

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: Аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради

Напрямок підготовки 144 «Теплоенергетика»  
За фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Вишенський М. М.

\_\_\_\_\_  
(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.

Секретар комісії \_\_\_\_\_

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

Суми 2020

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки

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

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

Вишенський Максим Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради  
затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 5 червня 2020 р.

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

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

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

- 1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження** (опис дійсного стану будівлі; аналіз споживання енергоносіїв та води; техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв, представлення результатів інструментального обстеження.).
- 2. Розрахунковий аналіз споживання теплової енергії** (розрахунковий аналіз теплоспоживання, розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій).
- 3. Розробка можливих енергозберезних заходів** (основні положення методики розрахунку заходів; представлення результатів розрахунку).
- 4. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.**
- Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)
  1. Енерготехнологічна схема об'єкта
  2. Аналіз обсягів енергоспоживання
  3. План 1 поверху будівлі
  4. Розробка енергозберезних заходів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 12.04.2020	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 19.04.2020	
3	Інструментальне обстеження	до 26.04.2020	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 06.05.2020	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 20.05.2020	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 25.05.2020	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 04.06.2020	
8	Здача роботи на перевірку	до 05.06.2020	
9	Доопрацювання зауважень	до 12.06.2020	
10	Захист роботи	з 15.06.20 до 20.06.20	

Дата видачі завдання “ 06 “ квітня 2020 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ (Прізвище та ініціали)

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 58 с., 7 таблиць, 6 рисунків, 3 додатки, 13 літературних джерел.

Графічні матеріали: схема будівлі, що обстежується – 1 поверх будівлі, енерготехнологічна схема об'єкта, Аналіз обсягів енергоспоживання та енергозберіжні заходи -усього два аркуша формату А3.

Мета роботи: визначення базових величин параметрів будівлі, проведення енергетичного обстеження системи тепло- та електропостачання, холодного водопостачання.

Відповідно до поставленої мети було вирішені такі завдання:

- отримання результатів тепловізійних досліджень огорожувальних конструкцій будівлі;
- аналіз рівня використання енергоносіїв;
- проведено інструментальне обстеження будівлі;
- проведено необхідні розрахунки за запропонованими енергозберігаючими заходами та сформувано висновки.

Предметом дослідження є системи теплопостачання та енергоспоживання будівлі ДНЗ №13, аналіз споживання енергоносіїв.

Об'єктом є будівля ДНЗ №13 та процеси споживання енергоресурсів.

Методи дослідження: інструментальне вимірювання будівлі, освітленості.

Ключові слова: енергетичне обстеження, теплопостачання, вимірювальний прилад, енергоносії, енергозбереження, енергоспоживання.

Тема роботи – «Аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради»

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		4

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження .....	9
1.2 Опис дійсного стану будівлі .....	10
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта .....	11
1.3.1 Система опалення .....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	12
1.3.3 Система водопостачання.....	13
1.3.4 Система вентиляції.....	13
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв .....	14
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	15
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	16
1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла.....	16
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії .....	17
1.4.3 Аналіз обсягів споживання води .....	18
1.5 Техніко – економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	20
1.6 Опис методів та приладів вимірювання .....	22
1.7 Аналіз результатів вимірювання.....	23
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	24
2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій .....	24
2.2 Розрахунок теплової потужності .....	25
2.3 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання системою теплопостачання об’єкту.....	28

					6.144.01 ВР 00 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Вишенський				Аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сотник					5	32	
Н. контр.					<b>СумДУ, ЕМ-61-8</b>			
Затв.								

3	РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	31
3.1	Запропоновано такі енергозбережні заходи.....	31
3.2	Встановлення системи моніторингу теплоспоживання .....	31
3.2.1	Рекомендації щодо модернізації теплопункту об'єкту.....	31
3.2.2	Перелік обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу.....	33
3.2.3	Визначення базових параметрів будівлі для впровадження системи моніторингу теплоспоживання.....	35
3.2.4	Розрахунковий аналіз потенціалу економії теплової енергії в результаті впровадження системи моніторингу, термін окупності.....	36
3.3	Утеплення огорожуючих конструкцій будівлі (стін).....	37
3.4	Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля).....	41
3.5	Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні.....	43
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
4.1	Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту.....	46
4.1.1	Основні поняття.....	46
4.1.2	Джерела небезпечних зон.....	47
4.1.3	Способи і засоби захисту.....	49
	ВИСНОВКИ.....	51
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	52
	ДОДАТКИ	

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Енергетика є однією з провідних галузей національної економіки України. Це свого роду фундамент, фундамент, який лежить в основі функціонування економіки країни. Підготовці фахівців з енергетики у вищих навчальних закладах приділяється особлива увага, яка сама по собі є дуже відповідальною. Знання та практичні навички фахівців в Україні глибші, ніж їх аналоги в європейських країнах. Історично енергетики ніколи не цікавились економічною стороною та фінансовими питаннями своєї діяльності. Вузька спеціалізація українських спеціалістів не дозволила розглядати підприємство як цілий набір взаємопов'язаних проблем, до того ж вони не займалися технологічними питаннями.

Розвиток фінансових установ у нашій країні має значний вплив на високу собівартість продукції, на яку зазвичай припадає 8-12% промислової діяльності та схильна до зростання через великі моральні та фізичні причини. Пошкодження основного обладнання та значні втрати транспорту енергоресурсів.

Раціональне використання джерел енергії є однією з ключових умов зниження собівартості промислових підприємств та підвищення економічної ефективності загальної продукції. У той же час, економія енергії у вітчизняній економіці може бути досягнута лише шляхом створення та подальшої реалізації програм енергозбереження серед незалежних підприємців, яким необхідно створити належну систематичну та систематичну основу. Затримка впровадження заходів з енергозбереження може призвести до значних фінансових втрат для підприємців та негативно вплинути на загальні екологічні та соціально-економічні умови. Крім того, в інших галузях галузі та економіки не вистачає фінансових ресурсів з подальшим зростанням витрат, що затримує оновлення виробничої бази підприємця відповідно до науково-технічного прогресу.

Режим економії енергетичних ресурсів визначає необхідність нормування витрати енергії та енергоносіїв. Прогресивні норми витрати енергії і пального —

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

це максимально допустима витрата на одиницю продукції або одиницю роботи в раціональних умовах організації виробництва та експлуатації устаткування.

Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у суспільному виробництві України здійснюється з метою раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів і є основою для застосування економічних санкцій за їх нераціональне використання та запровадження економічних механізмів стимулювання енергозбереження.

Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів не передбачає втручання держави у господарську діяльність підприємств, пов'язану з обмеженням обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів або обсягів виробленої продукції. Воно є інструментом усунення нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, викликаного безгосподарністю та застосуванням застарілих технологій. Основними важелями цього механізму є матеріальне заохочення економії паливно-енергетичних ресурсів та фінансова відповідальність за їх нераціональне використання [4].

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження бакалаврської роботи є дошкільний навчальний заклад (центр розвитку дитини) № 13 "Купава" Пришибська площа, буд. 23 м. Суми, Сумська область, 40016.

Метою роботи є аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради.

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює ДНЗ № 13 "Купава".

Будівля сумського ДНЗ №13 площею забудови 1454,1 м<sup>2</sup> складається з двох поверхів та підвального приміщення. У закладі працює та виховується 453 людей, з них 380 дітей у 14 групах. У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7<sup>00</sup> години до 19<sup>00</sup> години.

Технічні характеристики будівлі такі:

- рік побудови .....1980
- кількість поверхів.....2 пов
- опалювальна площа.....1445,3 м<sup>2</sup>
- опалювальний об'єм закладу.....9611 м<sup>3</sup>
- площа забудови.....1454,1 м<sup>2</sup>
- висота будівлі.....6,44 м
- периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій..... 315,4 м
- зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень.....1451,16 м<sup>3</sup>.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 13 здійснюється системою централізованого опалення згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1777 – Т від 19.02.2020 року.

У закладі відсутня гаряча вода, нагрівання води здійснюється за допомогою теплообмінника від системи централізованого теплопостачання, розташованого в підвалі.

## 1.2 Опис дійсного стану будівлі

Загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є задовільним. Стіни будівлі не мають явних пошкоджень, по периметру всієї будівлі виконана відмостка. Старі дерев'яні вікна не повністю замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має дев'ять входів (три центральних та шість службових), центральні виконані у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

Підтримання комфортних температур внутрішнього повітря у приміщеннях з великими об'ємами вимагає більших витрат теплової енергії. Відсутність утепленого перекриття у закладі призводить до того, що температура повітря у деяких групах на другому поверсі значно нижча, ніж у групах першого поверху, та не відповідає нормативним показникам.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

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

#### 1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 13 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1777 – Т від 19.02.2020 року.

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (див. Додаток А) 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, неповністю ізольовані.

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу однотрубна 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 сталеві радіатори. Поверх яких встановлено дерев'яні решітки, для запобігання прямого контакту з опалювальними приладами, решітки мають отвори для забезпечення достатнього теплообміну. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Опалювальна площа будівлі закладу – 1445,3 м<sup>2</sup>.

Опалювальний об'єм закладу – 9611 м<sup>3</sup>.

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

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 1.3.2 Система електропостачання

На об'єкті ДНЗ №13 встановлено два лічильники електричної енергії.

