв}}$ – кількість однотипних джерел освітлення.

Тоді за формулою (3.14):

$$Q_{\text{осв}} = 75 \cdot 0,95 \cdot 55 \cdot 0,6 + 60 \cdot 0,95 \cdot 32 \cdot 0,6 = 3445,65 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації [23]:

$$Q_{\text{рад}} = q_c \cdot F_c \cdot k_{\text{в.п}} + q_T \cdot F_T \cdot k_{\text{в.п}}, \quad (3.15)$$

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скла, освітленого сонцем і в тіні, Вт/м² ($q_c = 250 \text{ Вт/м}^2$; $q_T = 100 \text{ Вт/м}^2$);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м²;

$k_{\text{в.п}}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу. Для кожного вікна він може бути різним або однаковим для всіх. Залежить від ступеня забрудненості скла, ступеня штучного перешкоджання потраплянню сонячної енергії. При повністю чистому та без штучних перешкод вікні $k_{\text{в.п}} = 0,95$;

Тоді за формулою (3.15):

$$Q_{\text{рад}} = 250 \cdot 124 \cdot 0,95 + 100 \cdot 152,5 \cdot 0,95 = 43937,5 \text{ Вт}$$

Сумарні теплонадходження [23]:

$$\Sigma Q_{\text{тн}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}}, \quad (3.16)$$

Тоді за формулою (3.16):

$$Q_{\text{тн}} = 15932,4 + 3445,65 + 43937,5 = 59869,9 \text{ Вт}$$

Теплова потужність будівлі [23]:

$$\Delta Q = \Sigma Q_{\text{втр}} - \Sigma Q_{\text{тн}}, \quad (3.17)$$

де $\Sigma Q_{\text{втр}}$ – сумарні тепловтрати по всій будівлі (2.1), Вт;

$\Sigma Q_{\text{тн}}$ – сумарні теплонадходження по всій будівлі

Тоді за формулою (3.17):

$$\Delta Q = 262868,45 - 59869,9 = 202998,55 \text{ Вт}$$

					Аркуш
					37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

3.2 Висновок за розділом

В розділі були розраховані опори теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, які дозволили порахувати тепловтрати будівлі. Також були пораховані теплонадходження і розрахунок теплової потужності будівлі. З розрахунку тепловтрат можна зробити висновок, що найбільші тепловтрати приходяться на вентиляцію, стіни і вікна.

						Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

4.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Для економії були запропоновані заходи на які приходяться найбільші тепловтрати і на які енергетичні ресурси використовується найбільше коштів:

- Встановлення системи моніторингу
- Встановлення вентиляції
- Утеплення стін

4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

4.2.1 Система моніторингу

Зважаючи на технічний стан огорожувальних конструкції будівлі установи, що підключена до системи централізованого тепlopостачання, а також графік функціонування закладу, вбачається доцільним впровадження у теплопункті закладу автоматизованої системи моніторингу та короткотермінового прогнозування теплоспоживання будівлею.

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

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

- проведення енергетичного аудиту будівлі, одним з результатів якого повинно бути визначене індивідуальне контрольне базове теплоспоживання у

						Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

т. ч. при застосуванні «чергового» опалення; режими функціонування системи опалення будівлі у години «чергового опалення»;

- визначення контрольних параметрів регулювання теплоспоживання (температура теплоносія, миттєве теплове навантаження, алгоритм регулювання);
- проведення тестової експлуатації системи.

Система побудована з використанням новітніх інформаційних технологій з каналами зв'язку через Internet, локальні власні мережі, або мережі мобільного зв'язку. Основною умовою для побудови системи є наявність на об'єкті теплового лічильника з цифровим виходом для зняття інформації.

Запровадження системи диспетчеризації надає можливість максимально заощаджувати на споживанні теплової енергії за рахунок узгодження дійсних потреб у тепловій енергії з її виробництвом у котельнях. Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії з переліком необхідного для цього обладнання зображена на рис 4.1.

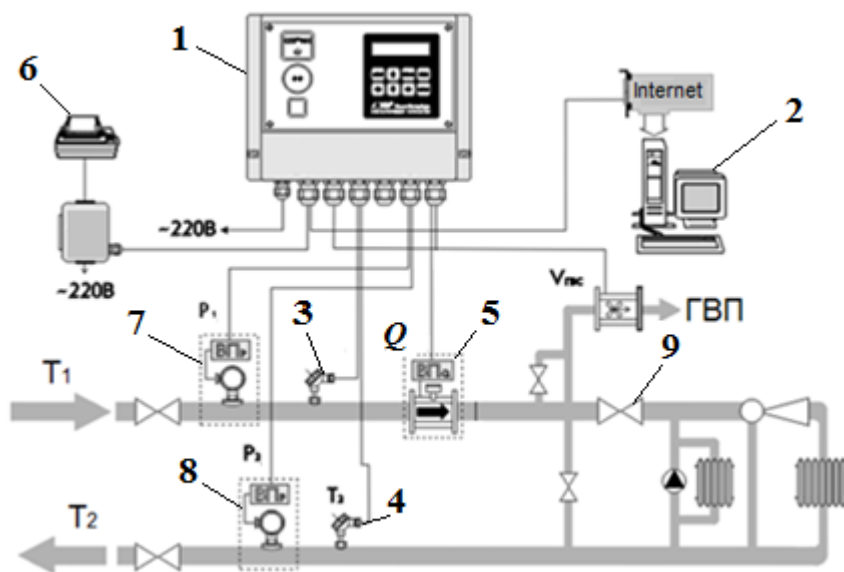


Рисунок 4.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.

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

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

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

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

- внутрішня температура приміщень $t_v = 22^{\circ}\text{C}$ (за вимогами температурного режиму [5, табл.В.2]);
- температура зовнішнього повітря $t_{з,п} = -25^{\circ}\text{C}$ [8].

						Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [9], Вт/м³·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 3.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (4.1)$$

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

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

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

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м²·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м²·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, м²·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}$ – опір теплопередачі вікон, м²·К/Вт (див. таблиця 3.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [9]:

$$Q_{\phi} = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_{\phi} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (4.2)$$

де V_{ϕ} – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, м³;

$t_{\text{в}}$ – температура в будівлі, °С;

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

					Аркуш
					42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

a – поправковий коефіцієнт, за розрахунком дорівнює 1,01 [9]:

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі за формулою (4.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{175,02}{692} \cdot \left(\frac{1}{0,92} + 0,26 \cdot \left(\frac{1}{0,42} - \frac{1}{0,92} \right) \right) + \frac{1}{6,44} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1,56} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,37} \right) \\ = 0,7 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за формулою (4.2):

$$Q_6 = 1,01 \cdot 0,71 \cdot 4456,48 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 148,1 \text{ кВт}$$

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

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{Q_6}{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.п}})} \cdot [(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.п}}) \cdot (n_{\text{оп}} - n_{\text{нр}}) + (t_{\text{черг}} - t_{\text{ср.п}}) \cdot n_{\text{нр}}] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} \quad (4.3)$$

де $t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ – осереднена температура по приміщеннях будівлі, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{з.п}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [8], $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ср.п}}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, $^{\circ}\text{C}$ [8];

$t_{\text{черг}}$ – чергова температура повітря у приміщенні у неробочий час (приймається як для житлових приміщень – $t_{\text{черг}} = 15^{\circ}\text{C}$);

$n_{\text{оп}}$ – кількість годин за відповідний період опалення;

$n_{\text{нр}}$ – кількість неробочих годин за опалювальний період (рік), год/рік:

$$n_{\text{нр}} = (n_{\text{оп}} - n_{\text{вих}}) \cdot (24 - n_{\text{р}}) + 24 \cdot n_{\text{вих}} \quad (4.4)$$

						Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де $n_{\text{вих}}$ – кількість вихідних та святкових днів за відповідний період опалення;

n_p – кількість годин за робочу добу коли не застосовується чергове опалення.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2020–2021 року (120 днів, 2880 год), при умові дотримання температурного режиму у системі теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (01.11.2020–28.02.2021) $-2,7^{\circ}\text{C}$ [10] буде становити за формулою (4.4):

$$n_{\text{нр}} = (120 - 39) \cdot (24 - 12) + 24 \cdot 39 = 1908 \text{ год}$$

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{148,1}{(22 - (-25))} \cdot [(22 - (-2,7)) \cdot (2880 - 1908) + (17 - (-2,7)) \cdot 1908] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 167 \text{ Гкал}$$

Розрахункова базова величина рівня теплоспоживання за період однієї доби коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія в умовах запровадження чергового опалення становить (3.3):

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{148,1}{(22 - (-25))} \cdot [(22 - 0) \cdot (24 - 12) + (17 - 0) \cdot 12] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 1,27 \text{ Гкал}$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1559,67 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2020–2021 рр. $Q_{\text{ф.оп}}=154,095$ Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

						Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$E_{\phi} = 154,095 \times 0,1 \times 1559,67 = 24033,74 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

Вартість всього комплексу обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу становить 30061,00 грн. з ПДВ.

