

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

Корж Вікторія Павлівна

ТЕМА: «РОЗРОБКА ЕНЕРГО-, ЕКОЛОГО- ТА ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ
ДЛЯ ПОКРАЩАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЛІ ДНЗ № 30»

Кваліфікаційна робота магістра
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

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

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Сапожніков С.В.

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

_____ К.Т.Н, доцент

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ПГМ
Сотник М.І.

« » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача Корж Вікторії Павлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Розробка енерго-, еколого- та економічних рішень для покращання енергозабезпечення будівлі ДНЗ № 30»

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2021 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 13.12.2021 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Представлення результатів з аналізу літературних та інформаційних джерел з сучасного стану питання за темою роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

Розділ 1 – Визначення вихідних даних, та їх характеристика (Опис дійсного стану об'єкта; аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та його аналіз).

Розділ 2 – Результати розрахунку задач за визначеною методикою (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом розрахункового дослідження. Аналіз отриманих результатів.).

Розділ 3 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом проведеної роботи. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження).

Розділ 4 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. (Аналіз небезпечних

і шкідливих факторів на об'єкті дослідження за тематикою роботи).

Загальні висновки.

5 Консультанти кваліфікаційної роботи, із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях			

6 Дата видачі завдання 01.11.2021 р

Керівник

Сапожніков С.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 01.11 до 28.11.2021	
2	Захист переддипломної практики	до 05.12.2021	
3	Виконання 1-го розділу	до 21.11.2021	
4	Виконання 2-го розділу	до 30.11.2021	
5	Виконання 3-го розділу	до 11.12.2021	
6	Представлення виконаної роботи	до 13.12.2021	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2021	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2021	
9			
10			

Студент-магістр

Корж В.П.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник випускної роботи

Сапожніков С.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 92 с., 18 таблиць, 22 рисунків, 2 додатки, 37 літературних джерел.

Мета роботи: Розробка енерго-, еколого- та економічних рішень для покращання енергозабезпечення будівлі.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів у закладі.
- визначення основних еколого, та техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі ДНЗ №30 «Чебурашка».

Об'єктом є використання енергоносіїв в ДНЗ №30.

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

Тема роботи – «Розробка енерго-, еколого- та економічних рішень для покращання енергозабезпечення будівлі ДНЗ № 30»

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	11
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження	11
1.2 Опис дійсного стану будівлі	12
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта..	13
1.3.1 Система опалення	13
1.3.2 Система електропостачання.....	14
1.3.3 Система водопостачання.....	14
1.3.4 Система вентиляції.....	15
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	15
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	17
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	17
1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла.....	17
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	19
1.4.3 Аналіз обсягів споживання води	20
1.5 Опис методів та приладів вимірювання.....	22
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	24
2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі	24
2.1.1 Визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій..	24
2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі	29
2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі.....	36
2.2 Аналіз теплового балансу будівлі	39
2.2.1 Фактична питома опалювальна характеристика будівлі.....	40
2.2.2 Максимальна розрахункова тепла потужність буд.....	40
2.2.3 Визначення класу енергоефективності будівлі	41

2.2.4	Питома тепла витрата енергії на опалення будинку	41
2.2.5	Розрахунок різниці фактичного значення питомої енергопотреби..	41
3.	РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	42
3.1	Опис можливих енергозбережних заходів	42
3.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	42
3.2.1	Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін).....	42
3.2.2	Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (горища).....	47
3.2.3	Заміна старих дерев`яних вікон	50
3.2.4	Заміна ламп розжарювання на більш енергозберігаючі	53
3.2.5	Встановлення сенсорної насадки на крани для холодної води.....	55
3.2.6.	Впровадження системи моніторингу теплоспоживання.....	57
3.2.7	Встановлення автономної сонячної електростанції.....	60
3.3	Визначення обсягів викидів стаціонарними джерелами.....	70
3.4	Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів.....	73
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	80
4.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об`єкті дослідження.....	80
4.1.1	Механічна безпека.....	80
4.1.2	Електробезпека.....	81
4.1.3	мікроклімат приміщення.....	81
4.1.4	Освітлення робочої зони.....	82
4.1.5	Пожежна безпека.....	83
	ВИСНОВКИ.....	85
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
	ДОДАТОК А.....	91
	ДОДАТОК Б.....	92

ВСТУП

До найактуальніших проблем сучасного суспільства належить організація раціонального енергоспоживання з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище, обачливим використанням енергетичних ресурсів за розумного та достатнього задоволення технологічних і побутових потреб громадян у всіх видах і формах енергії [1].

Відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», державна політика у сфері енергоефективності базується на засадах забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель, відповідно до національних стандартів, норм і правил, що полягає у стимулюванні зменшення споживання енергії в будівлях, забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу, створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, проведення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії, розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії [2].

Основною причиною, що спонукала до впровадження енергоменеджменту в Україні, це, звичайно, видатки на придбання енергоносіїв, які невпинно зростають внаслідок національних і світових тенденцій до підвищення цін на енергію та енергоресурси. Сьогодні ці витрати впевнено займають верхні сходинки у видатках із бюджету після заробітної плати та нарахувань на неї і мають стійку тенденцію до подальшого зростання. Значна частина цих ресурсів використовується нераціонально через застарілі технології, низьку якість експлуатації будівель та енергетичного обладнання, а також через відсутність якісного управління процесами генерування та доставки енергоресурсів і їх споживання. Саме тому енергоменеджмент було обрано як один із пріоритетних напрямків розвитку цих муніципалітетів. Цей вид управлінської діяльності спирається

на спеціальну політику міської ради у питаннях використання енергоресурсів, має власні цілі та завдання, відповідну організаційну структуру, кадрове, інформаційне та фінансове забезпечення, особливі процедури планування, впровадження, оцінки діяльностей у сфері енергокористування [1].

Під енергетичним аудитом розуміють обстеження підприємств, організацій, будинків і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і допомоги підприємству в здійсненні економії на практиці шляхом впровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві (у будинку) системи енергетичного менеджменту [3].

Енергетичне обстеження проводиться енергосервісними компаніями чи незалежними експертами (енергоаудиторами), що уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення. Енергоаудитором може бути громадянин України, що одержав професійну підготовку і має відповідний сертифікат. Ефективність і повнота енергетичного обстеження залежать від кваліфікації і досвіду енергоаудитора [4].

Завдяки енергетичному обстеженню можна точно визначити причини зайвої витрати енергоресурсів, реальне використання енергії та потенціалу енергозбереження, та розробити програму зниження втрат енергії і способів їх впровадження.

Актуальність роботи полягає у тому, що у сфері енергоспоживання бюджетних установ та комунальних підприємств муніципалітетів сьогодні здебільшого домінують енергозатратні технологічні підходи. Сучасні технологічні можливості енергоефективного поліпшення будівель і систем, зокрема регулювання споживання енергії в залежності від обсягу завдань та функцій, використовуються дуже слабо. Рівень обслуговування будівель,

систем та обладнання залишається вкрай низьким. Роботи з розробки та впровадження заходів з енергозбереження носять спонтанний характер.

Міський бюджет виступає практично єдиним джерелом реалізації проектів з енергозбереження в інфраструктурі міста. Свідомість керівників установ, як і пересічних користувачів послуг, є виразно орієнтована на розв'язки у ділянці виробництва енергії. Це особливо дається взнаки коли доводиться вирішувати критичні проблеми енергокористування міст. Управлінські рішення з питань підвищення ефективності використання енергоресурсів носять інтуїтивний характер. Цілісна система управління процесами енергоспоживання відсутня. У штаті міських рад бракує спеціалістів, знайомих з теорією і практикою енергоменеджменту для громадських будівель. Моніторинг споживання енергоресурсів здійснюють на місцях у примітивній формі. Аналіз ефективності використання енергії не проводиться. Все це призводить не тільки до необґрунтовано високих втрат енергоресурсів через наявність застарілих технологій та недотримання технологічних режимів експлуатації будівель, але й до катастрофічного зниження якості енергетичних послуг при спробах організувати заощадження енергоресурсів [1].

Головною метою магістерської роботи є проведення оцінки ефективності використання всіх енергоносіїв у закладі. Допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енерговикористання, визначення першочергових заходів з енергозбереження у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження та оцінку їх ефективності з використання.

Предметом даної роботи є системи тепло – та електропостачання, та холодного водопостачання і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Завдання, які вирішувалися при проведенні роботи:

- збір інформації загальних відомостей про об'єкт, проведення

обстеження огорожувальних конструкцій, обстеження систем тепло-, електро-та водопостачання будинку.

- визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, визначення видів тепловтрат будівлі, визначення видів теплонадходжень будівлі, проведення аналізу теплового балансу будівлі.

- розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів у будинку.

- визначення основних еколого, та техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Об'єктом енергетичного обстеження є Сумський дошкільний навчальний заклад №30 «Чебурашка», що знаходиться за адресою: вул. Романа Атаманюка, 13а, м. Суми, Сумська область, 40030.

Предметом дослідження в роботі є енергетичні процеси, які відбуваються в досліджуваній мною будівлі а також у системах енергоспоживання.

Автором зібрано статистичні дані за минулі три роки щодо функціонування систем енергоспоживання будівлі. Проаналізовано режими та обсяги споживання теплової енергії, електричної енергії, води.

Виконано розробку енерго-, еколого- та економічних рішень для покращання енергозабезпечення будівлі.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є Сумський дошкільній навчальний заклад №30 "Чебурашка" підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Романа Атаманюка, 13а, м. Суми, Сумська область, 40030 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Сумський дошкільній навчальний заклад №30
«Чебурашка»

Технічні характеристики будівлі:

- рік забудови 1974р.;
- кількість поверхів 2;
- опалювальна площа 1992,7м²;
- площа забудови 2009,8 м²;

- опалювальний об'єм будівлі 11956,2 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми вимірами 12058,8 м³.

У закладі працює 62 працівників та виховується 230 дітей у 12 групах. Будівля сумського ДНЗ №30 складається з двох поверхів та підвального приміщення.

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7⁰⁰ години до 19⁰⁰ години.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент даного дошкільного закладу виконаний із залізобетонну. По периметру всієї будівлі виконана відмостка. Підвальне приміщення має стіни із бетонних блоків, зовнішні і внутрішні стіни будівлі із цегли звичайної на цементно-піщаному розчині, присутня облицювальна керамічна плитка. Внутрішні перегородки цегляні. Підлога із залізобетонних плит, покрита лінолеумом, місцями керамічною плиткою. Суміжне покриття також залізобетонне, вкрите керамзитом, дах шиферний. Сходи в будівлі збірні, одноярусні, з набірними східцями.