До технічних енергоспоживаючого обладнання можна віднести :

- система освітлення;
- система електрообладнання.

До основного електроспоживаючого обладнання належать: холодильники, комп'ютери, принтер, пральні машини, електричні печі, праски, котли харчові.

Систему освітлення складають прилади в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 вид освітлюваних приладів

№ з/п	Найменування	Потужність, Вт	Кількість, шт.
1	Лампи розжарювання	60	5
		75	102
		100	46
2	Лампи люмінесцентні трубчасті	36	58
3	Лампи світлодіодні	4	2
		7	10
		18	6
4	Лампи енергозберігаючі компактні	20	12
		11	8

### 1.3.3 Система водопостачання

До закладу підведена тільки холодна вода. Гарячу воду отримують нагріванням від центральної системи опалення через теплообмінний апарат.

Основним споживанням холодної води є працівники, обслуговуючий персонал та вихованці дошкільного навчального закладу.

Повірка лічильника води – 22 лютого 2019 року;

### 1.3.4 Система вентиляції

Заклад обладнано природною вентиляцією. Видалення повітря із кухні виконується механічною системою вентиляції. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нещільності світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішні двері. Місцезнаходження вентилятора на кронштейні в кухні. Вентустановка В-1 здійснюється місцевої витяжки від електро-плити за допомогою парасольки розміром 1100 \* 1100 мм.

Продуктивність вентилятора становить 869 м<sup>3</sup> / год повітря, що більше проектної 750 м<sup>3</sup> / год в допустимих межах. Вентустановки В-1 працює ефективно. Режим роботи вентустановки періодичний.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

### 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла CALMEX – U VKP-431 Інвест-Пермекс заводський номер – 08330-97. У теплопункті витратомір, який під'єднаний до теплोलічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром  $D_{тр}$  109 мм з діаметром умовного проходу  $D_u$  100мм.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує теплопункт є :

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

Відповідальний за теплогосподарство і теплозабезпечення в ДНЗ № 13 «Купава» – завідувача господарством.

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

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника тепла – 12 червня 2020 року;
- повірка лічильника води – 22 лютого 2019 року;
- повірка лічильника електричної енергії 1 – 18 липня 2014 року;
- повірка лічильника електричної енергії 2 – 20 грудня 2014 року.
- Повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на енергоносії і воду на 25.04.2020 рік з ПДВ:

Тепло: 1650,49 грн/Гкал.

Електрична енергія: 147.88 грн/кВт·год.

Водовідведення: **7,656** грн/м<sup>3</sup>.

Водопостачання: 8,880 грн/м<sup>3</sup>.

### 1.4. Аналіз споживання енергоносіїв та води

#### 1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2017–2019 роки в таблиці 1.2 та на рисунку 1.1.

Таблиця 1.2 - Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2017–2019 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	71,3	77,102	77,102
Лютий	75,88	64,572	63,102
Березень	45,188	63,589	42,936
Квітень	35,58	38,479	47,344

Травень	4,409	4,433	9,248
Червень	29,45	5,439	7,643
Липень	4,232	6,23	1,389
Серпень	3,929	0	0
Вересень	7,451	4,504	16,005
Жовтень	22,762	30,165	24,631
Листопад	67,423	42,409	45,691
Грудень	49,621	62,4	50,3

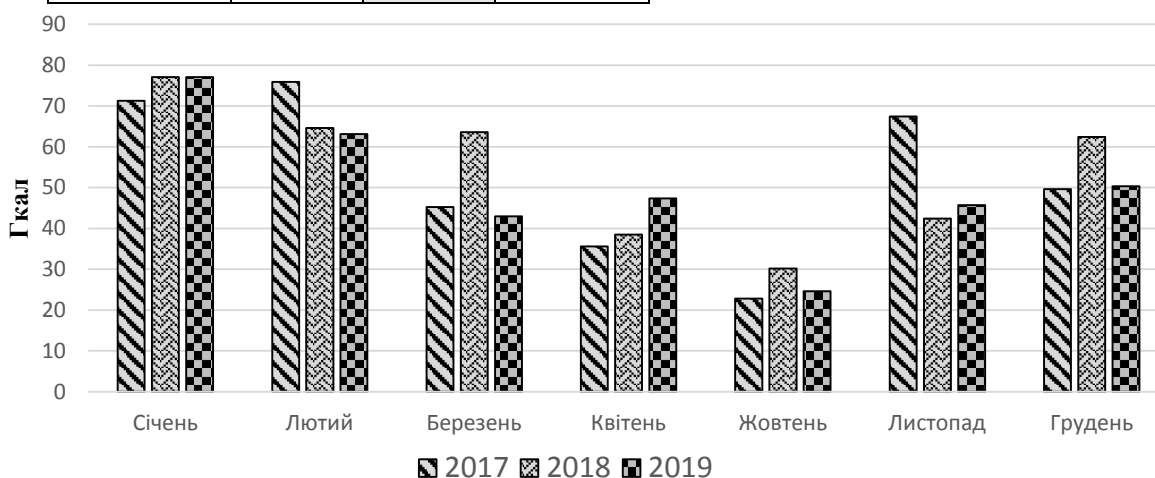


Рисунок 1.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2017–2019 роки

Споживання тепла будівлею ДНЗ № 13 відбувається не тільки під час опалювального періоду, тепло надається на підігрів води, у зв'язку з відсутністю гарячого водопостачання. Тривалість опалювального періоду 2018–2019 року (182 діб, 4368 год), при умові дотримання температурного режиму у системі теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (10.10.2018–10.04.2019)  $-0.1^{\circ}\text{C}$  [4].



## 1.4.2 Аналіз споживання електроенергії

Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки наведена у табл. 1.3 та на рис. 1.3.

Таблиця 1.3 - Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	кВт	кВт	кВт
Січень	3725	3850	4400
Лютий	4000	4597	4000
Березень	3500	3800	3500
Квітень	3200	3600	8690
Травень	3000	3000	3481
Червень	2600	2500	2520
Липень	2600	2800	2738
Серпень	3822	2600	3000
Вересень	3868	4000	4211
Жовтень	4096	4000	4186
Листопад	3816	4000	4474
Грудень	3962	5583	4500

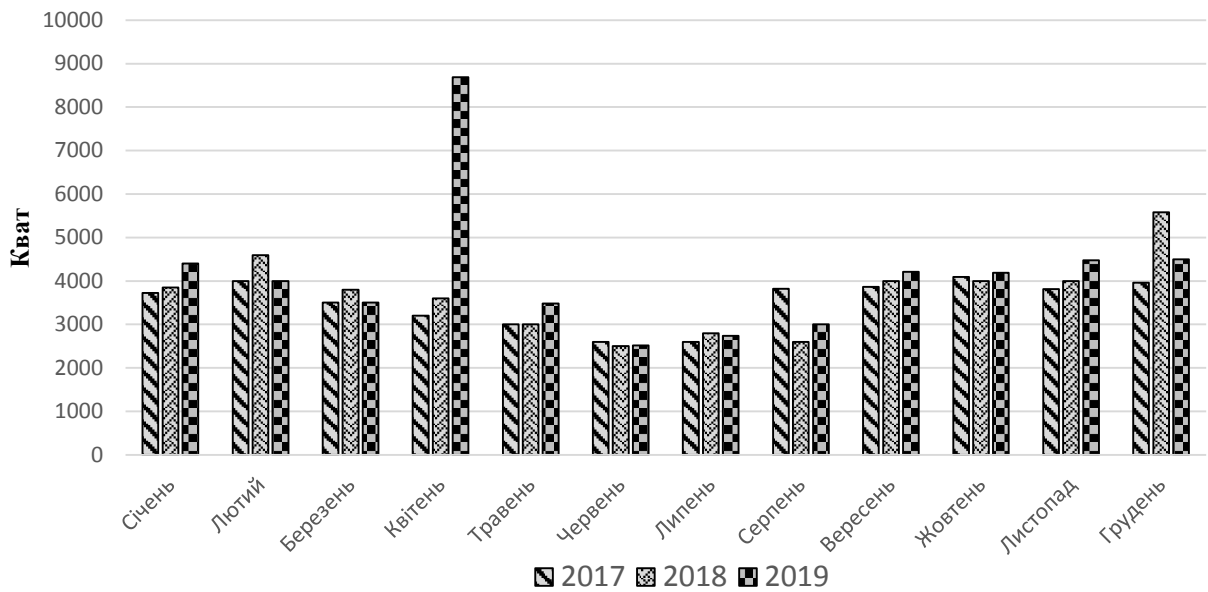


Рисунок 1.3 - Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки

Діаграма показує, що максимум спожитої електроенергії ДНЗ № 13 «Купава» з рис. 1.3 можна побачити, що кількість електроенергії в теплу пору менша. Це пояснюється тим, що в літній період збільшується день та зменшується споживання електроенергії на освітлення приміщення, окрім цього помітне підвищене споживання енергії у квітні 2019 року, у зв'язку з ремонтними роботами.

#### 1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Величина споживання холодної води закладу за 2017–2020 роки наведена у табл. 1.4 та на рис. 1.4.