Вартість робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить 5850,00 грн. з ПДВ.

Загальна сума всіх витрат складає $K = 35911,00$ грн. з ПДВ.

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

$$T_{\text{ок}}^{\phi} = \frac{K}{E_{\phi}} = \frac{35911}{15894,35} = 2,26 \text{ роки}$$

4.2.2 Встановлення припливно-витяжної установки з рекуперацією

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок, що вентиляція в незадовільному стані, теплові витрати через неї складають 37%, що є досить великим показником і призводить до більшого використання паливних ресурсів.

Для комфортного перебування в будинку необхідно установити припливно витяжну установку з рекуператором в тих кімнатах, де більшість часу перебувають діти і працівники дитячого садка.

Визначається масова витрата вентилязованого повітря, кг/с[14]:

$$m_{\text{в}} = V_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{п}} \quad (4.5)$$

де $\rho_{\text{п}}$ —густина повітря, що вентиляється за нормальних умов, кг/м³(для розрахунків береться $\rho_{\text{п}}=1,3$ кг/м³);

						Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

V_B —об'ємна витрата повітря, що вентилюється, $\text{м}^3/\text{с}$.

Тоді за формулою (4.5):

$$m_B = 0,77 \cdot 1,3 = 1 \text{ кг/с}$$

Визначається для природної вентиляції так:

$$V_B = 0,278 \cdot V_{\text{п}} \cdot k_V \cdot n_K \cdot 10^{-3} \quad (4.6)$$

де $V_{\text{п}}$ —внутрішній об'єм приміщення, м^3 ;

k_V —коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розміщення у ньому різного обладнання (береться $k_V = 0,85$ – $1,0$);

n_K —кратність повітрообміну приміщення, год^{-1} [14].

Тоді за формулою (4.6):

$$V_B = 0,278 \cdot 2173,5 \cdot 0,85 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,77 \text{ м}^3/\text{с}$$

Враховуючи розрахункові умови, що масові витрати і теплоємності витяжного та припливного повітря однакові та результати рівнянь теплового балансу, величина економії теплової енергії на опалення приміщення після запровадження технології рекуперації теплоти у системі вентиляції будівлі, кВт, визначається як [14]:

$$\Delta Q_{\text{рт}} = m_B \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_B - (t_{\text{з,п}} + \Delta t_{\text{р}})), \quad (4.7)$$

де t_B —температура витяжного повітря, $^{\circ}\text{C}$, як правило, дорівнює температурі повітря всередині приміщення, що вентилюється;

$t_{\text{з,п}}$ —розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

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

$c_{\text{п}}$ —питома масова ізобарна теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Тоді за формулою (4.7):

$$\Delta Q_{\text{рт}} = 1 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25 + 13)) = 34,17 \text{ кВт}$$

					Аркуш
					46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Річна економія на тепловтрати після встановлення системи рекуперації, кВт·год/рік [14]:

$$Q_{\text{рт}}^{\text{ЕК,рік}} = \Delta Q_{\text{рт}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.р}})} \cdot n_{\text{рр}} \cdot n_{\text{р.п}}, \quad (4.8)$$

де $\Delta Q_{\text{рт}}$ —величина економії теплової енергії від рекуперації теплоти, кВт;
 $t_{\text{ср.в}}$ —внутрішня температура приміщення будівлі (осереднена за робочими зонами), °С;

$t_{\text{ср.оп}}$ —середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{\text{з.р}}$ —розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$n_{\text{р.р.}}$ —тривалість періоду роботи системи рекуперації теплоти за добу, годин;

$n_{\text{р.п}}$ —тривалість робочого періоду у приміщенні за опалювальний рік, діб [14].

Тоді за формулою (4.8):

$$Q_{\text{рт}}^{\text{ЕК,рік}} = 34,17 \cdot \frac{(22 - (-1,4))}{(22 - (-25))} \cdot 12 \cdot 187 = 38175,6 \text{ кВт·год/рік} = 32,83 \text{ Гкал}$$

Після запровадження технології рекуперації теплоти у систему вентиляції загальна теплова потужність для будівлі становитиме, кВт:

$$\Delta Q = \Delta Q_0 - \Delta Q_{\text{рт}}, \quad (4.9)$$

де ΔQ_0 —теплова потужність будівлі до встановлення системи рекуперації, кВт.

Тоді за формулою (4.9):

$$\Delta Q = 202998,55 - 34170 = 168828,55 \text{ Вт}$$

Економія у грошовому еківаленті складає:

$$32,83 \text{ Гкал/рік} \cdot 1559,67 \text{ грн/Гкал} = 51203,96 \text{ грн}$$

Витрати:

Вартість придбання приточно-витяжної установки з рекуператором Gree ERV FHBQ-D30-M, складає 81337 грн [11].

Витрати на монтаж обладнання згідно [12] складають 5500 грн.

					Аркуш
					47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Таблиця 4.1 – Вартість матеріалів [13]

Найменування	Ціна	Кількість	Сума
Труба оцинкована	264 грн	80	21120 грн
Відведення 90° оцинковане	264 грн	12	3168 грн
Трійник	362 грн	20	7240 грн
Ніпель для стикування труб	128 грн	79	10112 грн

Отже загальна сума витрат складає:

$$K = 81337 + 5500 + 41640 = 128477,00 \text{ грн}$$

Простий термін окупності визначається як:

$$T_{\text{ок}} = \frac{128477,00}{51203,96} = 2,51 \text{ роки.}$$

Таблиця 4.2 – Економічний ефект на 7 років

Грошові потоки	Роки						
	1	2	3	4	5	6	7
Витрати, тис. грн.	-128477	0	0	0	0	0	0
Дисконовані витрати, тис. грн	- 105309,016 4	0	0	0	0	0	0
Грошові надходження, тис. грн	51204	51204	51204	51204	51204	51204	51204
Дисконтні грошові надходження, тис. грн.	41970,4918	34402	28198,39 5	23113,4389	18945,4417 2	15529,0505 9	12728,7299 9
Накопичені дисконтвані витрати, тис. грн.	- 105309,016 4	-63339	-28936,48	- 738,086674 6	22375,3522 3	41320,7939 5	56849,8445 4
Накопичені дисконтвані грошові надходження, тис. грн.	41970,4918	34402	28198,39 5	23113,4389	18945,4417 2	15529,0505 9	12728,7299 9
Різниця між накопиченими дисконтваніми витратами і накопиченими дисконтваніми надходженнями, тис. грн.	-6333 8,5246	-28936	-738,0867	22375,3522 3	41320,7939 5	56849,8445 4	69578,5745 4

$$NPV = 174888 - 128477 = 46411$$

						Аркуш
						48
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту.

У даному випадку NPV > 0 дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). В абсолютних величинах проект окупається менше ніж за 3 роки [24].

Розрахуємо індекс доходності PI:

$$PI = \frac{174888}{128477} = 1,36$$

Оскільки PI > 1, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). Із великою вірогідністю проект може бути реалізовано [24].

Дисконтований термін окупності розраховуємо відповідно до формули

$$PP = 1 + \frac{41970 - 128477}{-63338} = 2,4$$

4.2.3 Утеплення стін

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок, що велика кількість тепловтрат приходить на стіни, які складають значну частину огорожуючих конструкцій, а саме 21%. Тому утеплення дозволить зменшити витрати на опалювання дитячого саду і зменшить теплову потужність.

Для покращення стану зовнішніх стін і забезпечення нормативної теплопередачі 3,3 м²·К/Вт пропонується утеплити їх мінеральною ватою.

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару $\delta_{ут}$, м, для утеплення огорожувальної конструкції проводиться за такою формулою [14]:

$$\delta_{ут} = \left[R_{qmin} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ут} = [R_{qmin} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{ут}, \quad (4.10)$$

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

					Аркуш
					49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$\alpha_{в}, \alpha_{з}$ —коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), що беруть згідно з [2];

λ_{ip} —теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К)[2];

δ_i —товщина і-го шару конструкції, м;

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

R_{qmin} —мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, м² ·К/Вт [14].

0,93 – фактичний опір стіни див. таблиця 3.1.

Тоді за формулою(4.10):

$$\delta_{ут} = [3,3 - 0,93] \cdot 0,042 = 0,1 \text{ м}$$

Опір теплопередачі після утеплення [14]:

$$R_0 = \frac{0,1}{0,042} + 0,93 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тепловтрати через огорожувальну конструкцію будівлі, Вт, що потрібно утеплити, визначаються загальною формулою[14]:

$$Q_{огр} = F_{огр} / R_0 \cdot (t_{в} - t_{з.р}) \cdot n, \quad (4.10)$$

де $F_{огр}$ —розрахункова площа непрозорої огорожувальної конструкції за внутрішніми межами, м²;

R_0 —опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків $R_{\Sigma пр}$ або R_{qmin} , м²·°С/Вт

Тоді за формулою (4.10):

$$Q_{огр}^2 = \frac{1068,45}{3,3} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 15217,32 \text{ Вт}$$

Економія витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції, кВт [14]:

$$\Delta Q_{огр} = Q_{огр}^1 - Q_{огр}^2 \quad (4.11)$$

Де $Q_{огр}^1$ і $Q_{огр}^2$ —тепловтрати крізь огорожувальну конструкцію відповідно до утеплення та після утеплення, кВт.