При проведенні обстеження будівлі було встановлено, що загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є незадовільним. Стіни будівлі облицьовані керамічною плиткою, яка в переважній кількості пошкоджена, але явні тріщини в будівлі відсутні, також, візуальний вигляд будівлі значною мірою погіршують старі дерев'яні вікна, теплові властивості яких знаходяться на низькому рівні, по периметру всієї будівлі виконана відмостка. Будівля має 8 входів (3 центральних та 5 службових), кожен з яких виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей. Стан вентиляційної системи є задовільним.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 30 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ "КОТЕЛЬНЯ ПІВНІЧНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВУЗЛА" договір № МБ30-6/210039 від 22.02.2020 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 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 вільний.

1.3.2 Система електропостачання

Електроспоживання йде на систему освітлення та систему технічного електрообладнання.

Електропостачання відбувається від трансформаторної підстанції ТП-163, до якої підходить лінії електричних передач з номінальною напругою 0,4 кВт. Договір про постачання електроенергії з ПАТ «Сумиобленерго», договір №18-8014 від 01.01.20 року.

Система освітлення складається із світильників з люмінесцентними лампами, та з лампами розжарювання. Основне енергоспоживаюче устаткування в системі технічного електрообладнання: пральні машини, сушарка, праска, комп'ютери, аудіосистема, електроплити, жарова шафа, витяжка, холодильники.

При проведенні енергетичного обстеження було виявлено недоліки в використанні енергозатратних ламп розжарювання, а також плафонів з низькою світлопровідністю, які в значній мірі знижують енергоефективність самих ламп.

1.3.3 Система водопостачання

Тип водопостачання централізований, здійснюється комунальним підприємством КП «Міськводоканал» СМР на підставі договору №3790 від 01.01.20 року. Всього до будівлі один підвід води по металевій трубі діаметром 80 мм, які з'єднуються з трубами, які розподіляють воду по всьому закладу. Циркуляційний трубопровід розташований розташоване у підвальному приміщенні. Тиск води на вході в будівлю 0,3 МПа. Система каналізації влаштована так, як і система водопостачання. Основними споживачами води є працівники, обслуговуючий персонал та вихованці

закладу, основна кількість води використовується на приготування їжі, прання, та в туалетах.

1.3.4 Система вентиляції

У будівлі наявна природна вентиляція системою стоякових трубопроводів, які з'єднують усі приміщення. Повітря і вуглекислий газ, піднімаючись до стелі, втягуються у вентиляційні шахти і далі через них виходить у навколишнє середовище. Стан вентиляційної системи задовільний.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла LQM ПІД (рис. 1.2), заводський номер: 0134/0413. У теплопункті водолічильник, який під'єднаний до теплолічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром 76мм з діаметром умовного проходу 65мм. Термін повірки –10 травня 2018 року, повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».



Рисунок 1.2– Лічильник теплової енергії LQM ПІД

Облік споживання електроенергії виконується лічильником електроенергії типу Мередіан СОЭ-1.02/5КРТД (рис.1.3), Лічильник знаходяться в електрощитовій на вводі до будівлі. Термін повірки – 08 серпня 2017 року, повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».



Рисунок 1.3– Лічильник електричної енергії Мередіан СОЭ-1.02/5КРТД

Облік споживання холодної води ведеться за показанням лічильника холодної води Gross WPK-UA Ду 80 (рис.1.4), встановлено у вузлі вводу. Термін повірки – 9 червня 2017 року, повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».



Рисунок 1.4– Лічильник води Gross WPK-UA

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на період 01 січня 2021 року з ПДВ:

Тариф на теплоенергію – 1620,97 грн/Гкал.

Тариф на електроенергію – 3,4 грн/кВт·год.

Тариф на холодну воду – 9,98 грн/м³.

Тариф на водовідведення – 10,22 грн/м³.

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2020 роки наведена у табл. 1.1 та на рис. 1.5 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2018–2020 роки .

Таблиця 1.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018– 2020 роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	89,762	83,954
Лютий	X	73,412	72,599
Березень	X	60,814	34,82
Квітень	X	–	–
Травень	–	–	–
Червень	–	–	–

Продовження таблиці 1.1

Липень	–	–	–
Серпень	–	–	–
Вересень	–	–	–
Жовтень	0,359	12,622	17,48
Листопад	59,069	44,487	58,35
Грудень	73,698	62,822	72,8
Всього	133,126	343,919	340,003

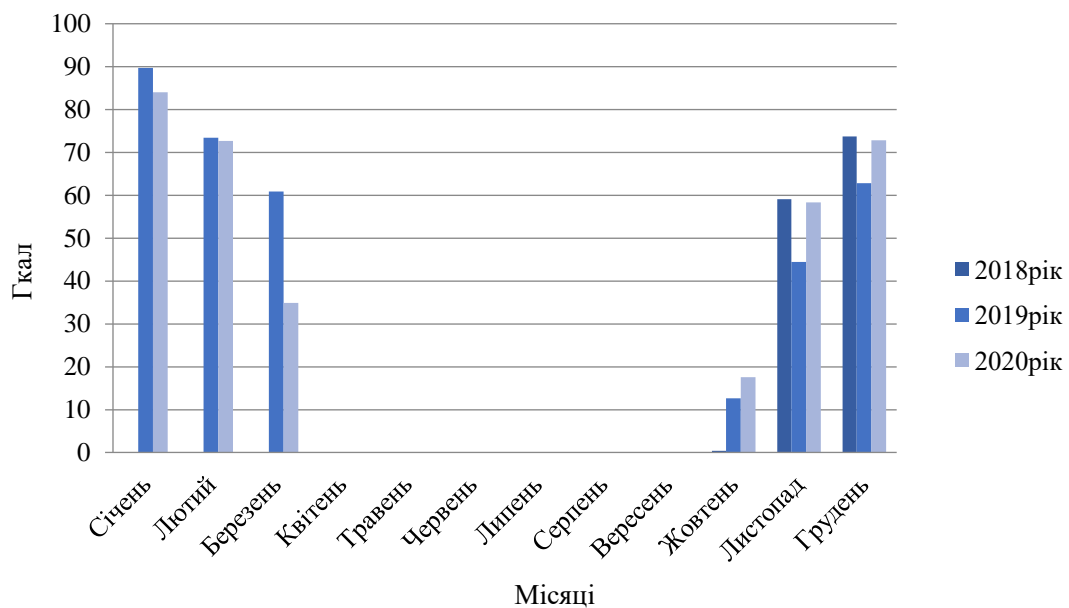


Рисунок 1.5 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2018–2020 роки

Графік динаміки за 2018–2020 роки показує, що споживання теплової енергії дошкільним навчальним закладом №30 відбувається тільки під час опалювального сезону, який триває протягом 6 місяців, в інший час теплове навантаження будівлі відсутнє. Найбільша кількість теплової енергії споживається в зимові місяці як в найхолодніший час. У весняні і осінні місяці споживання теплоти менше, ніж в зимові, оскільки здійснюється регулювання температури теплоносія для створення комфортніших умов в приміщеннях у відповідності зі змінами температури за вікном.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Кількість електроенергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2020 роки наведена у табл. 1.2 та на рис. 1.6 приведена динаміка споживання електроенергії будівлею за 2018–2020 роки .

Таблиця 1.2 – Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2018– 2020 роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	х	3980	4473
Лютий	х	4080	4202
Березень	х	3370	2214
Квітень	4304	2951	481
Травень	4154	4505	642
Червень	2965	3180	2071
Липень	3241	3146	2644
Серпень	3356	3214	2853
Вересень	3850	4155	3770
Жовтень	4629	5061	4242
Листопад	4523	4704	4291
Грудень	3984	4662	4612
Всього	35006	35578	25606

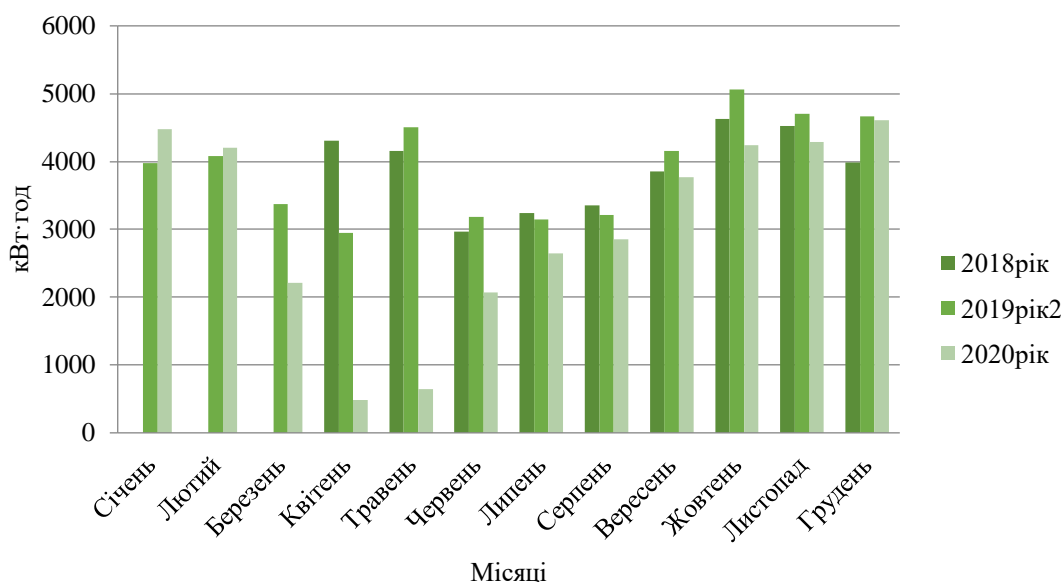


Рисунок 1.6 –Динаміка споживання електроенергії будівлею за 2018–2020 роки

Із діаграми приведеної динаміки споживання електроенергії будівлі видно, що ДНЗ №30 в теплі місяці споживає менше світла ніж в холодну пору року, це зумовлено зменшенням використання світла по всій будівлі, через значно меншу кількість вихованців в дитячому садочку та меншу кількість працівників. Також причиною зниження використання електроенергією в літні часи, являється збільшення світлового дня. А також 2020 рік має значно менші показники з березня місяця по липень, що зумовлене з нестабільною роботою закладу пов'язаною з карантинном з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання води

Кількість спожитої води, спожитої будівлею закладу за 2018–2020 роки наведена у табл. 1.3 та на рис. 1.7, приведена динаміка споживання холодної води будівлею за 2018–2020 роки .