Таблиця 1.4 – Величина споживання холодної води закладом за 2017–2020 роки

роки

Місяць	Рік			
	2017	2018	2019	2020
	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
Січень	444	290	290	260
Лютий	258	280	280	245
Березень	254	285	285	
Квітень	245	290	290	
Травень	248	270	270	
Червень	220	230	875	
Липень	160	185	129	
Серпень	195	180	231	
Вересень	260	270	281	
Жовтень	278	285	277	
Листопад	275	290	264	
Грудень	225	280	259	

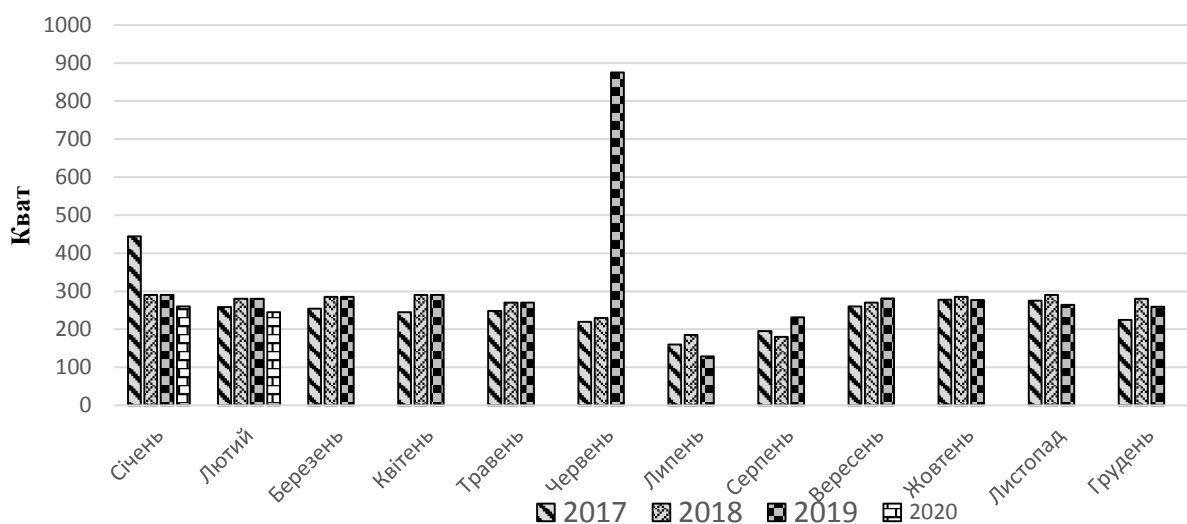


Рисунок 1.4 – Величина споживання холодної води закладом за 2017–2020 роки.

На діаграмі показано що в липні і серпні знижене споживання води у зв'язку з канікулами, у червні підвищене споживання через ремонтні роботи.

### 1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

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.

Враховуючи той факт, що за останній опалювальний період 2019–2020 року були аномально теплі зимові місяці, з середньомісячними температурами набагато вищими чим нормовані показники [6, 7], аналіз ефективності системи тепlopостачання закладу 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 2018–2019 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]:

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

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

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$V_{\text{буд}}^{\text{оп}}$  – опалювальний об'єм будинку, м<sup>3</sup>.

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

$$EP \leq EP_{\text{max}},$$

де  $EP$  – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_{\text{max}}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м<sup>3</sup> [5, п.5.3].

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

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

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

- опалювальний період 2017–2018 рік –  $Q_{\text{оп}} = 383,55$  Гкал;
- опалювальний період 2018–2019 рік –  $Q_{\text{оп}} = 365,46$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2017–2018 рік –  $EP = 0,0399$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2018–2019 рік –  $EP = 0,038$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить –  $EP = 0,3897$  Гкал/м<sup>3</sup>.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Отриманий результат за роками по будівлі майже відповідає нормативній умові (1.2). Але, враховуючи результати енергетичного обстеження, треба зазначити, що із-за умов дотримання встановлених для будівлі лімітів по теплоспоживанню, регулювання відбору теплоти відбувається у "ручному" змінні режиму роботи вузла теплопункту, тобто здійснюється вимушене зменшення обсягів споживання теплоти; при цьому відбувається нерівномірне прогрівання приміщень закладу, що призводить до використання додаткових джерел теплоти, внаслідок чого підвищуються загальні витрати на оплату за енергопостачання будинку. У такій ситуації порушується циркуляційний тиск теплоносія в опалювальних приладах навчального закладу; можлива відсутність руху теплоносія в крайніх ділянках теплопровідної системи тощо.

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

З метою виправлення описаної ситуації пропонується впровадження автоматизованої системи моніторингу споживання теплової енергії, етапи впровадження якої включають у т. ч. теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій будівлі та проведення інструментальних вимірювань для визначення їх фактичного теплового стану.

## 1.6 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення енергоаудиту в ДНЗ № 13 «Купава» використовувалися наступні вимірювальні прилади:

- Вимірювальна рулетка Montero 10G44X 10м x 25мм, її технічні дані:
  - Ціна поділки 1 мм;

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- Довжина стрічки 10 м;
  - Ширина стрічки 25 мм;
  - Механізм повернення стрічки має вбудовану зворотню пружину;
  - Вбудований магніт на гачку [15];
- Термометр настінний TFA
- Ціна поділки 1<sup>0</sup>С;
  - Матеріал: пластик;
  - Діапазон вимірюємих температур від – 36<sup>0</sup>С до +50<sup>0</sup>С [16];
- Тепловізор FlukeTi25
- Діапазон вимірюємих температур від – 20<sup>0</sup>С до +350<sup>0</sup>С;
  - Похибка вимірювання температури ±2<sup>0</sup>С;
  - Інфрочервоний об'єктив 20мм F=0.8.

### 1.7 Аналіз результатів вимірювання

За результатами тепловізійного обстеження ДНЗ №13 були виявлені наступні проблеми: нещільність прилягання віконних конструкцій до стін, втрата захисних властивостей стінами, підвищені тепловтрати через дерев'яні віконні рами, відкритий вентиляційний отвір в підвал, відкрита квартира в режимі «провітрювання». Термограми з коментарями прикладені в додатку В.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

### 2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій

Згідно даних отриманих в результаті проведеного обстеження, згідно методики наданої в документації [4] проводимо розрахунок теплового опору результати записуємо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Керамзитобетон	0,3	0,41	0,93	3,83
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,3	1,92	1,56	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Бітум	0,009	0,27		
3	Вікна	Металопластикові двокамерним склопакетом	-	-	0,6	0,75
		Дерев'яні			0,2	
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,37	3,75
		Керамічна плитка	0,05	1,1		
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Лілолеум ПВХ	0,002	0,35		

Отримані результати розрахунку показують що дійсний опір не відповідає нормативному [5, табл.3]. Можна зробити висновок, що зовнішні огорожуючі конструкції мають недостатні теплозахисні властивості і потребують



запровадження енергозберігаючих заходів, що до збільшення їх опору теплопередачі.

## 2.2 Розрахунок теплової потужності

Проводимо оціночний аналіз теплової характеристики обстежуваної будівлі ДНЗ № 13 за збільшеними показниками, при дійсному стані огорожувальних конструкцій без урахування всіх видів тепловтрат і теплонадходжень. За результатами даних розрахунків можна впроваджувати заходи з модернізації тепlopункту, а саме: встановлення більш сучасного обладнання з можливістю автоматичного керування, на заміну застарілого, або встановлення системи моніторингу теплоспоживання.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень  $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$  (за вимогами температурного режиму [5, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря  $t_{з,п} = -25^{\circ}\text{C}$  [6].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [11],  $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ , за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

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

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

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

$H_{\text{б}}$  – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

$g_0$  – коефіцієнт скління будівлі;

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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

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

$R_{\Sigma пр}^{плг}$  – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі,  $m^2 \cdot K / Wt$  (див. таблиця 2.1);

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

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період визначається так [11]:

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

де  $V_{\phi}$  – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень,  $m^3$ ;

$t_{в}$  – температура по приміщеннях будівлі,  $^{\circ}C$  [5, табл.В.2];

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

$a$  – поправковий коефіцієнт, який визначається як [11]:

$$a = 0,54 + \frac{t_{в}}{(t_{в} - t_{з.р})} = 0,54 + \frac{22}{(22 - (-25))} = 1,01$$

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі

$$q_{пит}^{\phi} = \frac{315.4}{1451.16} \cdot \left( \frac{1}{0.93} + 0,3 \cdot \left( \frac{1}{0.4} - \frac{1}{0.93} \right) \right) + \frac{1}{6.44} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{1.56} + 0,6 \cdot \frac{1}{0.37} \right) = 0.67 \text{ Вт/} \\ m^3 \cdot ^{\circ}C$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$Q_6 = 1,01 \cdot 0,67 \cdot 9345 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 296,4 \text{ кВт}$$

Як було зазначено вище, у наступних розрахунках, за базовий порівняльний період приймається опалювальний період 2018–2019 року.