					Аркуш
					50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Тоді за формулою (4.11):

$$\Delta Q_{\text{огр}} = 53996,94 - 15217,32 = 38779,62 \text{ Вт}$$

Визначення річної економії теплової енергії після впровадження заходу, кВт·год/рік [14]:

$$Q_{\text{огр}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{огр}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \quad (4.12)$$

де $t_{\text{ср.оп}}$ —середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С;

$n_{\text{оп}}$ —тривалість опалювального періоду, діб.

Тоді за формулою (4.12):

$$Q_{\text{огр}}^{\text{Ек.рік}} = 38779,62 \cdot \frac{(22 - (-1,4))}{(22 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 88534,88 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

$$= 76,14 \text{ Гкал}$$

Економія у грошовому еквіваленті складає:

$$76,14 \text{ Гкал/рік} \cdot 1559,67 \text{ грн/Гкал} = 118753,27 \text{ грн}$$

Таблиця 4.3 – Матеріали для утеплення стін

Найменування	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Базальтова вата BauGut Universel [15]	357 пачок	273,1	97496,7
Грунтовка глибокопроникаюча Polimin АС-7 Фасад-грунт 10 л [16]	22 каністри	179,9	3957,8

Суміш для приклеювання і армування Момент 25 кг [17]	257 мішків	155	39835
Дюбель для теплоізоляції з пластиковим цвяхом 10x160 мм [18]	86 пачок	133,7	11498,2
,Штукатурка Polimin ШЦ-2 25 к [19]	641 мішок	84,5	54164,5
Штукатурна сітка Masternet 145 [20]	22 рулона	630	13860
Фарба фасадна силіконова Farbex Expert Silicone fasad [21]	153 банки	165,1	25260,3

Витрати на роботи складають [22]:

$$K_{\text{роб}} = 360 \cdot 1068,45 = 384642 \text{ грн}$$

Отже загальна сума витрат складає:

$$K = 97496,7 + 3957,8 + 39835 + 11498,2 + 13860 + 54164,5 + 25260,3 + 384642 = 630714,5$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{630714,5}{118753,27} = 5,31 \text{ рік}$$

4.3 Висновок за розділом

В розділі були розраховані тепловтрати і теплонаходження будівлі, які показали, що найбільші тепловтрати приходяться на вентиляцію, а сама 37%. Також запропоновані і розраховані енергозберігаючі заходи такі як: автоматизована система моніторингу та короткотермінованого прогнозування теплоспоживання будівлею, установка припливно-витяжної установки з рекуперацією, утеплення стін базальтовою ватою. Ці заходи дозволили значно скор-

					Аркуш
					52
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

тити використання теплової енергії для опалювання будинку і дають змогу зекономити кошти. Терміни окупності заходів складають від 2,26 до 5,31 року, що є добрим показником.

						Аркуш
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі бакалавра було проведене енергетичне обстеження Сумського ДНЗ №31 «Ягідка». Були описані основні відомості і дійсний стан будівлі. Також описані експлуатаційні характеристики системи енергопостачання: опалення, електропостачання, водопостачання, вентиляції. Вентиляція будівлі природня, що свідчить про неконтрольований притік холодного повітря, що може значною мірою охолоджувати приміщення будівлі. Були вказані дійсні тарифи енергоносіїв і води, методи та прилади вимірювання, які використовувалися під час обстеження. В цілях економного вживання енергоресурсів можна провести захід для робітників закладку і дати рекомендації до економного вживання. Проведено аналіз теплограм на яких були виявлена підвищена температура зовнішньої поверхні стіни, особливо в кутових з'єднаннях, що свідчить про втрати стінами теплозахисних властивостей, відбуваються втрати тепла і крізь місця стіни де розташовані опалювальні прилади, що свідчить про значну втрату її опору внаслідок низького термічного опору стін.

Зібрана інформація щодо лімітів і фактичного споживання енергетичних ресурсів була наведена в таблицях і для точності і кращого порівняння на рисунках. Був проведений техніко-економічний аналіз, який показав, що фактичне споживання теплової енергії є більшим ніж нормативне. На стовірній діаграмі вартості споживання енергетичних ресурсів можна побачити, що найбільше коштів витрачається на опалення будівлі.

Були розраховані тепловтрати будівлі з яких можна зробити висновок, що найбільше вентиляція є джерелом найбільших втрат тепла. Також були запропоновані і розраховані енергозберігаючі заходи:

- Установлена система моніторингу;
- Установлена припливно витяжна установка з рекуператором;
- Утеплення стін.

						Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Ці заходи значно зменшать тепловтрати будівлі і споживання теплової енергії для опалення.

						Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до курсової роботи з курсу «Енергетичний аудит» на тему «Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем та систем водопостачання будівлі»/ укладачі: С.В.Сапожніков, С.С.Антоненко. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –46с.
2. Тепловізор FLUKE Ti25.[Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://masteram.com.ua/uk/thermal-imaging-camera-fluke-ti25/>
3. Фактори які впливають на наслідки ураження струмом. .[Електронний ресурс]. – Режим доступа:https://pidru4niki.com/10611207/bzhd/faktori_yaki_vplivayut_naslidok_urazhennya_elektrichnim_strumom
4. Фактори які впливають на наслідки ураження струмом.[Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4497493/page:65/>
5. Поняття електробезпеки. Заходи безпеки при роботі з електрообладнанням.[Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://normative.sumdu.edu.ua/posadovi-instruktsii.html/?task=getfile&tmpl=component&id=1e1c6d37-f606-eb11-86d7-d4856459ca35&kind=100>
6. Про затвердження між галузевих норм споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. .[Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00#Text>
7. Рішення виконавчого комітету Сумської Міської Ради «Про затвердження норм водопостачання для споживачів м.Суми з міського водогону» від 20.04.99 № 172. – Суми. – 1999. –7с.
8. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
9. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
10. Погода [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах.

						Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

11. Припливно-витяжна установка з рекуператором Gree ERV FHBQ-D30-K[Електронний ресурс]. – Режим доступа:

<https://climatinvest.net/p80980872-pritochno-vytyazhnaya-ustanovka.html>

12. Прайс на послуги монтажних і настановних робіт. Кондиціонування та вентиляція. [Електронний ресурс]. – Режим доступа:

<https://gree-climat.com.ua/uslugi/montazh/>

13. TinCraft – Інтернет магазин виробів зі сталі. [Електронний ресурс]. -
– Режим доступа: <https://tincraft.com.ua/>

14. 3986 МЕТОДИЧНІВКАЗІВКИ до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів»із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд»для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. [Електронний ресурс]. – Режим доступа:

<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AA9%5FOMT8bIjQbVY&cid=C3EF02833401F58F&id=C3EF02833401F58F%212191&parId=C3EF02833401F58F%21954&o=OneUp>

15. Епіцентр. Базальтова вата BauGut Universell. [Електронний ресурс]. -
– Режим доступа: <https://epicentrk.ua/shop/bazaltovaya-vata-baugut-universell-30-100-mm-3-kv-m.html>

16. Епіцентр. Грунтовка глибокопроникаюча Polimin AC-7. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://epicentrk.ua/shop/gruntovka-glubokopronikayushchaya-polimin-as-7-fasad-grunt-10l.html>

17. Епіцентр. Суміш для приклеювання та армування Момент. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://epicentrk.ua/shop/smes-dlya-prikleivaniya-i-armirovaniya-pps-moment-25kg.html>

18. Епіцентр. Дюбель для теплоізоляції. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://epicentrk.ua/shop/dyubel-dlya-teploizolyatsii-s-plastikovym-gvozdem-10x160-mm-100-sht.html>

						Аркуш
						57
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

19. Епіцентр. Штукатурка Polimin. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/shop/shtukaturka-polimin-shits-2-25kg.html>

20. Rozetka. Штукатурна сітка Masternet. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/212403931/p212403931/>

21. Епіцентр. Фарба фасадна силікована Farbex Expert Silicone fasad. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/shop/kraska-fasadnaya-silikonovaya-farbex-expert-silicone-fasad-mat-belyy-1-4-kg.html>

22. Ціна утеплення фасадів будинків, квартир. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kievrem.com.ua/price/uteplenie-fasadov-cena/>

23. 3711 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AA9%5FOMT8bIjQbVY&cid=C3EF02833401F58F&id=C3EF02833401F58F%21934&parId=C3EF02833401F58F%21929&o=OneUp>

24. 3517 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання економічної частини дипломних проектів для студентів спеціальності 7. 05060105 «Енергетичний менеджмент». [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AA9%5FOMT8bIjQbVY&cid=C3EF02833401F58F&id=C3EF02833401F58F%211484&parId=C3EF02833401F58F%21924&o=OneUp>

						Аркуш
						58
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ФАКТОРИ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ НАСЛІДКИ УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИ СТРУМОМ ЛЮДИНИ. ВИДИ УРАЖЕНЬ.