Таблиця 1.3 – Кількість холодної води, спожитої будівлею закладу за 2018– 2020 роки

Місяці	Споживання холодної води, м ³		
	2018 рік	2019 рік	2020 рік
Січень	х	220	220
Лютий	х	214	206
Березень	х	226	133
Квітень	210,00	220,00	55
Травень	229,00	251,00	97
Червень	168,00	174,00	116
Липень	188,00	160,00	154
Серпень	190,00	178,00	147
Вересень	221,00	224,00	212
Жовтень	220,00	191,00	211
Листопад	226,00	215,00	197
Грудень	196,00	203,00	198
Всього	1848	1816	1387

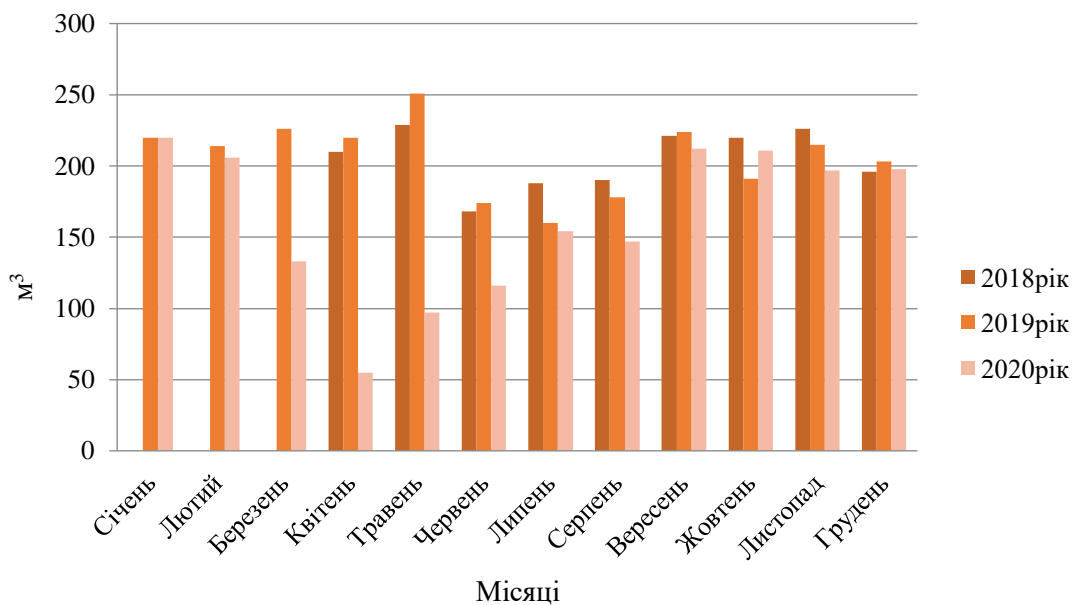


Рисунок 1.7 – Динаміка споживання холодної води будівлею за 2018– 2020 роки

Споживання води нерівномірне протягом року. Перепади у споживанні води пов'язані з канікулами у літній період. З початком настання осені рівень споживання води збільшується. А також 2020 рік має значно менші показники з березня місяця по червень, що зумовлене з нестабільною роботою закладу пов'язаною з карантинном з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19.

1.5 Опис методу та приладу вимірювання

Для температурного обстеження стану огорожувальної конструкції будівлі був використаний (тепловізор Fluke Ti25 рис 1.8).



Рисунок 1.8 – Тепловізор Fluke Ti25

Характеристика даного тепловізара:

1. Діапазон вимірювання температури: від -20 до $+350$ °C.
2. Похибка вимірювання температури: ± 2 °C.
3. Мінімальна відстань фокусування: 15 см.
4. Частота зміни кадра: 9 Гц.
5. Тип інфрачервоного об'єктива: 20мм, F=0,8.

6. Спектральний діапазон: від 7,5 мкм до 14 мкм.

7. Час автономної роботи від батареї: 3–4 год.

Завдяки тепловізору Fluke Ti25, можна без труднощів визначити температуру стін, місця тепловтрати в огорожувальній конструкції, та ефективність роботи опалювальних приладів будівлі [5].

Тепловізійний аналіз дійсного стану огорожуючи конструкцій, місць втрат тепла наведено у Додатку Б. На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила -2°C . Середня температура всередині приміщень становила 20°C . У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям.

Під час тепловізійного обстеження було зроблено 39 термограми.

Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщення, а саме:

-через віконні конструкції (велика площа скління та неякісне ущільнення на ділянках прилягання віконних рам до стін);

-підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;

- відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення.

Незадовільний стан застарілої конструкції дерев'яних вікон обумовлює значні втрати тепла з приміщень. Також втрати відбуваються через стіни в місцях розташування у приміщенні опалювального приладу, що є причиною недостатньої товщини стіни. Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про значну втрату її опору теплопередачі внаслідок зволоження та невідповідності сучасним нормам теплового опору стін.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

2.1.1 Визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ повинний бути не менше за вимогами значень $R_{q_{\min}}$ які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження. Дані взяті з методичних вказівок [6].

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

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q_{\min}}, \quad (2.1)$$

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

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

Мінімально допустиме значення, $R_{q_{\min}}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно

від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [6].

Термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою [6]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (2.2)$$

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [6].

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.3)$$

де α_B , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К) [6];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м²·К) [6];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (2.2), м²·К/Вт.

Якщо $R_{\Sigma np} < R_{q_{\min}}$ – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

В таблиці 2.1 наведенні конструктивні елементи зовнішніх

огороджувальних конструкцій ДНЗ№30 для I температурної зони, які потрібні для подальших розрахунків

Таблиця 2.1 – Конструктивні елементи зовнішніх огороджувальних конструкцій ДНЗ№30

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81
		Плитка керамічна	0,005	1,1
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Керамзит	0,15	0,12
		Руберойд	0,01	0,17
3	Вікна	Дерев'яні	–	–
		Металопластиків і з двокамерним склопакетом	–	–
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81
		Керамічна плитка	0,005	1,1
5	Двері	Дерев'яні	0,05	6,9
		Залізні	0,004	221

2.1.1.1 Розрахунок термічного опору стін: за формулою (2.2) та даними з таблиці 2.1 знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

$$R_{\text{ст1}} = \frac{0,51}{0,81} = 0,629 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$R_{ст2} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{ст3} = \frac{0,005}{1,1} = 0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні для зовнішніх стін дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ [7].

Приведений опір теплопередачі для стін визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np}^{ст} = \frac{1}{8,7} + 0,629 + 0,037 + 0,005 + \frac{1}{23} = 0,829 \approx 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін громадських будинків дорівнює $R_{q min}^{ст} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, умова не виконується $R_{\Sigma np}^{ст} = 0,829 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} < R_{q min}^{ст} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, отже, стіни будівлі потребують утеплення.

2.1.1.2 Термічний опір вікон: приведений опір теплопередачі віконних конструкцій будівлі становить для дерев'яних з подвійним склінням $R_{BK1} = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ [7]. Отже, приведений опір теплопередачі вікон менший за необхідний $R_{\Sigma np}^{BK} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ [8].

2.1.1.3 Термічний опір підлоги: за формулою (2.2) та даними з таблиці 2.1 опір теплопередачі кожного шару підлоги:

$$R_{пдл1} = \frac{0,22}{1,92} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{пдл2} = \frac{0,04}{0,81} = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{\text{пдл2}} = \frac{0,004}{1,1} = 0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для перекриттів над холодними підвалами дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ [7].

Приведений опір теплопередачі підлоги визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma \text{np}}^{\text{пдл}} = \frac{1}{8,7} + 0,17 + 0,05 + 0,011 + \frac{1}{6} = 0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

2.1.1.4 Термічний опір суміщеного покриття: за формулою (2.2) та даними з таблиці 2.1 опір теплопередачі кожного шару суміжного:

$$R_{\text{см1}} = \frac{0,22}{1,92} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{\text{см2}} = \frac{0,15}{0,12} = 1,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$R_{\text{см2}} = \frac{0,01}{0,17} = 0,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для суміжного покриття дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ [7].

Приведений опір теплопередачі суміжного покриття визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma \text{np}}^{\text{см}} = \frac{1}{8,7} + 0,11 + 1,25 + 0,06 + \frac{1}{23} = 1,58 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

2.1.1.5 Термічний опір дверей: за формулою (2.2) та даними з таблиці 2.1 опір теплопередачі кожних дверей:

$$R_{дв1} = \frac{0,5}{6,9} = 0,072 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{дв2} = \frac{0,004}{221} = 0,00002 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для дверей дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ [7].

Приведені опори теплопередачі дверей визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np1}^{дв} = \frac{1}{8,7} + 0,072 + \frac{1}{23} = 0,23 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{\Sigma np1}^{дв} = \frac{1}{8,7} + 0,00002 + \frac{1}{23} = 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі при їх дійсному стані [6]

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де $F_{огр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м^2 ;

$R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,

$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

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

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

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [6]:

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{Вт} \quad (2.5)$$

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

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

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [6]:

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

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи [6]:

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{Вт} \quad (2.7)$$

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

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

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження, для світлопрозорих конструкцій житлових та громадських будинків, виробничих будинків із кондиціонуванням $G_{н.вкн}=6$ кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа віконних прорізів, м².

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію [6]:

$$Q_B = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_3) \cdot n_k \cdot k_V, \text{Вт} \quad (2.8)$$

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

t_B і t_3 – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

V_{Π} – внутрішній об'єм приміщення, м³;

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³;

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹;

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання, приймаємо $k_V=0,85$ [6].

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою [6]:

$$n_k = \frac{\left| \left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho C} \right) \right|}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ГОД}^{-1} \quad (2.9)$$

де L_V – кількість припливного повітря в будинок у разі припливної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м³/год, дорівнює для дитячих дошкільних закладів $7 \cdot F_p$;

v_V – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій.

Для розрахунків приймається $v_v = 0,85$;

F_p – розрахункова площа будівлі, м²;

n_v – кількість годин роботи вентиляції протягом однієї доби, год;

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

$G_{\text{інф}}$ – кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot v_v \cdot V_{\text{п}}$;

ρ_c – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції (2.20), кг/м³;

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається 0,8 .

2.1.2.1 Виконання розрахунків: При проведенні вимірювань універсальним вимірювачем температури у середині приміщення було визначено, що температура у ДНЗ№30 дорівнює 22°C (табл. 1.4) і відповідає вимогам температурного режиму [8].

Тому приймаємо наступні нормативні величини температур [7]:

– внутрішня температура приміщень $t_b = 22^{\circ}\text{C}$;

– температура зовнішнього повітря $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$ [7] (дані беруться для м. Суми, яке розташоване в I температурній зоні).