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

$$Q_{p.оп} = \frac{Q_6}{(t_B^{cp} - t_{з.р})} \cdot [(t_B^{cp} - t_{ср.п}) \cdot (n_{оп} - n_{нр}) + (t_{черг} - t_{ср.п}) \cdot n_{нр}] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} \quad (2.3)$$

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

$t_{з.р}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря [6], °С;

$t_{ср.п}$  – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [6];

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

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

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

$$n_{нр} = (n_{оп} - n_{вих}) \cdot (24 - n_p) + 24 \cdot n_{вих}$$

де  $n_{вих}$  – 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 2018–2019 року (182 днів, 4368 год), при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (10.10.2018–10.04.2019)  $-0,1^{\circ}\text{C}$  [9] буде становити:

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\text{нр}} = (182 - 53) \cdot (24 - 14) + 24 \cdot 53 = 2562 \text{ год}$$

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{296,4}{(22 - (-0,1))} \cdot [(22 - (-0,1)) \cdot (4368 - 2562) + (15 - (-0,1)) \cdot 2562] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 426,2 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за опалювальний 2018–2019 рік, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення закладу становлять  $Q_{\text{ф.оп}}=365,46$  Гкал. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 14%

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії дійсних показників з розрахунковими свідчить про те, що заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання, що може бути пов'язано з недодержанням температурного графіку у магістральних мережах, а також із-за некоректного регулювання обсягів теплонадходження за допомогою вентиля, який встановлений у тепlopункті на вході в систему тепlopостачання будівлі.

Встановлено такий факт, що температура теплоносія, який подається у систему опалення, не відповідає затвердженому температурному графіку централізованого тепlopостачання, до якого під'єднаний заклад. Наприклад, облікові показники температури теплоносія на вході у тепlopункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні  $^{\circ}\text{C}$  (див. таблиця 2.2).

Враховуючи додатково дійсний стан огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 2.1), загальний рівень енергоефективності будівлі та функціонування системи опалення є низьким.

### 2.3 Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання системою тепlopостачання об'єкту

Статистичні дані багаторічного моніторингу енергоспоживання будівлями різного призначення свідчать про те, що їх системи тепlopостачання

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

є одними з найбільш енерговитратних, тому при розробленні заходів з енергозбереження для підвищення енергоефективності роботи таких систем, необхідно визначитись з базовим рівнем показників теплоспоживання, від яких буде обраховуватись майбутня економія витрат.

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

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

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

Як було зазначено вище, у наступному порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 2018–2019 року.

На рисунку 2.2 представлені графіки базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками ДНЗ № 13 за опалювальний період 2018–2019 років.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

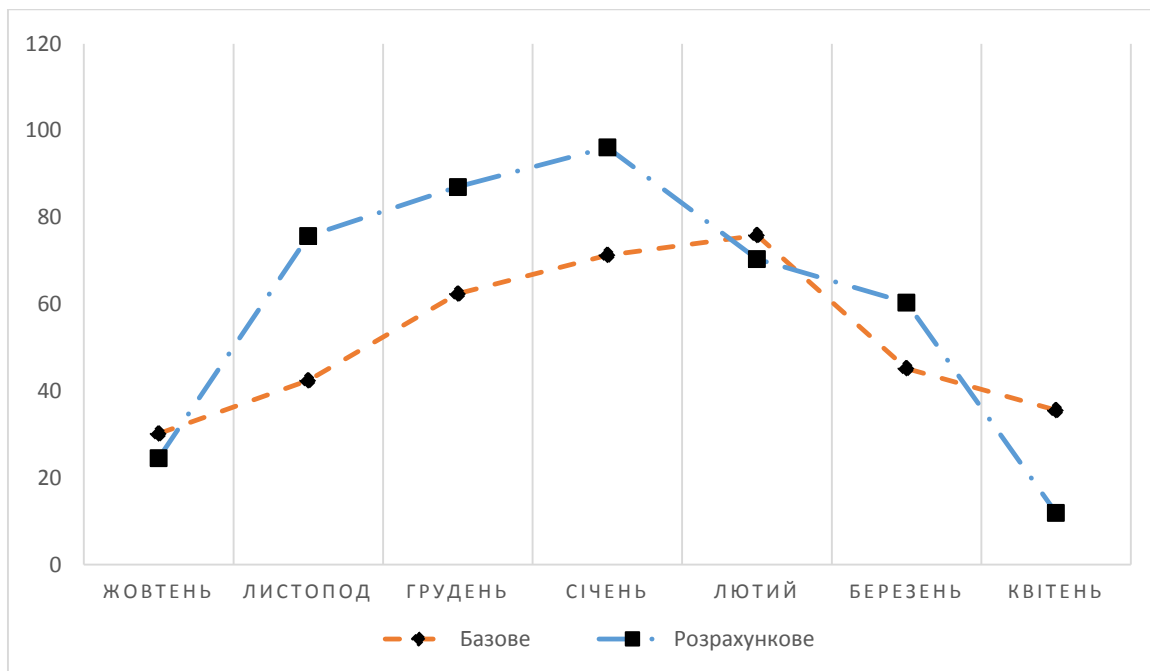


Рисунок 2.2 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2018–2019 роки

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежуваний заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання, та не має ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії.

## 3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 3.1 Запропоновано такі енергозберіжні заходи:

- Встановлення системи моніторингу теплоспоживання;
- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля);
- Подальша заміна ламп розжарення на світлодіоди.

### 3.2 Встановлення системи моніторингу теплоспоживання

#### 3.2.1 Рекомендації щодо модернізації теплових пунктів об'єкту

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

- надійності тепlopостачання споживачів теплоносієм заданих параметрів;
- максимальної ефективності експлуатації діючої системи за рахунок:
  - дотримання параметрів теплоносія централізованих систем у повній відповідності до температурного графіка його подачі у централізовану мережу з урахуванням регулювання його споживання на індивідуальних теплових пунктах опалюваних будівель;
  - технічної та організаційної можливості регулювання подачі теплоносія у будівлі з використанням індивідуальних теплових пунктів, а також з

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням режимів та графіків функціонування установ, що розташовані у таких будівлях;

- впровадження заходів щодо модернізації та реконструкції діючих джерел теплової енергії, підвищення їх завантаженості;
- переважного використання найбільш енергоефективних напрямів оптимізації системи при транспортуванні теплової енергії.

У місті Суми схема централізованого розподілу тепла функціонує через вбудовані у будівлях теплові пункти. Системи опалення спроектовані як закриті та залежні. Опалення будівель здійснюється головним чином за закритою схемою з використанням елеваторного пристрою. Залежна схема опалення з прямим підключенням будинків запроектована в минулому столітті, в ті часи перевагу віддавали схемам з найменшими первісними капіталовкладеннями та доволі суттєвими експлуатаційними витратами.

Сьогодні ситуація докорінно змінилась. Енергетичні ресурси здорожчали у багато разів, тому експлуатаційні витрати стали вкрай високі. Суттєві нераціональні витрати системи розподілу теплової енергії пов'язані з експлуатацією застарілих теплових пунктів які не обладнані приладами керування та автоматизації, за допомогою яких має здійснюватися регулювання теплового потоку.

У закладі практично відсутні технічні можливості додаткового регулювання надходження теплової енергії до будівлі. Це також стосується будівель шкіл, дитячих садків, адміністративних будівель та інших, де за графіком їх функціонування доречно організувати чергове опалення. Цей недолік централізованої системи опалення доцільно виправити встановленням на ввіді до будівлі індивідуальних теплових пунктів з функцією погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком, у відповідності до розкладу роботи закладу, що розташовується у будівлі.

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

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

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

### 3.2.2 Перелік обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу

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

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

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

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

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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 3.1.

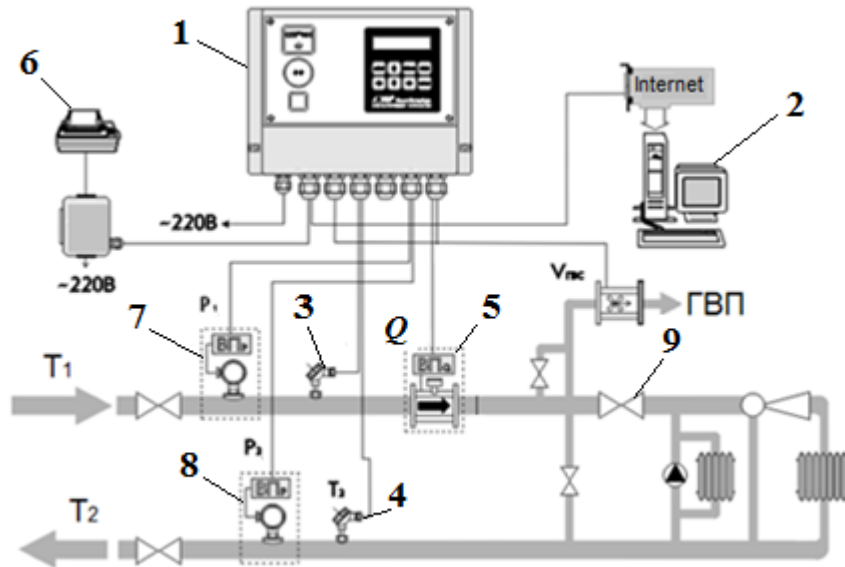


Рисунок 3.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.

1 – теплोलічильник; 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 CO<sub>2</sub> 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

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

контролюється за допомогою лічильника тепла. Виходячи з цього, завданням персоналу є регулювання споживання теплоти будівлями з орієнтацією на значення миттєвого теплового навантаження. Дотримання даного контрольного показника забезпечує дотримання ліміту теплоспоживання за певний період залежно від існуючих та прогнозованих температур навколишнього середовища.