Тяжкість електротравми визначається впливом факторів:

- електричного характеру — величина напруги, сила струму, вид струму (постійний чи змінний), частота при змінному струмі;
- неелектричного характеру — тривалість дії електроструму;
- навколишнього середовища — температура, тиск, вологість повітря;
- шляху протікання струму через тіло людини. У разі ураження людини електричним струмом основним уражуючим фактором є сила струму, що проходить через тіло людини. При цьому ступінь негативного впливу на організм людини збільшується із зростанням струму. За характером дії струм оцінюють так, як наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Відчуття при ураженні струмом

Струм, мА	Характер дії	
	Змінний струм	Постійний струм
0,6-1,5	Початок відчуття, легке тремтіння пальців рук.	Не відчувається.
2-3	Сильне тремтіння пальців рук.	Не відчувається.
5-7	Судорги в руках.	Свербіння. Відчуття нагріву.
8-10	Руки з зусиллям, але можна відірвати від електродів, сильний біль у пальцях і кистях рук.	Підсилений нагрів.

20-25	Параліч рук, відірвати їх від електрода неможливо. Дуже сильний біль. Дихання затруднене.	Надто сильний нагрів. Незначне скорочення м'язів рук.
50-80	Зупинка дихання. Початок фібриляції.	Скорочення м'язів. Судорги, затруднене дихання.

На основі даних наведених в цій таблиці можна виокремити декілька характерних видів струму.

Відчутний струм — малий струм, який людина починає відчувати: в середньому близько 1,1 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і близько 6 мА при постійному струмі. Ця дія обмежується при змінному струмі слабким свербіжем і легким пощипуванням (поколюванням), а при постійному струмі — відчуттям нагріву шкіри на ділянці, що доторкується до струмовідних частин. Найменше значення відчутного струму називається пороговим відчутним струмом.

Невідпускаючий струм — струм, що викликає в разі проходження через тіло людини непереборні судорожні скорочення м'язів руки, в якій затиснутий провідник, а його найменше значення називається пороговим невідпускаючим струмом. При змінному струмі (50 Гц) величина цього струму перебуває в межах 20—25 А, При постійному струмі невідпускаючих струмів, власне кажучи, немає, оскільки при певних значеннях струму людина може самостійно розтиснути руку, в якій затиснутий провідник, і таким чином відірватися від струмовідної частини.

Однак в момент відриву виникають болісні скорочення м'язів, аналогічні за характером і больовим відчуттям тим, які спостерігаються при змінному струмі. Сила струму становить приблизно 50—80 мА. Цей струм і прийнято умовно за поріг невідпускаючих струмів при постійній напрузі.

Фібриляційний струм. Змінний (50 Гц) струм 50 мА і більше, проходячи через тіло людини по шляху "рука — рука" або "рука — ноги", діє як подразник на м'язи серця, що розташовані глибоко в грудях. Це небезпечно для життя людини, оскільки через 1—3 с з моменту замикання кола через людину може настати фібриляція або зупинка серця. При цьому припиняється кровообіг і, відповідно, в організмі виникає нестача кисню; це, в свою чергу, швидко призводить до припинення дихання, тобто наступає смерть.

Електричний струм, який викликає фібриляцію серця, називається фібриляційним струмом, а найменше його значення — пороговим фібриляційним струмом. За частоти 50 Гц фібриляційними є струми в межах від 50 мА до 5 А, а середнє значення порогового фібриляційного струму — близько 100 мА. При постійному струмі середнім значенням порогового фібриляційного струму можна вважати 300 мА, а верхнім 5 А.

Струм понад 5 А, як постійний, так і змінний, викликає раптову зупинку серця, минаючи стан фібриляції. Водночас із зупинкою серця виникає і параліч дихання, причому після швидкого відключення струму дихання, як правило, самостійно не відновлюється.

Безпечним струмом можна вважати такий струм, який протягом тривалого часу (декілька годин) може проходити через людину, не завдаючи їй шкоди і не викликаючи ніяких відчуттів, і який набагато менший порогового відчутного струму. Точні значення безпечного струму не встановлені, але для практичних цілей його найбільше значення можна, певно, вважати рівним 50—75 мкА при змінному струмі промислової частоти (50 Гц) і 100—125 мкА — при постійному струмі. Із порівняння значень порогових струмів, наведених у таблиці, можна зробити висновок, що постійний струм менш небезпечний (в 4—5 разів), ніж змінний. Але все це справедливо лише для відносно невисоких напруг — до 250—300 В. За більш високих напруг небезпека ураження постійним струмом зростає. Вважається, що за напруги 500 В їх дія

вирівнюється, а в разі більш високих напруг постійний струм стає більш небезпечним, ніж змінний частотою 50 Гц [3].

Дія на людину змінного струму залежить від його частоти.

Через наявність в опорі тіла людини ємнісної складової збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла і збільшенням струму, який проходить через людину, що, в свою чергу, підвищує небезпеку ураження. Здавалося б, що в разі збільшення частоти ця небезпека має підвищуватися, але насправді виявилось, що це припущення справедливе лише в діапазоні частот до 50 Гц. Подальше підвищення частоти, незважаючи на зростання струму, що проходить через тіло людини, супроводжується зниженням небезпеки ураження, яка зникає при частоті 450—500 кГц. Правда, ці струми зберігають небезпеку опіків як у разі виникнення електричної дуги, так і в разі проходження їх безпосередньо через людину.

Електрична напруга також впливає на наслідок ураження людини, але лише тією мірою, в якій її величина визначає силу струму, що проходить через тіло людини. Із зростанням напруги, прикладеної до тіла людини, опір шкіри зменшується в десятки разів, відповідно зменшується і опір тіла в цілому; він наближається до опору внутрішніх органів тканин тіла, тобто до свого найменшого значення (300—500 Ом). Пробій рогового шару шкіри відбувається за напруги 50—200 В.

Аналіз нещасних випадків внаслідок дії електричного струму на людей показує, що тривалість проходження струму через організм істотно впливає на наслідок ураження: чим триваліша дія струму, тим більша вірогідність тяжкого або смертельного наслідку. Така залежність пояснюється тим, що із збільшенням часу дії електричного струму опір тіла зменшується, а сила струму істотно збільшується. Крім того, з часом виснажуються сили організму, що протистоять дії на нього електрики.

Наслідки дії струму на організм проявляються в порушенні функцій центральної нервової системи, зміною складу крові, місцевим руйнуванням

тканин організму під впливом теплоти, яка виділяється, порушенням роботи серця, легень тощо.

Суттєвим для наслідків ураження є шлях проходження струму. Так, якщо на шляху струму опиняються життєво важливі органи — серце, легені, головний мозок, то небезпека ураження дуже висока, оскільки струм безпосередньо діє на ці органи.

Якщо ж струм проходить іншими шляхами, то його дія на життєво важливі органи може бути лише рефлекторною, а не безпосередньою. Можливих шляхів проходження струму в тілі людини дуже багато, але характерними, які частіше зустрічаються на практиці, є не більше як 15 петель. Найбільш поширені з них — "рука — рука", "права рука — ноги", "ліва рука — ноги". Найбільш небезпечними є петлі "голова — руки" та "голова — ноги", коли струм може проходити через головний і спинний мозок. Але ці петлі на практиці виникають відносно рідко. Наступний по небезпеці шлях — "права рука — ноги", який по частоті утворення займає друге місце. Найменш небезпечний шлях — "нога — нога", який виникає під час дії на людину так званої напруги кроку. Напруга кроку навіть відносно невеликих значень (50—80 В) викликає мимовільні судорожні скорочення м'язів ніг і як наслідок — падіння людини на землю. В цей момент припиняється вплив на людину напруги кроку і виникає більш тяжка ситуація: замість нижньої петлі в тілі людини утворюється новий більш небезпечний шлях, як правило, від рук до ніг. Оскільки в такому положенні людина доторкається одночасно точок землі, віддалених одна від одної на відстань, що перевищує довжину кроку, напруга, що діє на неї, як правило, більша за напругу кроку. Як результат, створюється загроза смертельного ураження.

Тяжкість електротравми залежить також від температури, вологості і тиску повітря. Зі збільшенням температури і вологості зменшується загальний опір тіла людини, зі збільшенням атмосферного тиску небезпека ураження зменшується.