2.1.2.1.1 Розрахунок тепловтрат через стіни при їх дійсному стані:

$F_{\text{ст}}=1185,54\text{м}^2$; $R_{\Sigma \text{ ПР}} = 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $t_b= 22^{\circ}\text{C}$; $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$; $n=1$ [6], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1156,46}{0,83} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 65486 \text{Вт.}$$

2.1.2.1.2 Розрахунок тепловтрат через вікна при їх дійсному стані:

Знайдемо тепловтрати через кожен вид віконної рами окремо:

1) $F_{\text{вкн}}=39\text{м}^2$; $R_{\Sigma\text{ПР}} = 0,6\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$; $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{С}$; $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{С}$; $n=1$ [6], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{вкн1}} = \frac{39}{0,75} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 2444 \text{ Вт.}$$

2) $F_{\text{вкн}}=447,5\text{м}^2$; $R_{\Sigma\text{ПР}} = 0,2\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$; $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{С}$; $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{С}$; $n=1$ [6], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{вкн2}} = \frac{447,5}{0,2} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 52581 \text{ Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через віконні конструкції будуть становити:

$$Q_{\text{вкн}} = Q_{\text{вкн1}} + Q_{\text{вкн2}};$$

$$Q_{\text{вкн}} = 2444 + 52581 = 55025 \text{ Вт.}$$

2.1.2.1.3 Розрахунок тепловтрат через підлогу при її дійсному стані:

$F_{\text{підл}}=2009,8\text{м}^2$; $R_{\Sigma\text{ПР}} = 0,34\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$; $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{С}$; $t_{\text{з}} = +8^{\circ}\text{С}$ [6]; $n=0,4$ в будівлі є неопалювальний підвал [6]:

$$Q_{\text{підл}} = \frac{2009,8}{0,34} \cdot (22 - 8) \cdot 0,4 = 33103 \text{ Вт.}$$

2.1.2.1.4 Розрахунок тепловтрат через суміжне покриття при його дійсному стані:

$F_{\text{см}}=2009,8\text{м}^2$; $R_{\Sigma\text{ПР}} = 1,58\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$; $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{С}$; $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{С}$; $n=0,9$ [6], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{см}} = \frac{2009,8}{1,58} \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,9 = 53807 \text{Вт.}$$

2.1.2.1.5 Розрахунок тепловтрат через два види дверей при їх дійсному стані:

1) дерев`яні: $F_{\text{дв1}}=9,86\text{м}^2$; $R_{\Sigma \text{ПР1}} = 0,23\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$; $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$; $n=1$ [6], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{дв1}} = \frac{9,86}{0,23} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 2014 \text{ Вт.}$$

2) залізні: $F_{\text{дв2}}=8,6\text{м}^2$; $R_{\Sigma \text{ПР2}} = 0,15\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$Q_{\text{дв2}} = \frac{8,6}{0,15} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 2694 \text{Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через віконні конструкції будуть становити:

$$Q_{\text{дв}} = Q_{\text{дв1}} + Q_{\text{дв2}};$$

$$Q_{\text{дв}} = 2014 + 2694 = 4708 \text{Вт.}$$

2.1.2.1.6 Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків визначаємо за формулою (2.5) :

$$Q_{\text{ор}}^{\partial} = 65486 \cdot 0,13 = 8513 \text{Вт.}$$

2.1.2.1.7 Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами визначаємо за формулою (2.6):

$$Q_{\text{пдл}}^{\partial} = 0,05 \cdot 111130 = 5557 \text{Вт.}$$

2.1.2.1.8 Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи (2.7):

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 486,5 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 38606 \text{ Вт.}$$

2.1.2.1.9 Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (2.8): Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою (2.9):

$$n_{\text{к}} = \frac{\left| \left(\frac{7 \cdot 2009,8 \cdot 2}{24} \right) + \left(\frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 11956,2 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 2,2} \right) \right|}{0,85 \cdot 11956,2} = 0,3 \text{ год}^{-1}.$$

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot 11956,2 \cdot 1,005 \cdot 1,4 \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,3 \cdot 0,85 = 52420 \text{ Вт.}$$

Проаналізувавши отримані дані вносимо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожувальної конструкції до таблиці 2.2, та представимо теплові втрати у графічному вигляді на рис. 2.1.

Таблиця 2.2 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	65,49	21
Вікна	52,6	17
Підлога	33,11	10
Суміжне покриття	53,8	17
Двері	4,7	2
Інфільтрація	38,6	12
Витяжна вентиляція	52,4	17
Інші додаткові втрати	14,1	4
Разом	373,9	100

Представимо теплові втрати у графічному вигляді на рис. 2.1.

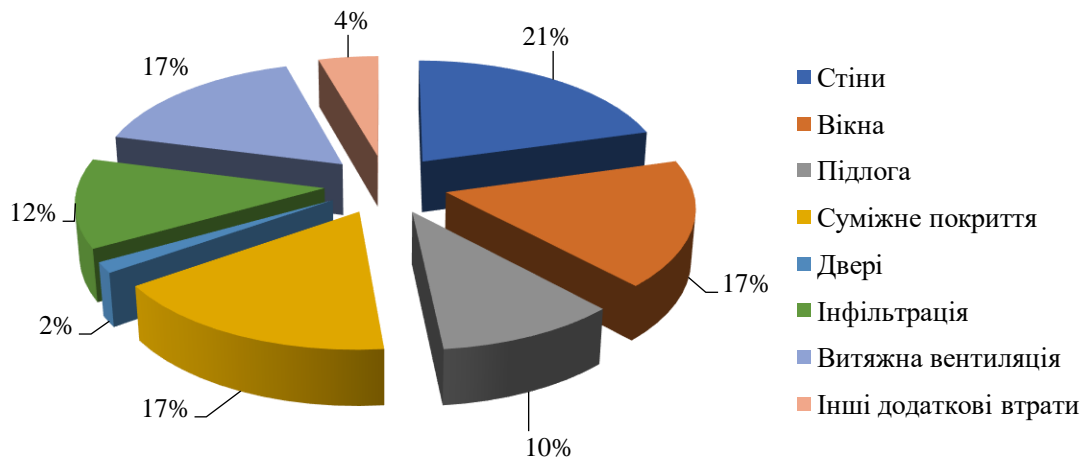


Рисунок 2.1 – Приведена діаграма теплових втрат будівлі

З розрахованих даних видно, що найбільші тепловтрати відбуваються через стіни 21%. Також суттєві втрати тепла приходяться на вікна 17% та суміжне покриття 17%. Це означає, що в першу чергу необхідно приділити увагу реконструкції стін, заміні старих вікон, та утепленню суміжного покриття.

2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі

Енергетичне обстеження проводиться в дитячому дошкільному закладі, тому за основні теплонадходження будівлі взяті теплонадходження від людей, від джерел освітлення та від сонячної радіації. Дані розрахунків взято з методичних вказівок [6].

Теплонадходження від людей:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \text{Вт} \quad (2.11)$$

де $q_{\text{л}}$ – явні теплонадходження від людей, Вт [6, додаток Б, табл. 11];

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

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{л}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot n_{\text{св}} \cdot k_{\text{з}}, \text{Вт} \quad (2.12)$$

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

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

люмінесцентні лампи – $k_{\text{осв}} = 0,4$);

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

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

Теплонадходження від сонячної радіації:

Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться. Цей вид теплонадходження враховується для будівель, що експлуатуються переважно у денний період доби [6]:

$$Q_{\text{рад}} = q_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} \cdot k_{\text{в.п}} + q_{\text{т}} \cdot F_{\text{т}} \cdot k_{\text{в.п}}, \text{Вт} \quad (2.13)$$

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

$F_{\text{с}}$, $F_{\text{т}}$ – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 ;

$k_{в.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при на половину затіненому вікні (штори) $k_{в.п}=0,5$.

2.1.3.1 Проведення розрахунків теплонадходження від людей за формулою (2.11):

Так як явні теплонадходження від людей в стані спокою при температурі 22°C дорівнює $q_{л}=102\text{Вт}$ – для чоловіків, для жінок виділяють $85\% = 86,7\text{Вт}$, а дітей – $75\% = 76,5\text{Вт}$ теплоти і вологи, що виділяється чоловіками [б, додток Б, табл. 11], то 6 робочих чоловіків будуть виділяти 612Вт , 56 працюючих жінок – 4855Вт і 230 вихованців – 17595Вт теплоти, в формулу підставляємо суму цих даних.

$$Q_{л} = 612 + 4855,2 + 17595 = 23062 \text{ Вт.}$$

2.1.3.2 Теплонадходження від джерел освітлення за формулою (2.12):

Від ламп розжарювання: (час роботи в середньому приймається 2 год тому $k_k = 120/60 = 2$)

- Потужністю 75 Вт: $Q_{осв} = 75 \cdot 0,95 \cdot 109 \cdot 2 = 15532\text{Вт}$;
- Потужністю 60 Вт: $Q_{осв} = 60 \cdot 0,95 \cdot 96 \cdot 2 = 7866 \text{ Вт}$.

Від люмінесцентних ламп: (встановлені в сушці, в пральні та подібних приміщеннях, час роботи в середньому приймається 1,5 год, отже $k_k = 2$)

- Потужністю 10 Вт: $Q_{осв} = 10 \cdot 0,95 \cdot 45 \cdot 1,5 = 641 \text{ Вт}$;
- Потужністю 18 Вт: $Q_{осв} = 10 \cdot 0,95 \cdot 24 \cdot 1,5 = 615 \text{ Вт}$.

2.1.3.3 Теплонадходження від сонячної радіації за формулою (2.13):

$$Q_{рад} = 250 \cdot 486,5 \cdot 0,5 + 100 \cdot 1523,3 \cdot 0,5 = 136978\text{Вт.}$$

2.2 Аналіз теплового балансу будівлі

Для отримання оцінки аналізу теплового балансу будівлі ДНЗ№30 при дійсному стані огорожувальних конструкцій визначимо фактичну питому опалювальну характеристику будівлі та максимальну розрахункову теплову потужність будівлі.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

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

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [9], $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_6}{F_6} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_6} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2.14)$$

де P_6 – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

F_6 – площа будівлі в межах периметра, м^2 ;

H_6 – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}$ – опір теплопередачі вікон, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (див. таблиця 2.1).