### 3.2.3 Визначення базових параметрів будівлі для впровадження системи моніторингу теплоспоживання

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

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

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

Розрахункова базова величина рівня теплоспоживання за період однієї доби коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія в умовах запровадження чергового опалення становить (2.3):

$$Q_{p.op} = \frac{296,4}{(22 - (-25))} \cdot [(22 - 0) \cdot (24 - 10) + (15 - 0) \cdot 10] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 2,48 \text{ Гкал}$$

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проведенні енергетичного обстеження системи теплоспоживання будівлі було проведено аналіз обсягів теплоспоживання при різних значеннях середньодобової температури зовнішнього повітря та отримані дані величин спожитої теплової енергії при середньодобовій температурі зовнішнього повітря яка дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія (див. табл. 2.2). При впровадженні системи моніторингу за базову величину теплоспоживання необхідно прийняти розрахункову – 2,48 Гкал за добу.

Таблиця 3.1 – Базові дані величин спожитої теплової енергії при середньодобовій температурі зовнішнього повітря яка дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія

Опалювальний рік 2018-2019			Опалювальний рік 2019-2020		
Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С	Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С
			7,02	1,517	

3.2.4 Розрахунковий аналіз потенціалу економії теплової енергії в результаті впровадження системи моніторингу, термін окупності

Аналіз статистичних даних теплоспоживання будівлями закладів, які вже підключені до міської системи моніторингу теплоспоживання, засвідчив націленість їх персоналу на виконання прогнозованих режимів теплоспоживання. За результатами моніторингу протягом опалювальних сезонів практично на всіх об'єктах додержувалися запропонованих системою лімітів теплоспоживання, а на деяких навіть отримали економію. Економія, зокрема, виникла через деяку невідповідність початкового розрахунку базової величини теплового навантаження будівель при температурі навколишнього повітря 0°С, а також внаслідок додаткового зниження теплоспоживання у неробочі години закладів. Через раціоналізацію режимів теплоспоживання внаслідок функціонування системи моніторингу були досягнуті економія енергоресурсів та бюджетних коштів на них, зниження обсягів забруднення довкілля.

Економія теплової енергії на об'єктах моніторингу склала від 0,8% до 18,95% при середньому рівні – 10% за сезон. Економія була одержана за рахунок дотримання прогнозованих лімітів теплоспоживання об'єктів та додаткових

						6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
							36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

заходів щодо зниження теплового навантаження будівель у години відсутності людей у будівлях протягом доби.

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2020 року 1216,84 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2018–2019 рр.  $Q_{ф.оп}=365,46$  Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{ф} = 365,46 \times 0,1 \times 1216,84 = 44470,63 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

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

1. Термінал (універсальний контролер);
2. Модуль передачі даних;
3. Лічильник теплової енергії.

Вартість всього комплексу обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу становить 27400,00 грн. з ПДВ.

Вартість проектних робіт та робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить 9000,00 грн. з ПДВ.

Загальна сума всіх витрат складає  $K = 36400,00$  грн. з ПДВ.

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

$$T = 36400 / 44470,3 = 0,82 \text{ року}$$

### 3.3 Утеплення огорожуючих конструкцій будівлі (стін)

#### *Поточний стан*

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частина тепла втрачається через стіни, це обумовлено тим, що стіни займають більшу частину огорожуючих конструкцій, тому і більша частина теплоти втрачається саме через них. Утеплення за допомогою спеціальних матеріалів допоможе зменшити теплового навантаження, цим самим зменшити оплату за теплову енергію.

#### *Опис можливостей енергозбереження*

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі 3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт пропонується наведений нижче теплоізоляційний матеріал.

*Визначення товщини теплоізоляційного шару і розрахунок втрат*

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару:

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

де  $\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);  $\alpha_{\text{в}}$  та  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій відповідно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\lambda_{i \text{ п}}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);  $\delta_i$  – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м;  $n$  – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;  $R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Дані товщини і теплопровідності взяті з таблиці 2.1.

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору 3,83 м<sup>2</sup>·К/Вт за формулою:

$$\delta_{\text{ут}} = \left[ 3,83 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,77 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,037 = 0,107 \text{ м}$$

Оскільки матеріал поставляється товщиною 0,05 м, 0,1 м, 0,15 м, вибираємо 0,1 м.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

### *Розрахунок річної економії енергії*

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

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = E_{\text{теп}}^{\text{існ}} \cdot C_{\text{теп}}$$

$E_{\text{теп}}^{\text{існ}}$  – кількість споживаної теплової енергії на опалення в рік, Гкал;  $C_{\text{теп}} = 1216,84$  грн/Гкал – вартість 1 Гкал [17].

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = 365,55 \cdot 1216,84 = 433\,864,3 \text{ грн}$$

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

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{отр}} = E_{\text{теп}}^{\text{отр}} \cdot C_{\text{теп}}$$

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

Данна величина являє собою величину  $E_{\text{теп}}^{\text{існ}}$  зменшену на 10%

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{отр}} = 328,9 \cdot 1216,84 = 400\,218,6 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\text{річ}} = \Pi_{\text{теп}}^{\text{існ}} - \Pi_{\text{теп}}^{\text{отр}}$$

$$E_{\text{річ}} = 433\,864,3 - 400\,218,6 = 33\,645,3 \text{ грн}$$

*Витрати на введення в експлуатацію*

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн;  $K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу), грн:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}$$

Мінеральна вата URSA поставляється у блоках 5 м\*1,22 м. Загальна площа огорожувальних конструкцій становить  $S_{\text{ст}} = 2031,18 \text{ м}^2$ , тоді для створення теплоізоляційного шару на поверхні огорожувальних конструкцій будівлі необхідно 333 упаковок теплоізоляції. Вартість однієї упаковки становить 396,5 грн.

$$K_{\text{осн}} = 333 \cdot 396,5 = 132\,034,5 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot 132\,034 = 66\,017,25 \text{ грн}$$

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K = 132\,034,5 + 66\,017,25 = 198\,051,75 \text{ грн}$$

### *Визначення терміну окупності*

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{198\,051,75}{33\,645,3} = 5,8 \text{ роки.}$$

### 3.4 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля)

#### *Поточний стан*

За результатами розрахунків по визначенню втрат тепла можна зробити висновок, що найбільше теплової енергії втрачається через стелю. Тому пропонується утеплити її за допомогою мінеральної вати Isover Профі. **ISOVER Профі** - спеціальна тепло - і звукоізоляція з підвищеною пружністю. **ISOVER Профі** поєднує переваги двох типів матеріалу - рулона і плити. Завдяки підвищеній пружності, він міцно стоїть у будь-якому вертикальному та похилому каркасі без додаткових кріплень, не зповзаючи та не випадаючи, а низька теплопровідність ( $\lambda_{10}=0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) забезпечує максимальне теплозбереження [12]. Технічні характеристики наведені в таблиці 3.2.

#### **Переваги:**

- 3D пружність
- зручно монтувати одному;
- легко підігнати під крок кровляної системи;
- мінімум відходів;

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- приваблива ціна;

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики:

Тип матеріалу		рулон	
Теплопровідність $\lambda_{10}$ Вт/(м·К), не більше		0,037	
Група горючості		НГ	
Товщина, мм	50	100	150
Довжина, мм	5000	5000	4000
Ширина, мм	1220	1220	1220
Кількість в упаковці, м <sup>2</sup>	12,2	6,10	4,88
Кількість матів / плит в упаковці, шт	2	1	1

*Опис можливостей з енергозбереження*

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою

$$\delta_{\text{ут}} = (R_{q\text{min}} - R_{\text{пр}}) \cdot \lambda_{\text{ут}},$$

$$\delta_{\text{ут}} = (5,25 - 1,56) \cdot 0,055 = 0,2 \text{ м.}$$

Отже, товщина ізоляції має скласти 30 см.

Розрахуємо втрати енергії через стелю по формулі:

$$Q_{\text{ог.к.}} = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n,$$

Для неізольованої стелі втрати складають:

$$Q_{\text{ог.к.}}^{\text{із}} = \frac{315,4}{1,56} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 8491,5 \text{ Вт.}$$

Для ізольованої стелі втрати складають:

Величину термічного опору  $R_{q\text{min}}$  приймаємо на 29% більше від термічного опору неізольованої стіни згідно з [17].

$$Q_{ог.к.}^{із} = \frac{315,4}{5,25} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 2523,2 \text{ Вт.}$$

Різницю між втратами через неутеплену і утеплену стелю знайдемо за формулою:

$$\Delta Q_{ст} = Q_{ст} - Q_{ст}^{із}$$

$$\Delta Q_{ст} = 8491,5 - 2523,2 = 5968,3 \text{ Вт}$$

Тепловтрати крізь стелю за опалювальний період визначаємо за формулою:

$$Q_{ст}^{рік} = Q_{ст} \cdot \frac{(t_{в} - t_{ср.оп})}{(t_{в} - t_{з})} \cdot 24 \cdot n_{оп}$$

$$Q_{ст}^{рік} = 5968,3 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (22))} \cdot 24 \cdot 187 = 11862252 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ГОД}}{\text{рік}}$$

$$= 10\,199,7 \text{ Гкал/рік}$$

Річна економія витрат на експлуатацію після впровадження заходу визначимо за формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{ст}^{ек.рік} \cdot c / 1000$$

Де  $c = 1216,84$  - вартість теплової енергії, грн/Гкал.

$$\Delta E = 10\,199,7 \cdot \frac{1216,84}{1000} = 12,411 \text{ тис.} \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Вартість 1 м<sup>2</sup> плити мінеральної вати товщиною 150 мм складає 51 грн. Вартість робіт по встановленню складає 230 грн/м<sup>2</sup>. Вартість впровадження заходу визначимо за формулою:

$$C_{впр} = 315,4 \cdot (51 + 230) = 88627,4 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності за формулою:

$$T = \frac{88627,4}{12411} = 7 \text{ років.}$$

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.5 Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні

#### Поточний стан

У закладі налічується 153 ламп освітлення із них: 5 шт. – це лампи розжарення по 60 Вт з світловим потоком 11,6 Лм/Вт, 102 шт. – по 75 Вт з світловим потоком 13Лм/Вт, 46 шт. – по 100 Вт з світловим потоком 12Лм/Вт. Їх сумарна потужність складає 12,5 кВт.