Для практичних розрахунків з електробезпеки береться опір тіла людини 1000 Ом. Але ця величина не постійна для кожної людини і залежить від її психофізичного стану. Опір цілком здорових і фізично міцних людей в багато разів перевищує розрахункове значення.

Електричний опір тіла людини - змінна величина, яка має нелінійну залежність від багатьох факторів, в тому числі від стану шкіри, параметрів електричного кола, фізіологічних факторів та стану навколишнього середовища. Головним опором в колі струму, що проходить крізь тіло людини, є верхній роговий шар шкіри (епідерміс), товщина якого складає 0,05...0.2 мм. При сухій непошкодженій та чистій шкірі опір тіла людини коливається від 3000 до 100 000 Ом, а іноді й більше. При пошкодженому роговому шарі шкіри опір внутрішніх тканин зменшується від 700 до 500 і навіть до 300 Ом.

Електричний опір людини еквівалентний сумарному опору кількох елементів, що включені послідовно: тіло людини $r_{Т.Л}$, одягу (при торканні ділянки тіла, що захищено одягом) $r_{од}$, взуття $r_{вз}$ та опорної поверхні ніг $r_{Н}$, Ом:

$$R_{л} = r_{Т.Л} + r_{од} + r_{вз} + r_{Н}$$

Із рівняння можна зробити висновок: велике значення мають ізоляційні властивості підлоги та взуття для забезпечення безпеки людей від ураження струмом.

Індивідуальні особливості людини відіграють помітну роль у наслідку ураження.

Встановлено, що здорові та фізично витривалі люди легше переносять електричний удар, ніж хворі та слабкі. Опір тіла людини зменшується при алкогольному сп'янінні, а також у людей, що страждають хворобами шкіри, легенів, серцево-судинними, нервовими хворобами та ін. Небезпека електротравми також значно підвищується через перевтому, наслідком якої є розсіяність уваги, порушення координації рухів і зниження швидкості реакції. Як доводить статистика, кількість уражень в кінці зміни та понаднормовий час зростає. Таким чином, опір тіла людини є змінною величиною, яка залежить

від фізіологічних Факторів, стану здоров'я, психічного стан. Тому правила техніки безпеки передбачають відбір за станом здоров'я персоналу для обслуговування діючого електроустаткування. Для цього проводиться медичний огляд.

Крім того, правила техніки безпеки дозволяють залучати до обслуговування електроустаткування тільки дорослих, які мають певні знання у галузі електробезпеки, що відповідають об'єму та умовам виконуваних робіт. При проведенні різних розрахунків по забезпеченню електробезпеки умовно приймають нормативний опір тіла людини $R_{\text{л}} = 1000 \text{ Ом}$.

Шлях струму у тілі людини помітно впливає на нагідок ураження, небезпека якого особливо велика, якщо він проходить через життєво важливі органи: серце, легені, головний мозок. Оскільки шлях струму залежить також від опору шкіри на різних ділянках тіла та ділянок, якими потерпілий торкається струмоведучих частин, його вплив на наслідок ураження може бути різним. В тілі людини струм проходить не по найкоротшій відстані між електродами, а рухається, головним чином, уздовж потоку тканинної рідини кров'яних та лімфатичних судин і оболонки нервових стволів, що мають найбільшу електропровідність.

У тілі людини шлях струму називають петлями струму і їх дуже багато. Найчастіше зустрічаються: права рука - ноги, ліва рука - ноги, рука - рука, нога - нога. Небезпеку тієї чи іншої петлі струму можна оцінювати по важкості ураження, а також за значенням струму, що проходить крізь серце при даній петлі.

Тривалість дії струму, як і сила струму - головний фактор, що визначає наслідок електротравми. Збільшення тривалості впливу струму на людину поглиблює важкість ураження через зниження опору тіла за рахунок зволоження шкіри потом і відповідно збільшення струму, що проходить крізь неї, - виснаженню захисних сил організму, які протидіють впливу електричного струму. Чим більший час людина буде знаходитися під дією електричного

струму, тим можливіший важкий або смертельний наслідок. Швидке відключення невідпускаючого струму дозволяє попередити порушення дихання та роботи серця. Ще важливіша тривалість протікання крізь людину фібриляційних струмів. Чим менший час протікання, тим вище значення порогового фібриляційного струму.

Стан навколишнього середовища часто буває визначальним при ураженні електричним струмом. У вологих приміщеннях з високою температурою умови для забезпечення електробезпеки несприятливі, тому що при цьому терморегуляція організму людини здійснюється, в основному, за допомогою потовиділення, а це приводить до зменшення опору тіла людини. Струмopовідний пил підвищує можливість випадкового електричного контакту людини з токоведучими частинами і землею. Тому необхідно створювати такі санітарно-гігієнічні умови на робочих місцях, які б забезпечили високий рівень електробезпеки.

Вплив стану навколишнього середовища ураховується класифікацією приміщення (ПУЕ) і умовами праці з небезпеки ураження електричним струмом [4].

Ніяку напругу не можна визнати повністю безпечною. Так, наприклад, автомобільний акумулятор має напругу 12 – 15 В і не викликає ураження електричним струмом при дотику (струм через тіло людини менше порогового відчутного струму). Але при випадковому замиканні клем акумулятора виникає потужна дуга, здатна сильно обпекти шкіру або сітківку очей. Також можливі механічні травми (людина інстинктивно відсажується від дуги і може невдало впасти). Точно так людина інстинктивно відсажується при дотику до мережі тимчасового освітлення (при напрузі 36 В, струм вже відчувається), що загрожує падінням з висоти, навіть якщо струм, що протікає через тіло невеликий, і не міг би викликати ураження сам по собі. Таким чином, яка завгодно напруга є небезпечним фактором, і вимагає проведення певних заходів для захисту людини від ураження електричним струмом.

Під електробезпекою розуміється система організаційних і технічних заходів щодо захисту людини від дії вражаючих факторів електричного струму.

Організаційними заходами, якими досягається захист людини від дії електричного струму, є проведення відповідних інструктажів та роз'яснювальної роботи з електробезпеки.

Технічними заходами, якими досягається захист людини від дії електричного струму, є: – електрична ізоляція, її контроль і профілактика пошкодження; – захист від випадкового дотику до струмоведучих частин; – захисне заземлення, занулення, зрівнювання електричних потенціалів; – захисне відключення; – застосування наднизької (безпечної) напруги; – захист від небезпеки при переході з вищого класу напруги на нижчий; – електричне розділення кіл; – встановлення відповідних знаків безпеки та захисних огорожень; – застосування індивідуальних захисних засобів.

При користуванні будь-яким електричним обладнанням (приладом, апаратом тощо) необхідно завжди твердо пам'ятати про те, що невміле поводження з ним, несправний стан електропроводки або самого обладнання, недотримання певних заходів обережності може призвести до ураження електричним струмом. Крім того, несправності електропроводки і електрообладнання можуть стати причиною загоряння проводів і виникнення пожеж.

Для запобігання ураженню електричним струмом при експлуатації електрообладнання необхідно під час експлуатації звертати увагу на його стан, режим роботи, використання засобів індивідуального захисту.

Захист електрообладнання. Електропроводка та електрообладнання повинні мати справний захист від коротких замикань, тобто від зіткнення оголених частин проводів і струмоведучих частин обладнання між собою. Цей захист здійснюється зазвичай запобіжниками чи автоматичними вимикачами. У разі перегорання запобіжника, так само як і виходу з ладу автоматичного ви-

микача, його слід замінити новим того ж номіналу (по струму). Не допускається застосовувати замість пробкових запобіжників промислового виробництва запобіжники самостійного виготовлення (так звані «жучки»).

Справність ізоляції та проводів. Стара або пошкоджена ізоляція електричних проводів може бути причиною пожежі, нещасного випадку і витoku електроенергії. Тому, щоб уникнути пошкодження ізоляції і виникнення коротких замикань, не допускається заземляти електричні дроти дверима, віконними рамами, закріплювати дроти на цвяхах, відтягувати їх мотузкою або дротом. Неприпустимо також заклеювати дроти шпалерами, папером, закривати драпіруванням, килимами, прокладати дроти або закладати шнури до переносних електроприладів за батареї парового або водяного опалення, щоб уникнути передчасного висихання ізоляції. З тих же причин не слід допускати безпосереднього торкання електричних проводів з трубами опалення, водопроводу, з газопроводами, телефонними та радіотрансляційними проводами.