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

$$Q_{\phi} = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_{\phi} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.15)$$

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

$t_{\text{в}}$ – температура по приміщеннях будівлі, °С [8, табл.В.2];

$t_{\text{з.р}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С [9];

a – поправковий коефіцієнт, який визначається як [9]:

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

2.2.1 Фактична питома опалювальна характеристика будівлі (2.14):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{273,83}{2009,8} \cdot \left(\frac{1}{0,83} + 0,36 \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,83} \right) \right) + \frac{1}{6} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1,58} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,34} \right) = 0,73 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°С}$$

2.2.2 Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі (2.15):

$$Q_{\phi} = 1,01 \cdot 0,73 \cdot 11956,2 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 414 \text{ кВт}$$

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 незадовільним.

2.2.3 Визначення класу енергоефективності будівлі

Згідно ДБН В.2.6-31-2006, нормативні максимальні тепловитрати будинків та споруд дитячих дошкільних закладів (E_{\max}) складають 36 кВт · год/м³ [7].

2.2.4 Питома тепла витрата енергії на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{буд}}$ знаходимо за формулою [6]:

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{V_h}, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3, \quad (2.16)$$

де $Q_{\text{оп}}$ – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період, кВт·год.

$$q_{\text{буд}} = \frac{362041,9}{11956,2} = 30,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3.$$

2.2.5 Розрахунок різниці фактичного значення питомої енергопотребы будинку, $q_{\text{буд}}$ та значення, E_{\max} у відсотках % [7]:

$$E_{\max, \%} = \frac{(q_{\text{буд}} - E_{\max})}{E_{\max}} \cdot 100 \%, \quad (2.16)$$

$$E_{\max, \%} = \frac{(30,3 - 36)}{36} \cdot 100 \% = -0,16\%.$$

Отже відповідно до ДБН В.2.6-31, $E_{\max, \%} = -0,16$, можна зробити висновок, що ДНЗ №30 входить до С класу енергоефективності будинків [7].

3. РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Запропоновано такі основні напрямки роботи з підвищення енергоефективності в садочку:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- утеплення суміжного покриття (даху);
- заміна старих дерев`яних вікон;
- заміна ламп розжарювання на більш енергозберігаючі;
- встановлення сенсорної насадки на крани для холодної води;
- впровадження системи моніторингу;
- встановлення автономної сонячної станції.

3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

3.2.1 Утеплення огорожуючи конструкцій будівлі (стін)

3.2.1.1 Поточний стан: аналіз балансу теплової енергії показує, що 21% витрат тепла припадає на витрати через стіни будівлі. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то саме через них проходить більша частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по

будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

3.2.1.2 Опис можливих енергозбережень: для того щоб впровадження теплоізоляції було більш ефективне, рекомендується проводити зовнішнє утеплення стін, завдяки такому методу можна утеплити всю поверхню огорожувальної конструкції, а також вузли прилягання перекриттів, не порушуючи режиму роботи будівлі, та без зменшення корисної площі забудови. Зовнішнє утеплення стін також сприяє зупинці подальшого руйнування самих стін через коливання температур та проникнення вологи. Для утеплення стін будівлі (що являють собою цегляну кладку, штукатурку, та керамічну плитку) рекомендується мінеральна вата Технолайт екстра, яка являється негорючою, що відповідає нормам ДБН В.2.2-3 [10]. Теплопровідність такого матеріалу складає $\lambda = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ [7].

Необхідна товщина теплоізоляційного шару для утеплення стін визначається за формулою [11]:

$$\delta_{ym} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_z} \right) \right] \cdot \lambda_{ym} = [R_{q \min} - R_{\Sigma \text{пр}}] \cdot \lambda_{yt}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де λ_{ym} – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

α_e та α_z – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій відповідно, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

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

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

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

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

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [7] при $\lambda_{ym} = 0,045 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, за формулою (3.1):

$$\delta_{ym} = [3,3 - 0,83] \cdot 0,045 = 0,11 \text{ м.}$$

Величина площі стін, які необхідно утеплювати, без урахування площі віконних та дверних прорізів складає – $1156,46 \text{ м}^2$

Втрати теплової енергії через стіни до впровадження заходу склали $Q_{ст} = 65486 \text{ Вт}$.

Втрати теплової енергії через стіни після впровадження заходу за формулою (2.4):

$$Q_{ст}^1 = \frac{1156,46}{3,3} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 16471 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін знаходимо через різницю:

$$\Delta Q_{ст} = Q_{ст} - Q_{ст}^1, \text{ Вт} \quad (3.2)$$

$$\Delta Q_{ст} = 65486 - 16471 = 49015 \text{ Вт.}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу [11]:

$$Q_{ст}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{ст} \cdot \frac{(t_{в} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{в} - t_{з}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \quad (3.3)$$

де $t_{\text{ср.оп}} = -1,4^\circ\text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [12].

$n_{\text{оп}} = 187$ – тривалість опалювального періоду, діб [8].

$$Q_{ст}^{Ек.рік} = 49,015 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 109522 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [11]:

$$E_{річ} = Q_{ст}^{Ек.рік} \cdot C_{теп}, \text{ грн} \quad (3.4)$$

де $C_{теп}$ – вартість 1 Гкал.

$$109522 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} = 94,2 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1620,97 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2018–2020 рр. становить:

$$E_{річ} = 94,2 \cdot 1620,97 = 152695 \text{ грн}$$

3.2.1.3 Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [11]:

$$K = K_{осн} + K_{суп}, \text{ грн} \quad (3.5)$$

де $K_{осн}$ – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.3.1);

$K_{суп}$ – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [11]:

$$K_{суп} = 0,5 \cdot K_{осн}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Таблиця 3.1 – Вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та побіжних матеріалів за 1м² [13], [14], [15]

Матеріали	Одиниці вим.	Кількість	Ціна за 1м ²
Клейова штукатурка для мінвати Ceresit СТ 180	кг	5928	36,85
Мінеральна вата Технолайт екстра Товщина 100мм	м ²	1	113,50
Дюбель для кріплення теплоізоляції с пластиком гвіздком Wave 200мм	шт	7 113	84
Цокольний профіль	шт	1	36
Армсїтка Fiberglass	шт	23,7	3,2
Штукатурка для фасадів Ceresit СТ 74	кг	4149	71,6
Всього	-	-	345,15

Загальна площа огорожувальних конструкцій становить $S_{ст} = 1156,46 \text{ м}^2$, тоді орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме:

$$K_{осн} = 345,15 \cdot 1156,46 = 399152 \text{ грн}$$

$$K_{суп} = 0,5 \cdot 345,15 \cdot 1185,54 = 199576 \text{ грн}$$

$$K = 399152 + 199576 = 598728 \text{ грн}$$

3.2.1.4 Визначення терміну окупності:

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [8]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{років} \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{598728}{152695} = 3,9 \text{ роки.}$$

3.2.2 Утеплення суміжного покриття будівлі (даху)

3.2.2.1 Поточний стан: аналіз балансу теплової енергії показує, що 17% витрат тепла припадає на витрати через суміжне перекриття із дахом будівлі. Додаткове утеплення даху спеціальними матеріалами призведе до значного зменшення тепловтрат із приміщення дитячого садка і відповідно зменшити потужність опалення та оплату за спожиту теплову енергію.

3.2.2.2 Опис можливостей з енергозбереження: для утеплення суміжного перекриття із дахом (що являють собою бетонну плиту) рекомендується напилюваний пінополіуретан Elastospray LWP 1672/1 (HFO) на рисунку 3.1 показаний зовнішній вигляд матеріалу, який відноситься до групи горючості Г1, що відповідає нормам ДБН В.2.2-3 [16]. Теплопровідність такого матеріалу складає $\lambda = 0,02 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ [7].



Рисунок 3.1 – Напилюваний пінополіуретан

Необхідна товщина теплоізоляційного шару для утеплення стін визначається за формулою (3.1):

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору $3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [7] при $\lambda_{ym} = 0,02 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ [7], за формулою (3.1):

$$\delta_{ym} = [3,75 - 0,34] \cdot 0,02 = 0,07 \text{ м}$$

Величина площі, які необхідно утеплювати, складає – $2009,8 \text{ м}^2$

Втрати теплової енергії через стіни до впровадження заходу склали $Q_{ст} = 53807 \text{ Вт}$.

Втрати теплової енергії через дах після впровадження заходу за формулою (2.4):

$$Q_{ст}^1 = \frac{2009,8}{3,75} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 25189 \text{ Вт}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін знаходимо аналогічно як і для стін через різницю (3.2):

$$\Delta Q_{ст} = 53807 - 25189 = 28618 \text{ Вт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу аналогічно як і для стін знаходимо за формулою (3.5):

$$Q_{ст}^{\text{Ек.рік}} = 28,618 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 63946 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

Переведемо $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$ у $\text{Гкал}/\text{рік}$ [17]:

$$63946 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} = 55 \text{ Гкал}/\text{рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1620,97 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2018–2020 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 55 \cdot 1620,97 = 89153 \text{грн.}$$

3.2.2.3 Витрати на введення в експлуатацію: вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалу:

Так як ґорище не використовується, в цілях економії теплоізоляційний матеріал можна не покривати додатковим зовнішнім шаром, тому враховуємо ціну тільки самого теплоізоляційного матеріалу, вартість пінополіуретану Elastospay LWP 1672/1 (HFO) становить 152грн. за 1м^2 [18]

Загальна площа огорожувальних конструкцій становить $S_{\text{під}} = 2009,8\text{м}^2$, тоді орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме:

$$K_{\text{осн}} = 219,5 \cdot 2009,8 = 441151 \text{грн}$$

Величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) за формулою (3.6):

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot 441151 = 220576 \text{ грн}$$

Отже, орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме за формулою (3.7):

$$K = 441151 + 220576 = 661727 \text{грн}$$

3.2.2.4 Визначення терміну окупності: термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{661727}{89153} = 7,4 \text{років.}$$

3.2.3 Заміна старих дерев'яних вікон

3.2.3.1 Поточний стан: аналіз балансу теплової енергії показує, що значна частина витрат тепла, а саме 17%, припадає на тепловтрати через світлопрозорі огорожувальні конструкції будівлі. Причиною цьому є те, що майже вся кількість віконних рам в дитячому садку не замінена на більш енергозберігаючі, тому значного скорочення витрат теплової енергії будівлі, та зменшення плати за опалення можна досягти завдяки заміні застарілих віконних конструкцій.

3.2.3.2 Опис можливостей з енергозбереження: рекомендується провести повну заміну старих віконних рам на нові більш енергозберігаючі металопластикові вікна поворотно-відкидні з трикамерним склопакетом Korsa.