#### Опис можливостей з енергозбереження

Рекомендується подальша заміна ламп розжарення для освітлення в основних кімнатах на відповідні їм світлодіодні по 8, 10, 12, 5 Вт відповідно. Сумарна потужність нових ламп – 1,6 кВт.

#### Розрахунок витрат

Річне енергоспоживання лампами розжарювання становить:

$$P=12,5 \cdot 153 \cdot 3,4 \cdot 0,6=3901,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Очікуване річне енергоспоживання після заміни лампами розжарювання становить:

$$P^{\wedge}=1,6 \cdot 153 \cdot 3,4 \cdot 0,6=499,392 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

#### Розрахунок річної економії витрат

Річна економія витрат становить

$$\Delta P=3901,5 - 499,392=3402,108 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$E_{\text{річ}}=3402,108 \cdot 2,89=9832 \text{ грн} / \text{рік}$$

де 2,89 – тариф на електроенергію, грн/ кВт год.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на введення в експлуатацію

Ціна однієї світлодіодної лампи потужність 8 Вт – 49,80 грн., потужністю 10 Вт – 54,84 грн., , потужністю 12 Вт – 46,15 грн. Тому загальні витрати дорівнюють:

$$ЗВ=49,80 \cdot 5 + 54,84 \cdot 102 + 46 \cdot 46,15 = 7965,6 \text{ грн}$$

Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{ок} = ЗВ / E_{річ}$$

$$T_{ок} = 7965,6 / 9832 = 0,81 \text{ року.}$$

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту.

### 4.1.1 Основні поняття

**Безпеку** треба визначити як стан діяльності, за якого з визначеною ймовірністю виключено прояв небезпек або ж відсутня надзвичайна небезпека. В літературі можна зустріти такі визначення:

- **небезпека** — негативна властивість живої та неживої матерії, що здатна спричиняти шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям;
- **небезпека** — це умова чи ситуація, яка існує в наколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення та /чи пошкодження [12].

**Небезпечна зона** - це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

**Захисні пристрої** - засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновида устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними, (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.) .

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту [12].

#### 4.1.2 Джерела небезпечних зон

1. **Зони механічних джерел** підрозділяються на п'ять підгруп:

1.1. **Зона стискання** – це зона, в якій людина наражається на небезпеку стискання через поступальний або зворотно – поступальний.

1.2. **Зона зрізу** – це зона в якій частини устаткування рухаються назустріч відносно інших частин, створюючи небезпеку відрізання частин тіла людини.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- 1.3. **Зона різання проколу, удару** – це зона в якій частини устаткування рухаються назустріч відносно інших частин, створюючи небезпеку нанесення колочу, різану, рвану рану, або забій людині.
- 1.4. **Зона захвату** – це зона в якій деталі і вузли устаткування рухаються таким чином, що створюється небезпека захвату людини, або окремих частин її тіла.
- 1.5. **Зона затягування** – це зона, в якій частини та деталі устаткування рухаються таким чином, що створюється небезпека втягування, або затягування людини, або частин тіла.
2. **Зони термічних джерел** характеризується підвищеною температурою. Зразками цих зон може бути продукція, яка обробляється при високій температурі, деталі машини де використовується гарячі рідини, пар, можуть нанести людині опіки.
3. **Зонами джерел тиску** є деталі, що працюють під тиском. При цьому в разі аварії людина може отримати удар осколками судини і його окремими деталями.
4. **Зона електричних джерел** характеризується струмом, який протікає через електричні прилади.
5. **Зона хімічних джерел** є устаткування для виготовлення хімічно активних речовин, а також прилади де вони застосовуються [13].

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 4.1.3 Способи і засоби захисту

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби [12].

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань або технологічних процесів;
- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

1. Огородження, що виключають можливість доступу до рухомих або небезпечним для дотику частинах механізмів і зазорам (наприклад, огороження ремінних передач, шестерень та ін.).
2. Огородження, що захищають від високих і низьких температур і шкідливих випромінювань (наприклад, паропроводів, свинцеві екрани для захисту від радіоактивних випромінювань, світлофільтри для захисту очей та ін.).
3. Огородження, що зменшують можливі руйнування під час вибуху або попереджувальні такі руйнування (наприклад, огороження кабін підвищеної міцності, легкі елементи покриттів, які легко руйнуються при вибуху та ін.).

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4. Пристосування, що забезпечують безпеку пуску і зупинки механізмів (наприклад, гальмівні пристрої).
5. Пристрої та прилади, що попереджають про небезпеку (наприклад, світлові і звукові сигнали, водомірні скла на котлах, манометри на тарах під тиском).
6. Прилади й пристрої, що усувають небезпеку (запобіжні мембрани і клапани, обмежувачі руху для кранів, системи блокування, уловлювачі та ін.).

Найбільша ефективність захисних і запобіжних пристроїв забезпечується, якщо їх передбачають в період проектування. При модернізації машин слід знайти конструктивне рішення, при якому захисні та запобіжні пристрої будуть ув'язані з конструкцією машини, а блокування буде легше здійсненна. Але всі зміни в конструкції машини повинні бути обгрунтовані і узгоджені з проектувальником (виробником) обладнання [13].

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Метою роботи був аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради.

В ході дослідження було проаналізовано були отримані висновки:

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

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

4. Проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи тепло-, електро- та водопостачання.

5. Проведено техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.

Були отримані наступні висновки:

- Стан будівлі не відповідає нормам з теплового опору, тепловий опір огорожуючих конструкцій менше допустимого.

Були запропоновані наступні енергозбегігаючі заходи :

- Встановлення системи моніторингу теплоспоживання економічний ефект 44470,63 грн, термін окупності 0,82 року;
- Утеплення огорожуючих конструкцій (стін): економічний ефект 33645,3 грн, термін окупності 5,8 років;
- Утеплення огорожуючих конструкцій (стеля): економічний ефект 12411 грн, термін окупності 7 років;
- Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні: економічний ефект 9832 грн, термін окупності 0,81 років;
- 

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги";
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
3. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»
4. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014
5. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
8. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.
9. [Електронний ресурс]: [http://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Сумах](http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах).
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.
11. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.  
[Електронний ресурс]: .
12. <https://studfile.net/preview/3270507/page:3/>
- 13.. <https://helpiks.org/9-65606.html>
14. <https://prom.ua/ua/p683324659-isover-profi-mineralna.html>
15. <https://epicentrk.ua/shop/termometr-12-6003-01-90.html>
16. <https://epicentrk.ua/shop/ruleтка-montero-10g44x-10g44x.html>
17. <http://life.ko.net.ua/?p=93494>

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК А

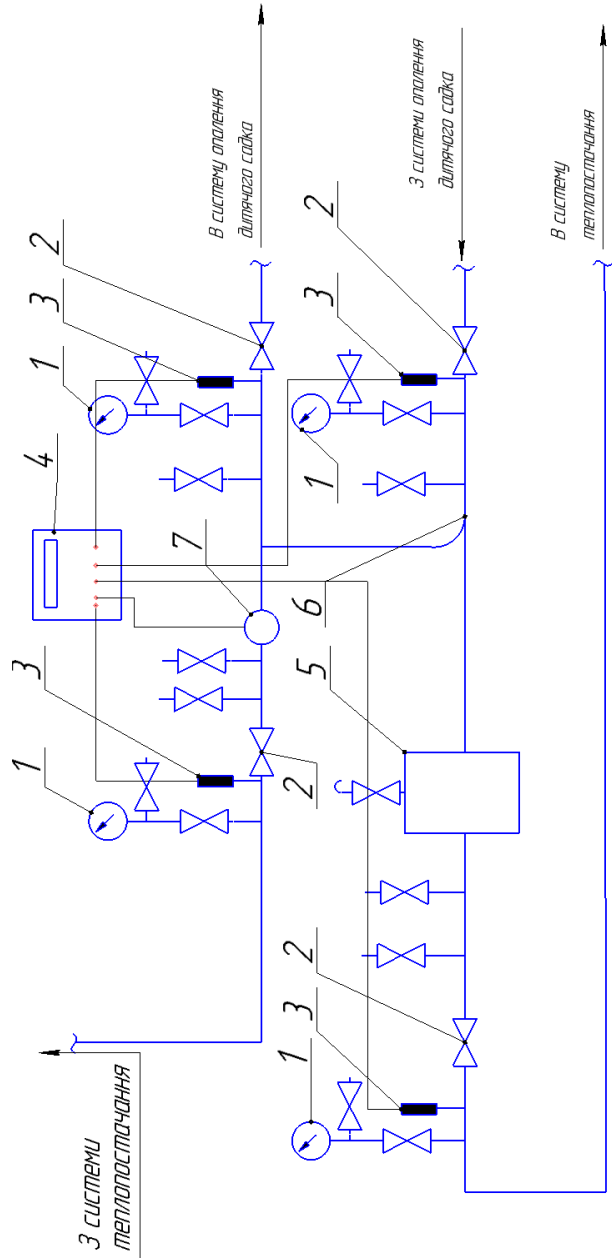


Схема теплового пункту ДНЗ № 13

1 – Манометри, 2 – засувки, 3 – датчик температури, 4 – лічильник теплоти,  
5 – грязьовик, 6 - елеваторний пристрій, 7 – витратомір.