У разі унеможливлення здійснення цього, у таких місцях на електричні дроти повинна бути накладена додаткова ізоляція або надіті гумові трубки. Необхідно завжди пам'ятати, що дотик до оголених струмоведучих проводів, так само як і до несправних і пошкоджених апаратів, приладів, електроарматури, становить небезпеку для життя. При користуванні оргтехнікою, переносними лампами або електричними приладами слід уважно стежити за станом шнурів, що з'єднують прилад зі штепсельною вилкою. Не можна допускати перекручування шнуру, вузлів на ньому, надмірного зносу обплетення і ізоляції, а також оголення струмоведучих жил та з'єднання (замикання) їх на металевий корпус арматури. Якщо вилка погано тримається в розетці або нагрівається внаслідок поганого контакту, іскрить, потріскує, необхідно припинити користуватися аварійним приладом і доповісти керівнику. Необхідно також регулярно перевіряти місця виходу шнура з штепсельної вилки, тобто там, де найбільш часто перетирається ізоляція і замикаються дроти. Оголені місця шнура або дроту слід акуратно покрити кількома шарами ізоляційної

стрічки, але ні в якому разі не обмотувати тканиною або папером, як це іноді робиться. Електрична арматура (корпуси та елементи електроприладів).

Необхідно звертати увагу на стан електричної арматури і підтримувати її завжди в справному стані. Захисні кришки вимикачів та іншої арматури повинні бути завжди на місці. Проводка до вимикачів і штепсельних розеток повинна бути змонтована надійно. При користуванні будь-яким переносним електроприладом з металевим корпусом або переносною лампою, щоб уникнути небезпеки, не слід одночасно торкатися будь-яких заземлених частин, наприклад, батарей опалення, різних трубопроводів – з одного боку, і корпусу приладу – з іншого, оскільки це може призвести до ураження електричним струмом.

Освітлювальні прилади. Електричні лампи розжарювання, які виділяють при роботі значну кількість тепла, не повинні торкатися будь-яких горючих матеріалів. Підвісні лампи, щоб уникнути розриву ізоляції проводів, не дозволяється підвішувати на струмоведучі дроти, якщо це не передбачено конструкцією. При заміні перегорілих електричних ламп розжарювання необхідно дотримуватися таких заходів: – замінювати лампу тільки при відключеному положенні вимикача; – не торкатися металевого цоколя лампи при її установці, оскільки навіть при відключеному вимикачі в патроні лампи зберігається небезпечна для життя напруга; – не торкатися освітлювальної арматури мокрими руками, особливо в сирих приміщеннях; – не дивитися на лампу в момент включення, оскільки вона може вибухнути.

Електронагрівальні прилади. Електронагрівальні прилади необхідно застосовувати тільки заводського виготовлення. Перед першим підключенням якогось нагрівального чи іншого переносного приладу необхідно перевірити, чи відповідає напруга, вказана на табличці (щитку), напрузі мережі. Невідповідність напруги може призвести до швидкого перегорання нагрівального елемента. Не допускається підключати в одну розетку більше одного

електронагрівального приладу або прожектора. Заповнення водою електро-нагрівальних приладів, чайників, каструль, кавників та інших ємностей слід проводити при відключеному приладі, щоб уникнути ураження струмом через одночасну зв'язку з землею (через кран) і корпусом електроприладу. Кип'ятильники (нагрівачі для води), призначені для опускання в посудину, не можна включати перш, ніж вони будуть опущені у воду. Відключення кип'ятильника проводиться раніше, ніж він виймається з води. Недотримання цього правила тягне за собою перегорання нагрівальних елементів і псування самих приладів.

Електричні плитки та інші нагрівальні прилади повинні встановлюватися тільки на вогнестійкі підставки (керамічні, металеві або азбоцементні). Не допускається установлювати нагрівальні прилади близько до легкозайми-стих предметів – завісок, порт'єр, скатертин тощо, або ставити їх безпосе-редньо на дерев'яні столи, підставки. Не допускається сушити безпосередньо на корпусах нагрівальних приладів одяг і взуття – це може призвести до по-жежі. Слід користуватися приладами закритого типу, де нагрівач поміщений в спеціальну захисну оболонку, яка оберігає спіраль від механічних пошкод-жень. Користування приладами закритого типу більш безпечне, оскільки в них виключається можливість дотику до нагрівального елемента.

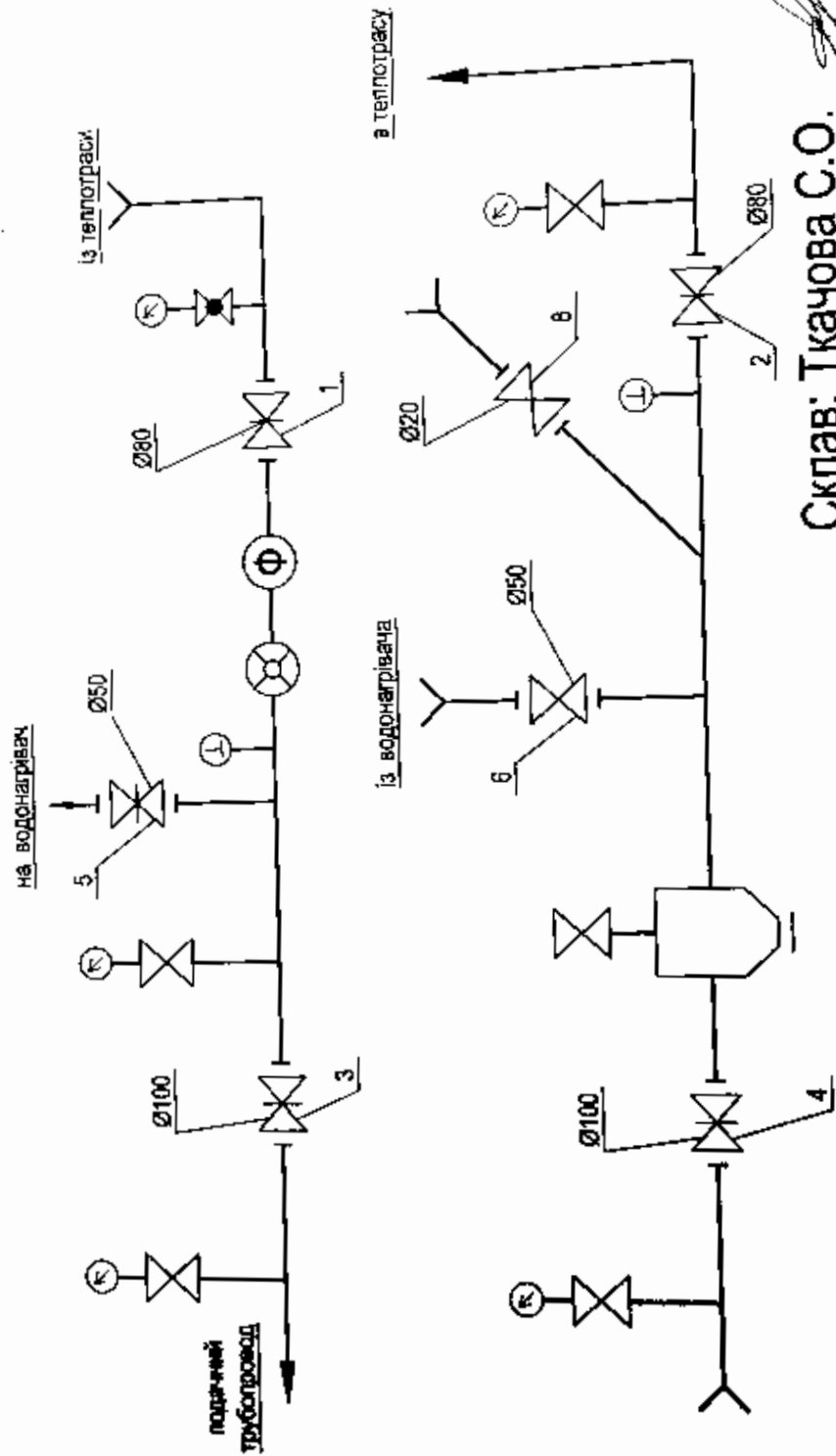
При користуванні електричними приладами неприпустимо залишати їх без нагляду. Включення і відключення нагрівальних та інших переносних електроприладів в штепсельні розетки слід здійснювати з допомогою штеп-сельної вилки, беручи її за ізольовану частину – колодку. Витягати вилку з розетки за шнур неприпустимо, щоб уникнути обриву шнуру або оголення й замикання проводів [5].