Тепловтрати крізь світлопрозорі огорожувальні конструкції до впровадження заходу складає за формулою (2.2):

Для дерев'яних з подвійним склінням $R_{\text{вк1}} = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

Загальна площа огорожувальних конструкцій із старих вікон становить $S_{\text{ст}} = 447,5 \text{ м}^2$.

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{447,5}{0,4} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 52581 \text{ Вт}$$

Тепловтрати крізь віконний отвір після впровадження заходу складуть

згідно формули (2.2):

Для металопластикових вікон з трьохкамерним склопакетом $R_{\Sigma np} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{447,5}{0,75} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 28043 \text{ Вт}$$

Економія витрат теплоти після заміни віконних рам (3.2) :

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 52581 - 28043 = 24538 \text{ Вт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу знаходимо за формулою(3.5):

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = 24,538 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 54828 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

Переведемо кВт · год/рік у Гкал/рік [17]:

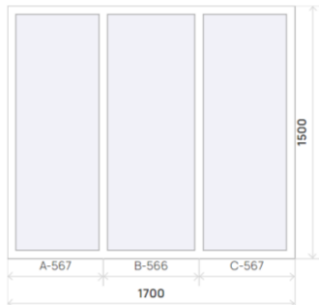
$$54828 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} = 47,1 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1620,97 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2018–2020 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 47,1 \cdot 1620,97 = 76348 \text{ грн.}$$

3.2.3.3 Витрати на введення в експлуатацію : в таблиці 3.2, наведені розміри, кількість та відповідні ціни за віконні рами фірми Korsa. Вартість монтажу входить в вартість вікна.

Таблиця 3.2 – Конструкція, розміри та ціни віконних рам [19]

Конструкція та розміри вікна	Кількість однотипних вікон, шт.	Вартість за 1 вікно, грн.	Загальна вартість, грн.
 <p>1400×1350мм</p>	68	5156	350608
 <p>1400×1695мм</p>	69	6000	414000
 <p>1500×1700мм</p>	61	5511	336171
Всього	-	-	1100779

Отже, орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонуваного заходу становитиме $K = 1100779$ грн.

3.2.3.4 Визначення терміну окупності: термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{1100779}{76348} = 14,4 \text{ років.}$$

3.2.4 Заміна ламп розжарювання на більш енергозберігаючі

3.2.4.1 Поточний стан: у закладі налічується 311 ламп розжарювання, із них: 250 шт. – це лампи розжарення по 60Вт зі світловим потоком 700 Лм , 30 шт. – по 40 Вт зі світловим потоком 400 Лм та 31 шт. – по 100 Вт зі світловим потоком 1200 Лм . Сумарна потужність всіх ламп розжарювання становить – 19,3 кВт.

3.2.4.2 Опис можливостей з енергозбереження: рекомендується подальша заміна ламп розжарення для освітлення в основних (в дитячих групах, кабінетах) кімнатах, на відповідні їм світлодіодні по 13 ,16 та 18 Вт, відповідно. Сумарна потужність нових ламп буде становити – 4,9 кВт.

3.2.4.3 Розрахунок витрат: річне енергоспоживання лампами розжарювання становить:

$$W = P \cdot T_p \cdot k_B, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}, \quad (3.8)$$

де P – Сумарна потужність ламп;

T_p – річна кількість годин роботи системи освітлення у приміщенні, год; кількість робочих днів у 2020 році становить 251 день;

k_B – коефіцієнт використання встановленої електричної потужності в освітлювальній установці приміщення.

Обчислимо споживання електроенергії за рік для обох типів ламп за умови, що лампи горять 4 годин на добу:

$$W = 19,3 \cdot 251 \cdot 4 \cdot 0,9 = 17439 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Очікуване річне енергоспоживання після заміни лампами розжарювання становить за формулою (3.8):

$$W = 4,9 \cdot 251 \cdot 4 \cdot 0,9 = 4428 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Річна економія енергоспоживання :


$$\Delta W = 17439 - 4428 = 13011 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік,}$$

Розрахунок річної економії витрат: виходячи з чинного тарифу за електроенергію, що становить на період 01 січня 2021 року 3,4 грн/кВт·год. з ПДВ, розрахункова річна економія за опалювальний сезон 2018–2020 рр. становить:



$$E_{річ} = 13011 \cdot 3,4 = 44237 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію ламп наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вартість придбання ламп [20]

Тип лампи	Потужність, Вт	Кількість	Ціна
Лампа світлодіодна Philips ESS LEDBulb 13W 	13	30	2310

Продовження таблиці 3.3

<p>Лампа світлодіодна MAXUS G110 16W</p> 	16	250	27250
<p>Лампа енергозберігаюча LED Bulb-A80-18W</p> 	18	31	3286
Всього	-	-	32846

Отже, орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме $K = 32846$ грн.

3.2.4.4 Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (3.7):

$$T_{\text{ок}} = \frac{32846}{44237} = 0,7 \text{ року.}$$

3.2.5 Встановлення сенсорної насадки на крани для холодної води

3.2.5.1 Опис можливостей з енергозбереження: пропонується встановлення сенсорної насадки на кран з інфрачервоним розумним датчиком Water Saver. Ідея конструкції насадки полягає в тому, що з'єднавши її із звичайним змішувачем, витративши на це кілька хвилин, можна отримати повнофункціональний сенсорний кран. Такі прилади дозволяють заощаджувати воду, тому що в той час, коли руки не знаходяться під краном, вода не тече. Можливість автоматичного налаштування певної температури дозволяє

користуватися таким краном, навіть маленьким дітям, без побоювання про переохолодження або опіки. Насадка прикручується до змішувача замість сітки – аератора (рис 3.2) [21].



Рисунок 3.2 – Сенсорна насадка на кран

3.2.5.2 Розрахунок витрат. В будівлі школи встановлено сучасні крани в кількості 22 штук без насадок. Ціна однієї насадки складає 179 грн.

Капітальні затрати на придбання складуть:

$$K = 30 \cdot 1300 = 28600 \text{ грн.}$$

Економія споживання води після встановлення насадки складає близько 30% [22]. Тоді економія в споживанні води складе (за 2020 рік було спожито 1387 м³ холодної води)

$$E_v = 1387 \cdot 0,7 = 970,9 \text{ м}^3$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

Виходячи з чинного тарифу на холодну воду, що становить на період 01 січня 2021 року на холодну воду – 9,98 грн/м³, на водовідведення – 10,22 грн/м³ з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за 2020 р. становить:

$$E = 416,1 \cdot (9,98 + 10,22) = 19612 \text{ грн.}$$

3.2.5.3 Термін окупності складе:

$$T_{\text{ок}} = \frac{28600}{19612} = 1,5 \text{ роки.}$$

3.2.6. Впровадження системи моніторингу теплоспоживання

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°C , 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 [23]. Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії наведена на рисунку 3.3

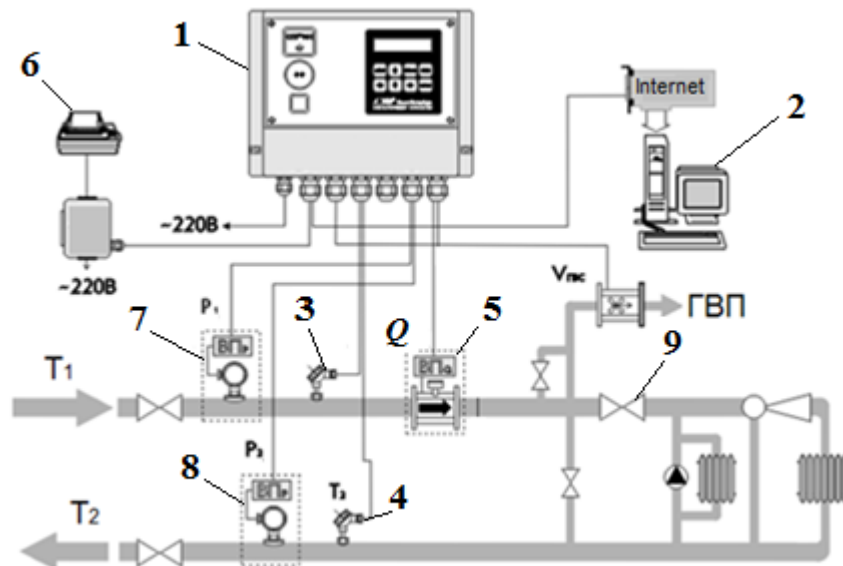


Рисунок 3.3 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії. 1 – теплорічильник; 2 – комп’ютеризоване робоче місце з моніторингу теплоспоживання; 3 – пристрій контролю температури на вході до системи тепlopостачання будівлі; 4 – пристрій контролю температури на виході з системи 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.

3.2.6.1 Розрахунок енергозаходу.

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 заходів щодо зниження теплового навантаження будівель у години відсутності людей у будівлях протягом доби [23].

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1620,97 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2020–2021 рр. $Q_{ф.оп} = 311,3$ Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\phi} = 311,3 \cdot 0,1 \cdot 1620,97 = 50461 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

Економія теплоспоживання:

$$E = 311,3 \cdot 0,1 = 31,1 \text{ Гкал}$$

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

1. Теплообчислювач (повний комплект);
2. Термінал;
3. Модуль.

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

Вартість робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить 5850 грн. з ПДВ [23].

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

3.2.6.3 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 (формула 3.7):

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

3.2.7 Встановлення автономної сонячної електростанції

3.2.7.1 Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується встановити на даху дитячого дошкільного закладу сонячні панелі, з метою отримання власної сонячної електростанції, яка забезпечить будівлю закладу електроенергією в повному обсязі, або, принаймні, дозволить значно зменшити рахунки за електрику.

При підборі електрогенератора (ЕГ) необхідно підрахувати середньодобове електроспоживання для заданої оселі. Для цього слід враховувати всіх наявних споживачів електроенергії. Характеристика приладів внутрішнього освітлення наведено в таблиці 3.4(дані взяті з врахуванням заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі) [24].

3.2.7.2 Для розрахунків потреби в електричній енергії для забезпечення добової потреби в освітленні для типової доби було прийнято такі значення: час роботи системи освітлення в зимовий період складає 4 години, а влітку – 3 години.