					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2017–2020 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	71,3	77,102	77,102
Лютий	75,88	64,572	63,102
Березень	45,188	63,589	42,936
Квітень	35,58	38,479	47,344
Травень	4,409	4,433	9,248
Червень	29,45	5,439	7,643
Липень	4,232	6,23	1,389
Серпень	3,929	0	0
Вересень	7,451	4,504	16,005
Жовтень	22,762	30,165	24,631
Листопад	67,423	42,409	45,691
Грудень	49,621	62,4	50,3
Всього	417,225	399,322	385,391

## ДОДАТОК В

### Результати тепловізійного обстеження

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) № 13 "Купава" м. Суми, Сумської області було проведено 7 лютого з використанням тепловізора FlukeTi25.

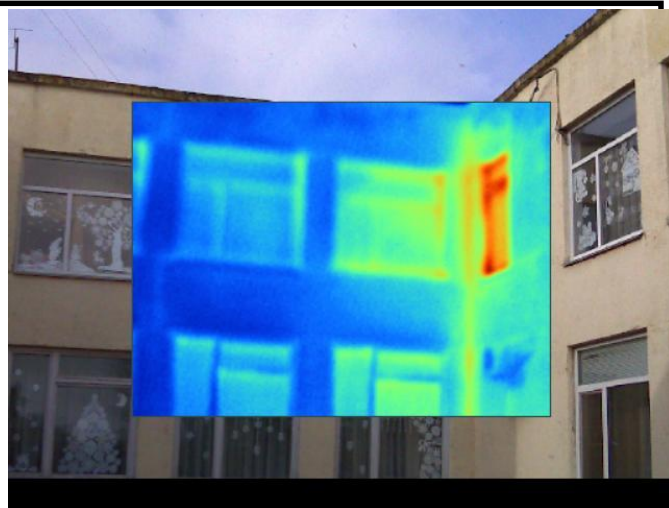
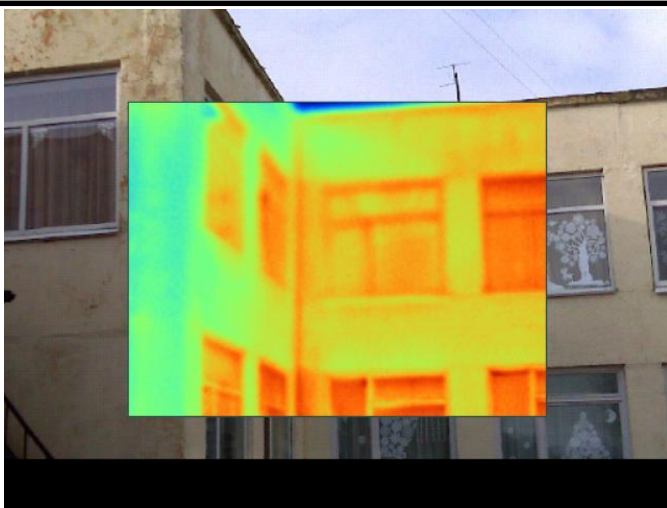
Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ДНЗ №13

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила  $-2^{\circ}\text{C}$  (07.02.2020). Середня температура всередині приміщень становила  $21^{\circ}\text{C}$ .

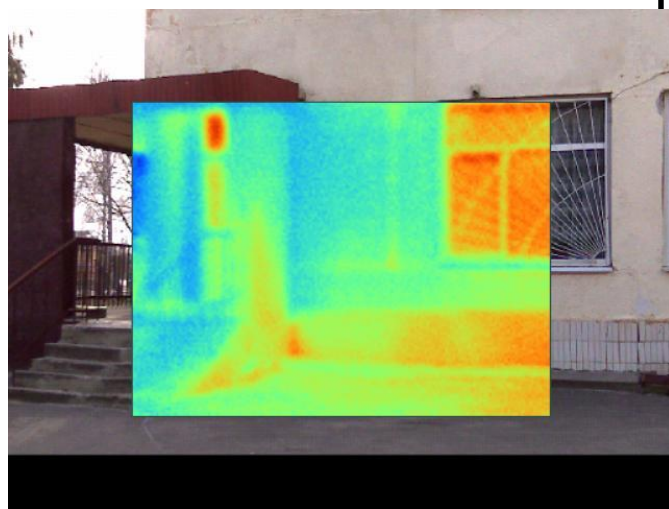
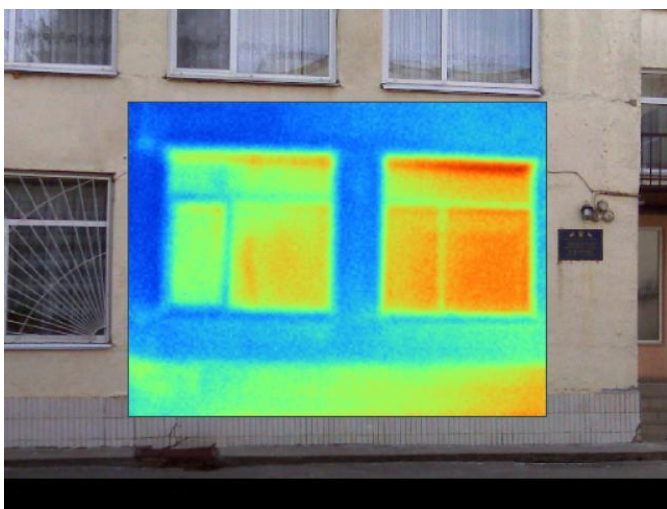
У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям.

**Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №13)**

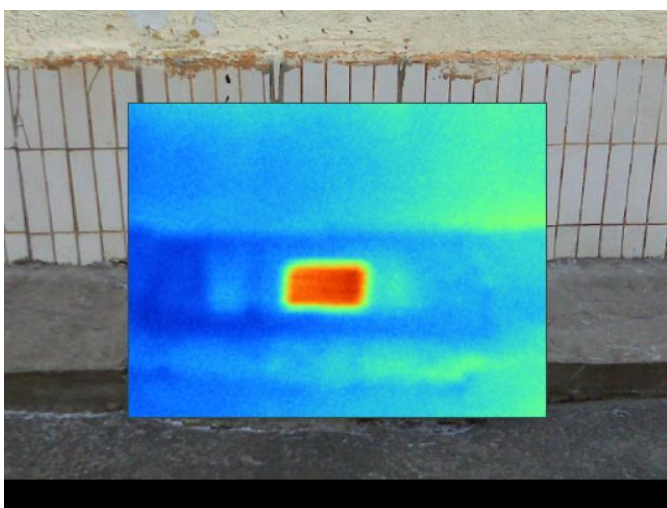
					6.144.01 ВР 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



Неякісний монтаж віконних конструкцій обумовлює значні втрати тепла з приміщень. Спостерігаються значні втрати теплоти в місцях з'єднання блоків стінових конструкцій.



Спостерігається значна тепловтрата через площу скління вікон. Втрати також відбуваються через стикові ділянки зовнішніх стін, що обумовлене втратою її термічного опору.



Через технічні отвори з підвального приміщення відбуваються тепловтрати

Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо у кутовому з'єднанні стін) свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей.

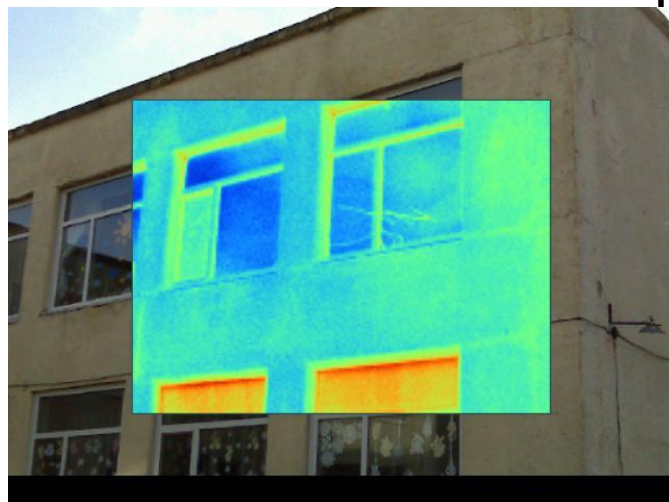
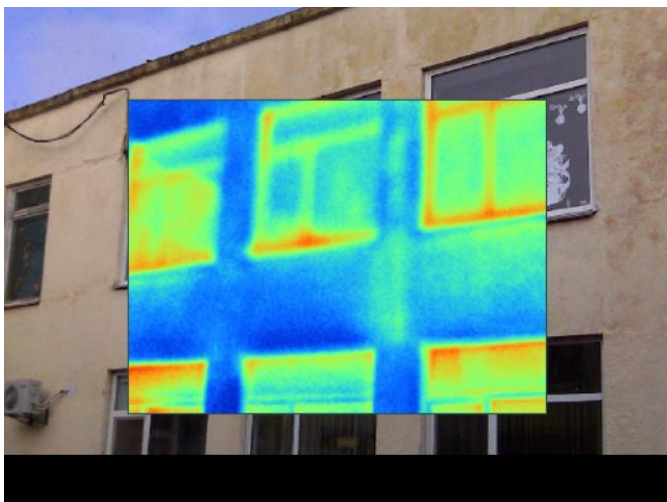
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.144.01 ВР 00 ПЗ