ДОДАТОК Б

Схема теплового пункту ДНЗ №31

**Схема теплового пункту
ДНЗ №31 "Ягідка"**

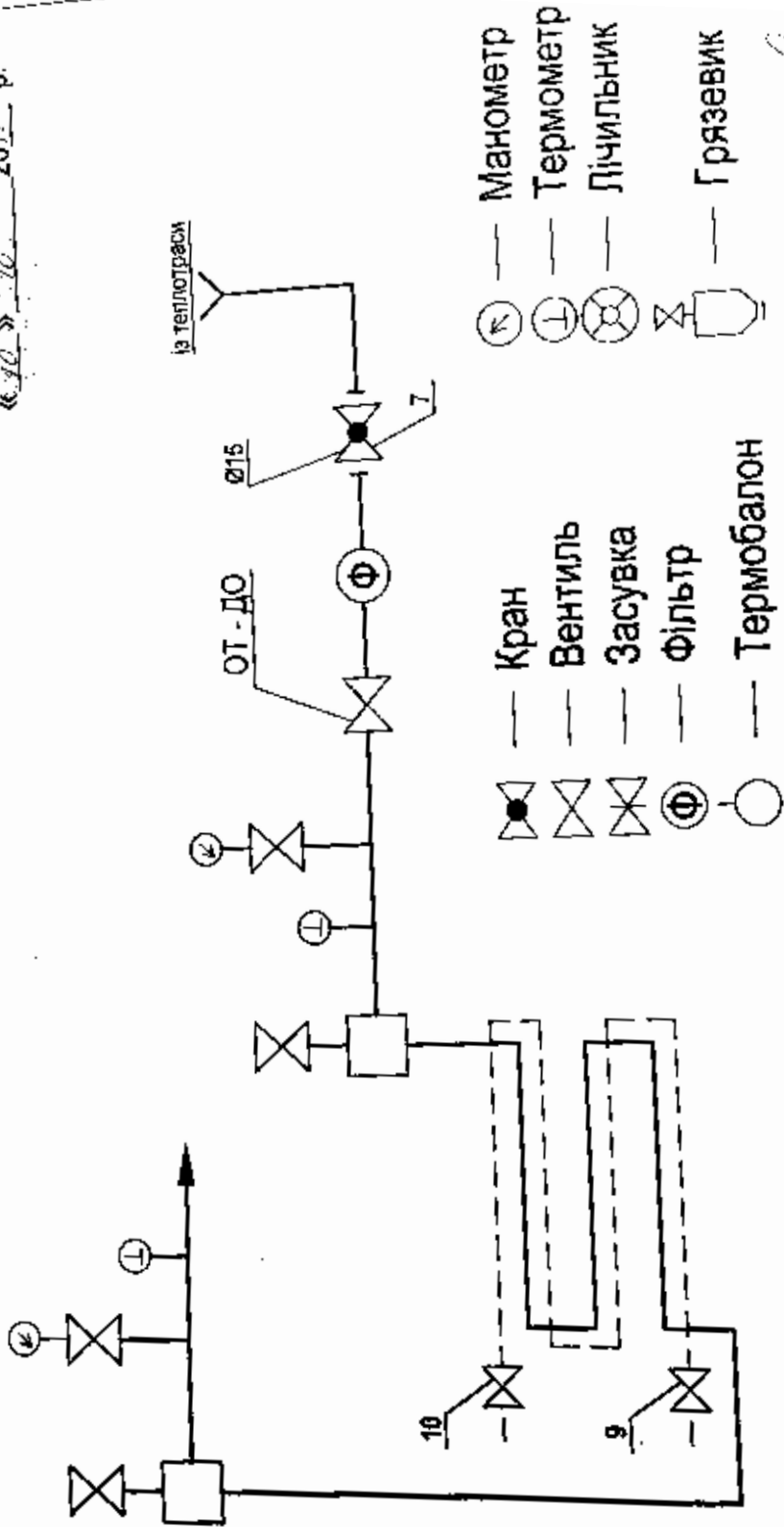
ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. ДНЗ №31 "Ягідка"
П.О. Шевченко
« 10 » _____ 2012 р.



Склад: Ткачова С.О.

Схема водонагрівача у тепlopункті ДНЗ №31 "Ягідка"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. ДНЗ №31 "Ягідка"
П.О. Шевченко
« 10 » 10 2012 р.

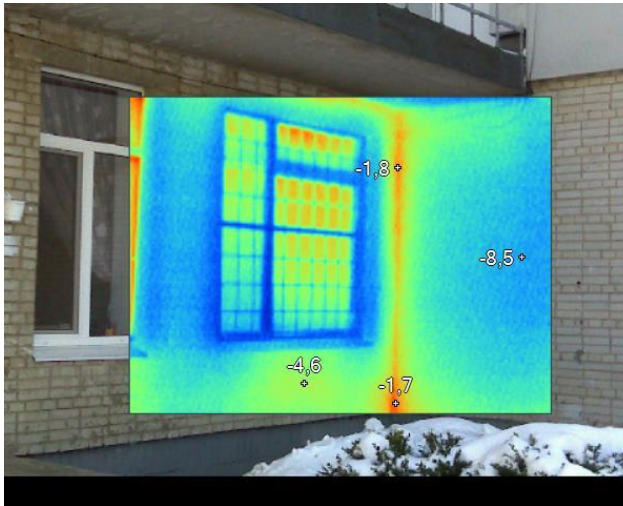


Склад: Ткачова С.О.

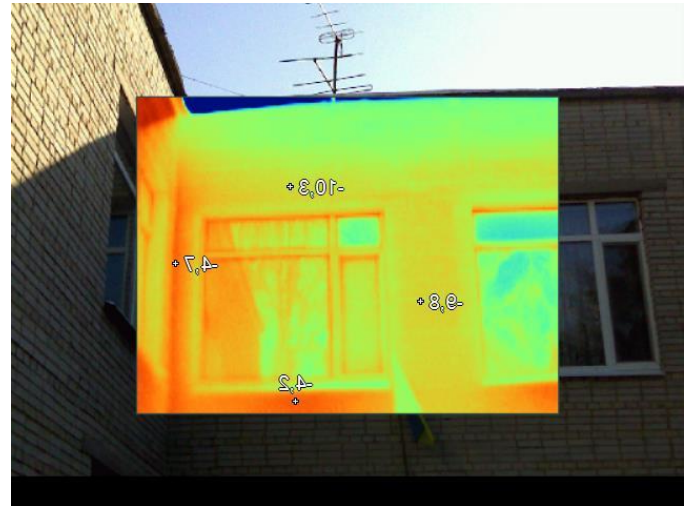
ДОДАТОК В

Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №31)

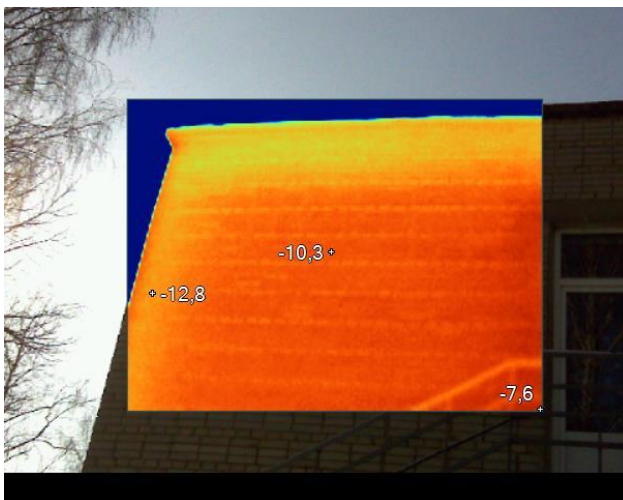
Зовнішні стіни



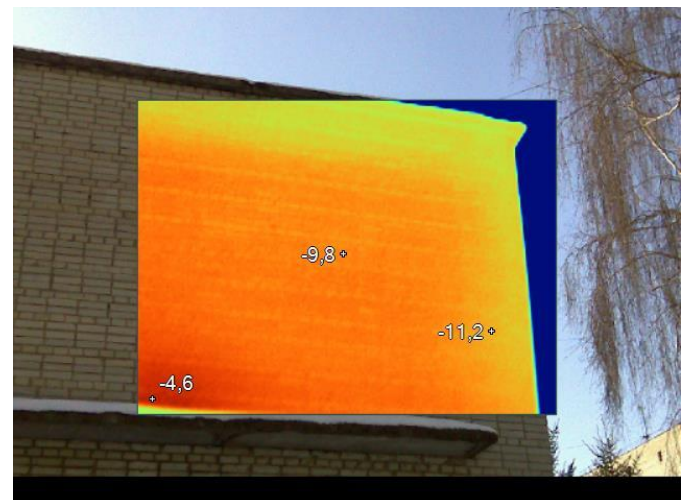
A)



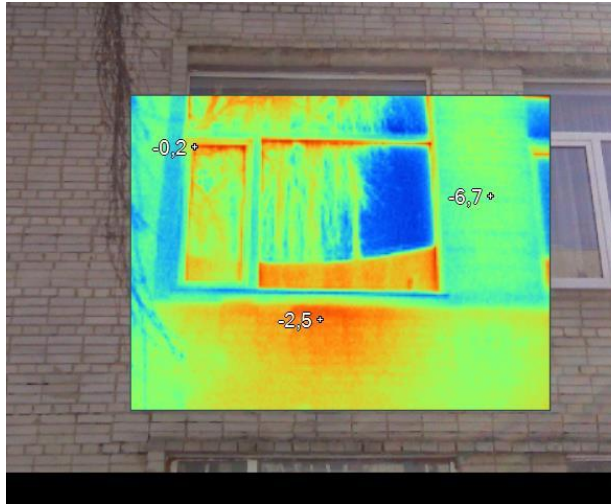
Б)