Таблиця 3.4 – Характеристика приладів внутрішнього освітлення

Потужність,Вт	Кількість, шт
13	99
16	250
18	31
18	78
Всього	7249 Вт

Окрім приладів освітлення, у будівлі передбачене встановлення певної кількості побутових електроприладів приладів наведених у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Побутові прилади

Назва	Потужність, Вт	Кількість, шт	Час роботи, год на добу
Пральна машина	550	3	6
Електропраска	240	3	4
Електрокотел	2500	1	2
Жарочна шафа	2000	1	6
Картоплечистка	1700	1	1
Електромясорубка	2000	1	1
Шафа холодильна	300	1	24
Холодильники	170	3	24
Компютери	200	5	8
Муз.центр	110	1	4
Мультімед.комплект	120	1	2
Пилесос	160	1	2
Обігрівач	200	2	2
Машина швейна	150	2	6
Принтер	170	3	8
Плита електрична	1100	3	5
Всього			85100 Вт

Середньодобове споживання електроенергії $\Sigma E_{л/з}^{с.д}$, кВт · год, розраховується за такою формулою [25]:

$$\Sigma E_{л/з}^{с.д} = \Sigma (P_i \cdot n_i \cdot t_i) \quad (3.9)$$

Тоді, для зими це значення буде становити:

$$\Sigma E_з^{с.д} = \frac{7249 \cdot 4 + 85100}{1000} = 114,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

А для літа:

$$\Sigma E_л^{с.д} = \frac{7249 \cdot 3 + 85100}{1000} = 106,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вносимо дані про основні електроспоживачі в будівлі до табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахункові значення середньодобового електроспоживання для проектованої будівлі

Пора року	Основні споживачі		Загальна величина, кВт · год
	Освітлення, кВт · год	Побутові прилади, кВт · год	
Зима	28,9	85,1	114,1
Літо	21,7		106,8

Для покриття даної потреби в електроенергії було прийнято рішення встановити домашню сонячну електростанцію на основі монокристалічних сонячна панель Seraphim Solar 370-385W-6MA (рис 3.4) [26]. Основні параметри таких панелей складають:

- Максимальна потужність – 385 Вт;
- Максимальна напруга системи – 40,4 В;
- Ефективність модуля – 19,29%;
- Габаритні розміри, мм: 1979x1001x40
- Термін служби – 25 років.

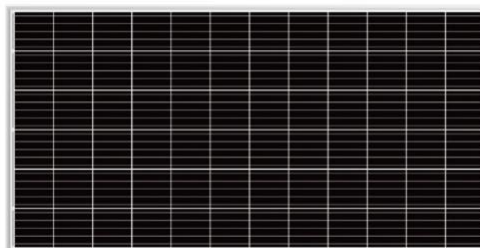


Рисунок 3.4 – Сонячна панель Seraphim Solar 370-385W-6MA

При встановленні сонячних електростанцій та виборі їх параметрів важливо вірно врахувати всі системні втрати та потреби на власне забезпечення комплектуючих системи.

Так, наприклад, для перетворення струму, що надходить від сонячних панелей з постійного у перемінний у систему вбудовується спеціальний прилад, що називається інвертором. Добова енергія, що проходить через інвертор $E_{л/з}^i$, кВт · год розраховується за формулою [25]:

$$E_{л/з}^i = \frac{\Sigma E_{л/з}^{с.д}}{\eta_i} \quad (3.10)$$

де η_i – ККД інвентара.

Оскільки, основна кількість енергії споживається у вечірній і нічний період, то для збереження її в необхідній кількості у сонячних станціях використовують акумуляторні батареї необхідної потужності. За контроль зарядної напруги акумулятора, режиму зарядки, температури і інших параметрів відповідає контролер заряду акумуляторної батареї. Добова енергія, що проходить через контролер заряду $E_{л/з}^{i+к}$, кВт · год [25]:

$$E_{л/з}^{i+к} = \frac{E_{л/з}^i}{\eta_k} \quad (3.10)$$

де η_k – ККД контролера.

Сумарна кількість енергія $E_{л/з}^c$, кВт · год/м², що надходить на поверхню, орієнтовану під кутом до горизонту та спрямована на південь становить [25]:

$$E_{л/з}^c = 0,96 \cdot (K_{пр} \cdot E_{пр} \cdot \theta_{пр} + K_p \cdot E_p \cdot \theta_p) \quad (3.11)$$

де $K_{пр}$, K_p – коефіцієнти, що враховують орієнтацію колектора відносно прямої і розсіяної радіації. $K_{пр}$ являється довідниковим значенням яке визначають в залежності від кута нахилу колектора. K_p розраховують за формулою [25]:

$$K_p = \cos^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) = \frac{\cos(2\beta+1)}{2} \quad (3.12)$$

Значення щоденного надходження прямої $E_{\text{пр}}$ та розсіяної $E_{\text{р}}$ сонячної енергії являються довідниковими і наведені у [8];

$\theta_{\text{пр}}$ та $\theta_{\text{р}}$ – приведена оптична характеристика колектора прямої та розсіяної радіації відповідно. Для колекторів з одним шаром скла $\theta_{\text{пр}} = \theta_{\text{р}} = 0,64$.

Необхідна потужність сонячних панелей $P_{\text{л/з}}$, кВт розраховується як [25]:

$$P_{\text{л/з}} = (1 + f_s) \cdot E_{\text{л/з}}^{i+k} / E_{\text{л/з}}^c \cdot PR \quad (3.13)$$

де f_s – коефіцієнт безпеки, приймається 50%.

PR – типові системні втрати (забруднення модулів, затінення, режими часткового навантаження, нагрів втрати в проводах та акумуляторах), приймається 0,7.

Розрахунок необхідної кількості панелей проводиться за формулою [25]:

$$N = P_{\text{л/з}} / P_{\text{п}} \quad (3.14)$$

де $P_{\text{п}}$ – потужність 1-ї сонячної панелі, Вт.

Загальна площа сонячних панелей S , м² становить [25]:

$$S = a \cdot b \cdot N \quad (3.15)$$

де a і b – ширина і висота панелі, м.

При виборі акумуляторних батарей варто зважати їх ємність $C, A \cdot \text{год}$. Розраховують її за такою формулою [25]:

$$C = \frac{2 \cdot \Sigma E_{л/з}^{с.д} \cdot t}{U} \quad (3.16)$$

де t – час, на який потрібно зарезервувати електричну енергію (приймається 4 доби), дні;

U – напруга батареї, В.

Необхідна кількість акумуляторів, шт [25]:

$$N_a = C / C_a \quad (3.17)$$

C_a – ємність одного акумулятора, А · год.

Для оцінки ефективності перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію в панелях корисно знати їх ККД [25].

$$\eta_{л/з}^п = \frac{E_{л/з}^{i+k}}{(E_{л/з}^c \cdot S)} \cdot 100\% \quad (3.18)$$

3.2.7.3 Розрахункова частина. У якості перетворюючого приладу було обрано трифазний мережевий сонячний інвертор марки «HUAWEI SUN2000-3KTL-M0» (рис 3.5) [26]. Ефективність перетворення енергії в даному приладі складає 98,2%.



Рисунок 3.5 – Сонячний інвертор марки «HUAWEI»

Отже, середньодобова кількість енергії, що проходить через інвертор для опалювального періоду складає:

$$E_3^i = \frac{114,1}{0,982} = 116,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Як контролер заряду акумуляторної батареї обраний прилад такої марки EP Solar 2210RN 20A є MPPT(рис 3.6) [26] з ККД 97%.



Рисунок 3.6 – Контролер заряду акумуляторної батареї EP Solar 2210RN

Добова енергія, що проходить через контролер заряду за опалювальний період:

$$E_3^{i+k} = \frac{114,1}{0,97} = 117,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вважаємо, що сонячні панелі встановлені під кутом $\beta = 35^\circ$ до горизонту.

Тоді, сумарна кількість енергія, що надходить на поверхню сонячних панелей за опалювальний період становить:

$$E_3^c = 0,96 \cdot (2,67 \cdot 0,36 \cdot 0,64 + 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,64) = 1,06 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$$

Необхідну потужність сонячних панелей знайдемо за формулою (3.15):

$$P_3^c = (1 + 0,5) \cdot 117,6 / 1,06 \cdot 0,7 = 116,5 \text{ кВт} \cdot$$

Тоді, необхідна кількості панелей для забезпечення достатньою кількістю електроенергії в опалювальний період складає:

$$N = 116,5 / 0,385 = 302$$

Загальна площа сонячних панелей становить:

$$S = 1,002 \cdot 1,979 \cdot 302 = 599 \text{ м}^2$$

У якості акумулюючого приладу було обрано літій-іонний акумулятор «EverExceed EV4850-T-16D» (рис.3.7) [20]. Робочі характеристики даного приладу такі:

- Ємність батареї – 2,5 кВт · год (50А · год);
- Напруга – 51,2 В.



Рисунок 3.7 – Літій-іонний акумулятор «EverExceed EV4850-T-16D»

Сумарна ємність акумулюючих батарей повинна становити:

$$C = \frac{2 \cdot 114,1 \cdot 4}{51,2} = 17,8 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Тоді, необхідна кількість акумуляторів складає:

$$N_a = 17,8/50 = 0.4 \approx 1$$

Розрахунковий ККД перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію в панелях для опалювального періоду становить:

$$\eta_3^п = \frac{117,6}{(1,06 \cdot 599)} \cdot 100\% = 18,52 \%$$

А розрахунковий ККД перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію в мережі споживача для заданих умов:

$$\eta_3^п = \frac{114,1}{(1,06 \cdot 599)} \cdot 100\% = 17,97 \%$$

Принципова схема підключення сонячної станції до мережі споживача наведена на рис. 3.8.

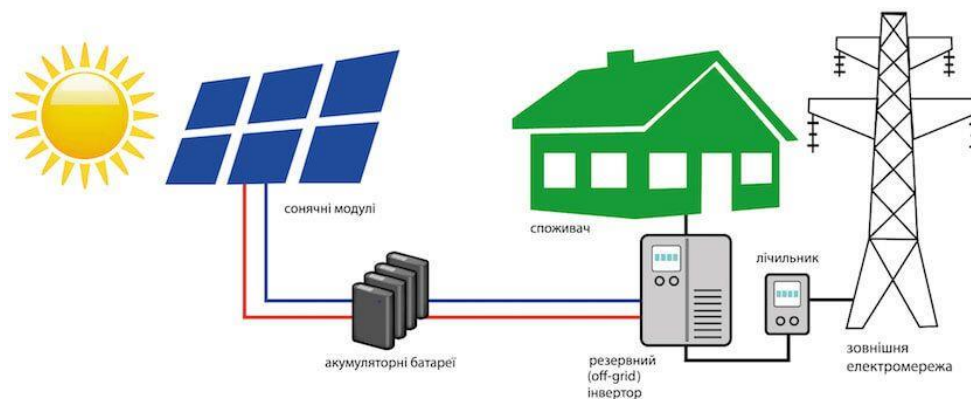


Рисунок 3.8 – Схема підключення сонячних панелей до мережі споживача

Загальні витрати на сонячну електростанцію становлять 1414768грн. (вартість встановлення включена у вартість обладнання)(табл. 3.6) [20] [26].