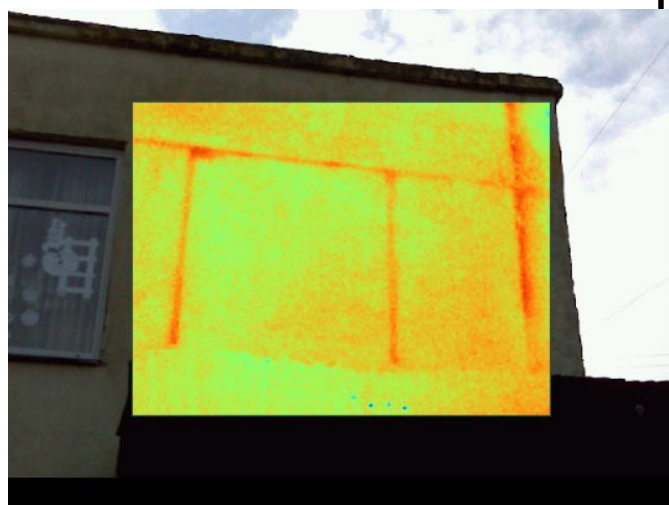
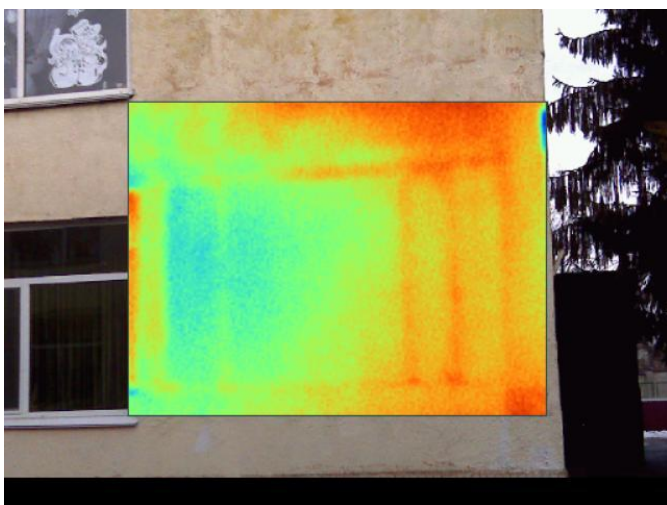
Арк.

56

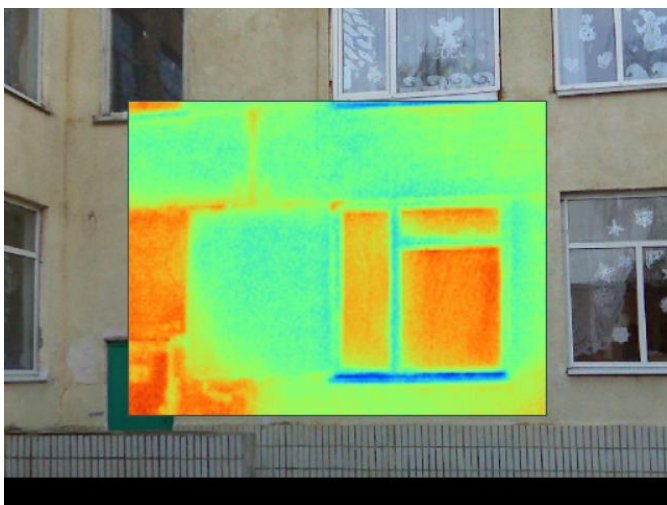




Відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення, та в місцях з'єднання панельних блоків стінових конструкцій, що свідчить про значну втрату їх опору теплопередачі.



Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни, особливо в місцях з'єднання панельних блоків, свідчить про значну втрату її опору теплопередачі внаслідок їх зволоження і руйнації



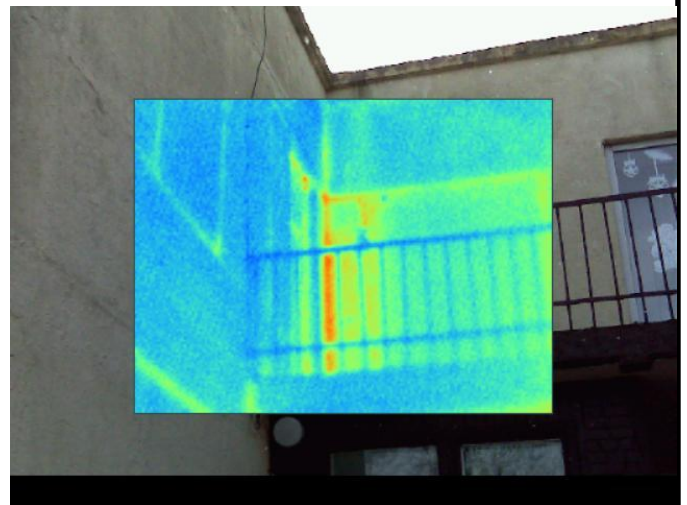
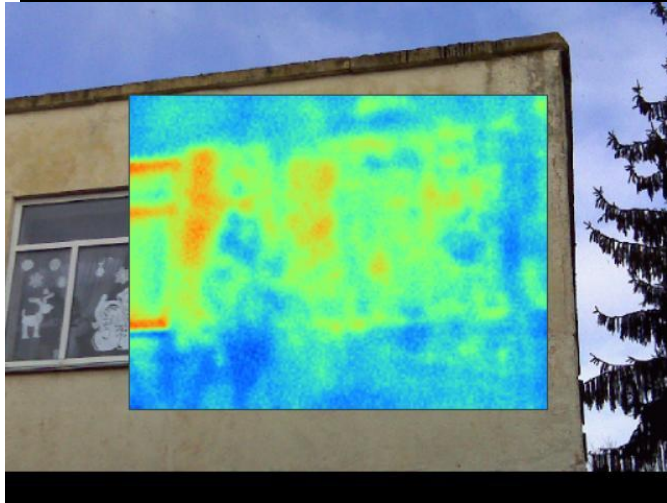
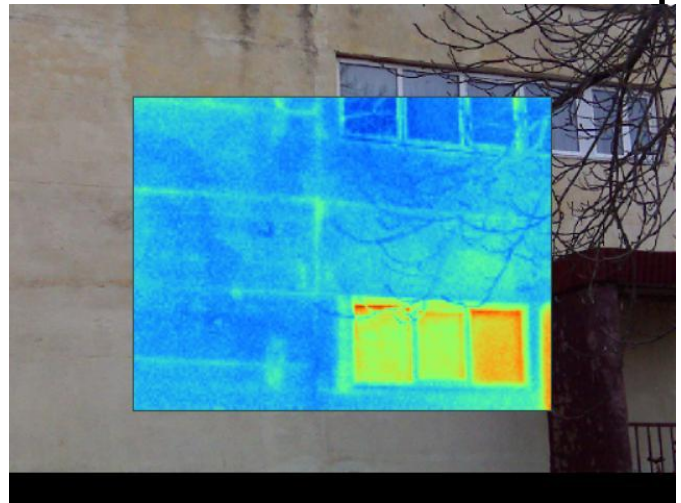
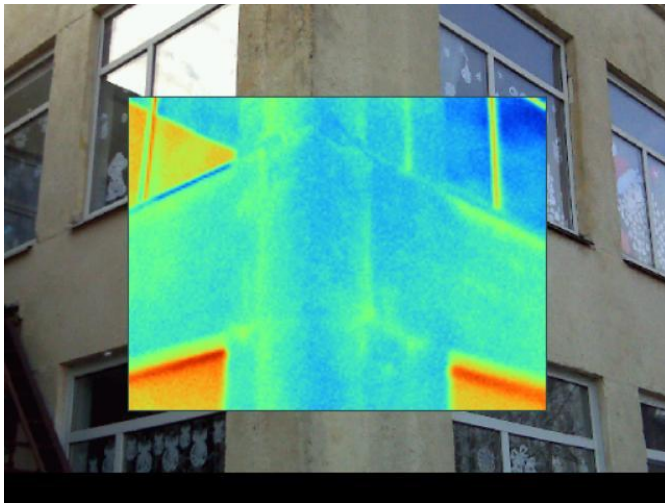
Джерелом інтенсивної втрати тепла будівлі є ділянки з'єднання віконних рам до стіни. Неякісний монтаж віконних конструкцій обумовлює значні втрати тепла з приміщень.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.144.01 ВР 00 ПЗ

Арк.

57



Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщень, а саме:

- через недопустиму руйнацію огорожувальних конструкцій, особливо в місцях з'єднання панельних блоків, і наявність стінових тріщин є причиною інтенсивного зволоження і промерзання стін;
- підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.144.01 ВР 00 ПЗ

Арк.

58