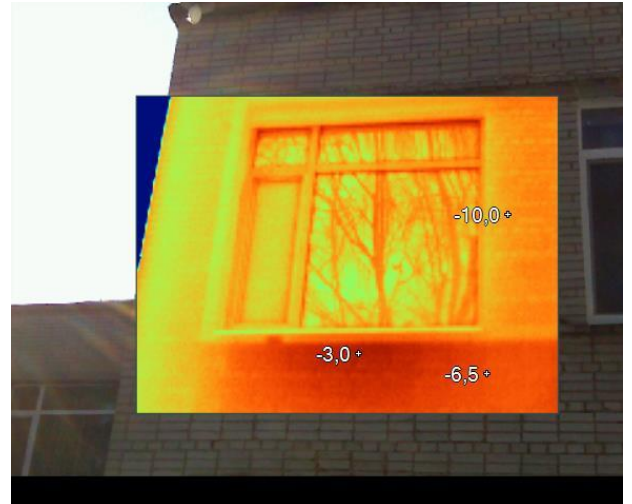
В)



Г)



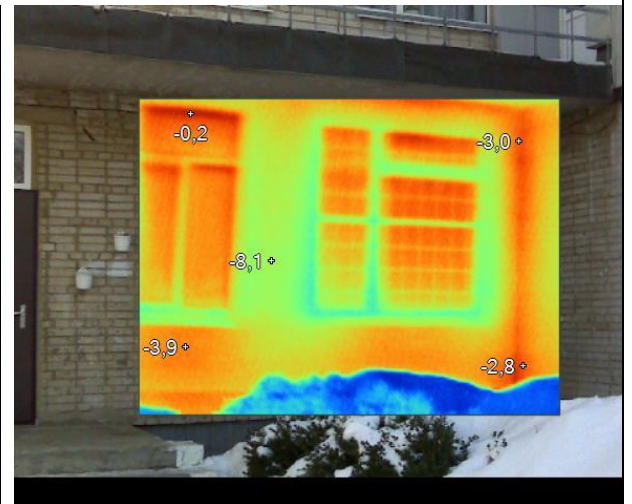
Д)



Е)



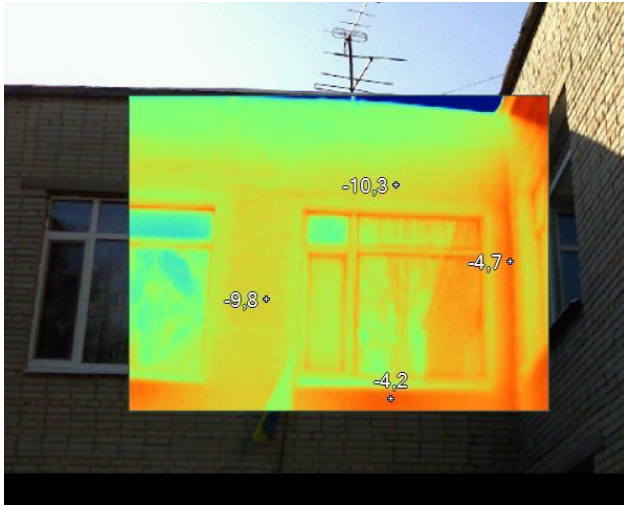
Є)



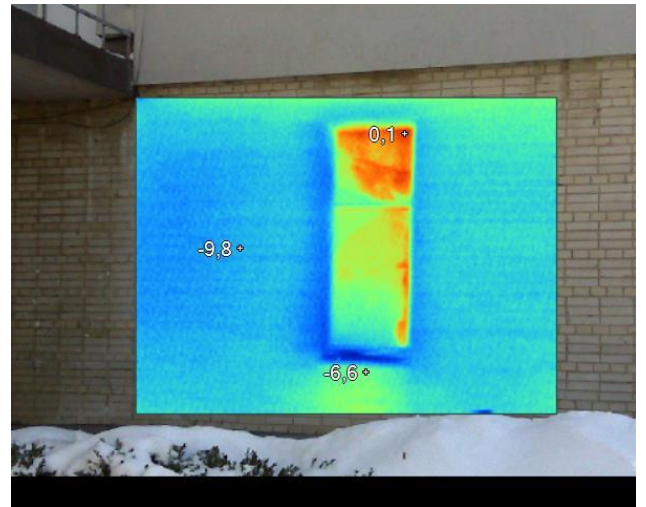
Ж)

А,Б) - підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо в кутовому з'єднанні стіни) свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей; В,Г) - Втрати тепла з приміщення відбуваються через пошкоджені ділянки стін з відповідною втратою опору теплопередачі; Д,Е) - Відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення, що свідчить про значну втрату її опору теплопередачі внаслідок низького термічного опору стін; Є,Ж) - Кутові елементи стінових конструкцій є джерелом втрат теплової енергії внаслідок їх часткової руйнації та зволоження;

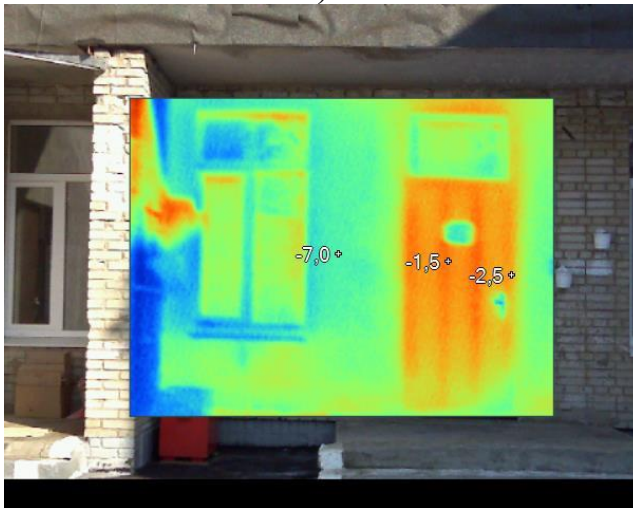
Вікна і двері



З)



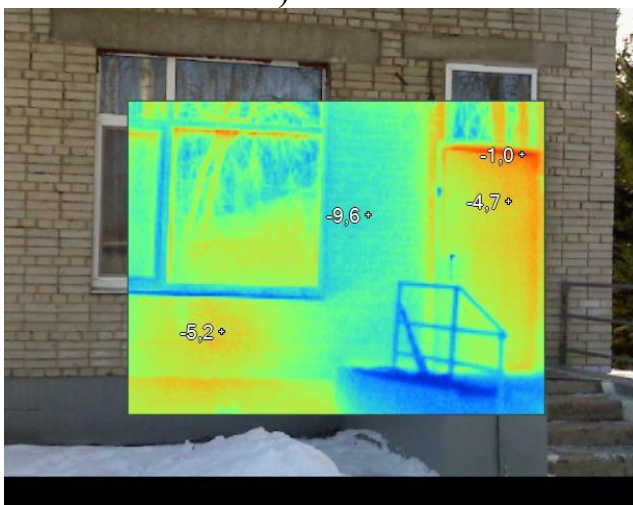
Д)



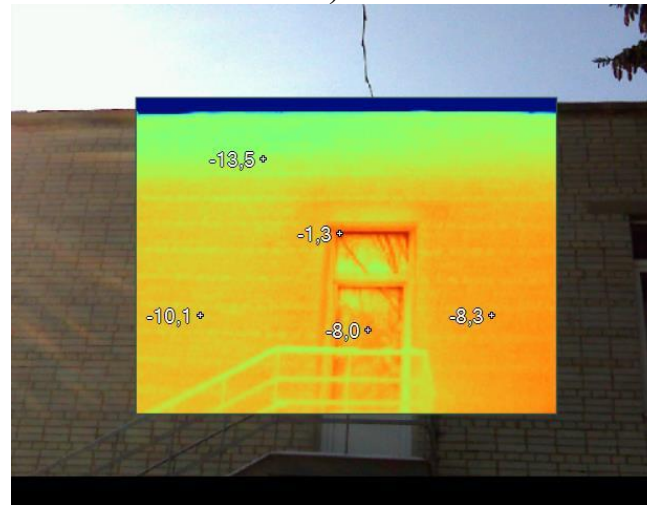
Є)



Ж)



З)



И)

З,І) - Вікна є джерелами тепловтрат через їх неякісний монтаж і низький рівень опору теплопередачі площі скління; Ї,Й,К,Л) - зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору щодо запобігання тепловим втратам з середини приміщень.

Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщень, а саме:

- підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про значну втрату стінами теплозахисних властивостей;
- відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення.
- втрати від вікон через їх низький опір та неякісний монтаж.
- зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору ,що призводить до тепловтрат з середини приміщень.