Таблиця 3.6 – Економічні витрати на встановлення сонячних панелей

Найменування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
--------------	---------------	-----------------------	-------------------------

Сонячні панелі	302	3888	1174176
Контролер заряду	1	2450	2450
Інвертор	1	38124	38124
Акумулятор	1	200018	200018
Всього			1414768

Окрім затрат на встановлення сонячна установка не потребує додаткових затрат на обслуговування. Таким чином вартість її експлуатації рівна 0.

За умови придбання необхідної кількості електроенергії витрати на її придбання будуть складати $S_{ел}$, грн [25]:

$$S_{ел} = (E_{л}^c \cdot (356 - n_{он}) + E_{з}^c \cdot n_{он}) \cdot C_{ел ен} \quad (3.19)$$

Виходячи з чинного тарифу за електроенергію, що становить на період 01 січня 2020 року 3,4 грн/кВт·год. з ПДВ, розрахункова річна економія за опалювальний сезон 2018–2020 рр. становить:

Тоді, річні витрати на придбання електроенергії складають:

$$S_{ел} = (106,8 \cdot (356 - 182) + 114,1 \cdot 182) \cdot 3,4 = 133\,788 \text{ грн}$$

Для розрахунку економії від встановлення сонячних панелей варто враховувати, що у літній період виробництво електричної енергії буде перевищувати необхідну потребу, то надлишок власник будинку може продавати в загальну мережу за «зеленим тарифом». Згідно даних [27], реалізація такої енергії буде здійснюватися з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року – 3,89 коп/кВт·год (без ПДВ–20%). Тоді, прибуток буде складати:

$$\Delta S_{ел} = (114,1 - 106,8) \cdot 250 \cdot 3,86 \cdot 1,2 = 8453 \text{ грн}$$

де 250 – орієнтовна кількість днів у рокові упродовж яких, буде здійснюватися продаж надлишків електроенергії.

Тоді, гарантійний термін окупності від становлення сонячних панелей $T_{ок}^{СП}$, років, становить [25]:

$$T_{ок}^{СП} = \frac{S_{кв}^{СП}}{S_{ел} + \sum \Delta S_{ел}} \quad (3.20)$$

$$T_{ок}^{СП} = \frac{1414768}{133788 + 8453} = 10 \text{ років.}$$

Окрім рекомендованих та розрахованих енергоощадних заходів, також, можна впровадити такі заходи: теплова ізоляція трубопроводів опалення; утеплення суміжного покриття підвалу; встановлення індивідуального теплового пункту; встановлення рекуператора теплоти.

3.3 Визначення обсягів викидів стаціонарними джерелами

3.3.1 Відповідно до ст.10 Закону №1264 підприємства, установи, організації та громадяни — суб'єкти господарювання, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, зобов'язані здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік [28].

Валові викиди забруднюючих речовин та парникових газів визначаються на основі постійних вимірювань концентрацій забруднюючих речовин у димових газах котлів, а за відсутності лічильників — на основі розрахункових методів за даними про витрати та склад використаного палива і характеристики котлів та газоочисних установок [28].

Обчислення обсягів викидів забруднюючих речовин [28]:

$$E_j = 10^{-6} \cdot k_j \cdot V_i \cdot Q_i^r \quad (3.21)$$

де E_j — валовий викид j -ї забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за звітний період, т;

k_j — показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива (г/ГДж);

V_i — витрата i -го палива за період (т);

Q_i^r — нижча робоча теплота згоряння i -го палива (МДж/кг).

Витрата (кг, т) природного газу за звітний період обчислюється за формулою [28]:

$$V = X \cdot r \quad (3.22)$$

де V — витрата палива за звітний період (кг, т);

X — об'єм спожитого газу (м³);

r — густина природного газу при нормальних умовах (кг/м³).

Викиди забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу при спалюванні кам'яного або бурого вугілля обчислюються виходячи із витрат кам'яного або бурого вугілля.

3.3.2 Розрахунок проведемо за допомогою програми Microsoft Excel [29].

У розрахунках застосовано перевідні коефіцієнти між різними видами енергоресурсів, визначені статистичною формою звітності 11-МТП [30].

Вихідні дані наведено в таблиці 3.7.

Вихідні дані для розрахунку	Значення параметру
Теплотворна здатність природного газу, кКал	7600
Нижча робоча теплота згорання природного газу, МДж/кг	45,75
Густина природного газу, кг/м ³	0,723
Нижча робоча теплота згорання вугілля, МДж/кг	20,47
Показник емісії забруднюючих речовин:	
Діоксиду вуглецю (природний газ), г/Гдж	58748,13
Діоксиду вуглецю (вугілля), г/Гдж	93740,0
Споживання теплової енергії будівлею, Гкал	340
Споживання електричної енергії будівлею, кВт	25606
Економія в споживанні теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу, Гкал (утеплення стін)	94,2
Економія в споживанні теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу, Гкал (утеплення суміжного перекриття)	55
Економія в споживанні теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу, Гкал (заміна старих вікон)	47,1
Економія в споживанні теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу, Гкал (впровадження системи моніторингу)	31,1
Економія в споживанні електричної енергії після впровадження енергозберігаючого заходу, кВт (заміна ламп розжарювання на світлодіодні)	13011

3.3.3 Результати розрахунку наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Результати розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу

До впровадження енергозберігаючих заходів	Значення параметру
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення, м ³	41820
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення, т	0,24582
Валовий викид діоксиду вуглецю від природного газу	0,660697038

Продовження таблиці 3.8

Кількість витрачено вугілля для потреб електрооснащення,м ³	7758,618
Кількість витрачено вугілля для потреб електрооснащення,т	11,983608
Валовий викид діоксиду вуглецю від вугілля	0,52415482
Після впровадження енергозберігаючих заходів	
Утеплення стін:	
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,м ³	30233,4
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,т	0,1777134
Валовий викид діоксиду вуглецю	0,477645094
Утеплення суміжного перекриття:	
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,м ³	35055
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,т	0,206055
Валовий викид діоксиду вуглецю	0,553819576
Заміна старих вікон:	
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,м ³	36026,7
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,т	0,2117667
Валовий викид діоксиду вуглецю	0,569171066
Впровадження системи моніторингу:	
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,м ³	37994,7
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,т	0,2233347
Валовий викид діоксиду вуглецю	0,600262692
Заміна ламп розжарювання на світлодіодні:	
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,м ³	3942,333
Кількість витрачено природного газу для потреб опалення,т	6,089148
Валовий викид діоксиду вуглецю	0,26633517

3.4 Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів

3.4.1 Утеплення суміжного перекриття (даху)

Методика розрахунку наведено в [31].

Цей проект спрямований на зменшення витрат теплової енергії, шляхом утеплення суміжного перекриття (даху).

На основі проведених розрахунків робимо фінансовий аналіз заміни віконних рам. Капітальні витрати на впровадження заходу будуть складати $K = 661727$ грн. Після утеплення підвалу економія тепловтрат у грошовому еквіваленті становитиме 90126 грн/рік.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергоощадного заходу дисконтним методом [31].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно до формули [32]:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (3.21)$$

де P_t – чистий грошовий потік (грошові надходження) у році t ;

I_0 – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проекту;

r – дисконтна ставка, що використовується для приведення доходів та інвестиційних витрат до єдиного моменту часу (виражається у частках одиниць);

t_n – момент отримання першого доходу;

T – термін реалізації (життєвий цикл) інвестиційного проекту, років.

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.9. Ставку дисконту візьмемо на рівні 10 % (0,1).

Таблиця 3.9 - Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди D (дохід)	чистий грошовий потік, P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV
0	-661727	-	661727	1		

Продовження таблиці 3.9

1	0	89153	-572574	0,909	81048	-580679
2	0	89153	-483421	0,826	73680	-506999
3	0	89153	-394268	0,751	66982	-440017
4	0	89153	-305115	0,683	60893	-379124
5	0	89153	-215962	0,621	55357	-323767
6	0	89153	-126809	0,564	50325	-273442
7	0	89153	-37656	0,513	45750	-227693
8	0	89153	51497	0,467	41591	-186102
9	0	89153	140650	0,424	37810	-148293
10	0	89153	229803	0,386	34372	-113920
11	0	89153	318956	0,350	31248	-82673
12	0	89153	408109	0,319	28407	-54266
13	0	89153	497262	0,290	25824	-28441
14	0	89153	586415	0,263	23477	-4965
15	0	89153	675568	0,239	21343	16378
16	0	89153	764721	0,218	19402	35780
17	0	89153	853874	0,198	17638	53419
18	0	89153	943027	0,180	16035	69453
19	0	89153	1032180	0,164	14577	84031
20	0	89153	1121333	0,149	13252	97283
21	0	89153	1210486	0,135	12047	109330
22	0	89153	1299639	0,123	10952	120282
23	0	89153	1388792	0,112	9956	130239
24	0	89153	1477945	0,102	9051	139290
25	0	89153	1567098	0,092	8228	147518
	IRR	7%			809245	

$$NPV = 809245 - 661727 = 147518 \text{ грн}$$

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). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано [32]. Також із таблиці 3.9 бачимо, що в абсолютних величинах проект окупається за 7,3 років, а з урахуванням дисконтної ставки – за 13

років. Чистий дохід проекту становить 818077 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 156350 грн.

Індекс дохідності PI розраховуємо:

$$PI = \frac{818071}{147518} = 5,5$$

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

Розрахунок IRR у програмі Microsoft Excel [29], проводиться у такій послідовності (табл. 3.9).

1. У клітинку A1 заносимо величину інвестицій.
2. У клітинки H8 – H32 заносимо розмір чистого грошового потоку у кожному році за весь життєвий цикл проекту.
3. У клітинку H33 заносимо формулу = IRR (H8 : H32).
4. Отримуємо результат – 6 %.

Таблиця 3.10 – Оцінка IRR (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

В	Н
8	-580679
9	-506999
10	-440017
...	...
31	139290
32	147518
Формула	= IRR(H8 : H32)
Результат	7 %

$IRR > r$, тобто IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту. Проект можна прийняти до впровадження.

Дисконтований термін окупності розраховуємо:

$$PP = 14 + \frac{28441}{23477} = 15,2 \text{ років.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	661727
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	89153
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	147518
3.3	Індекс дохідності	5,5
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	7
3.5	Дисконтований термін окупності, років	15,2

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки $NPV > 0$. Отже, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу .

3.4.2 Утеплення огорожуючих конструкцій (стін)

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.4.1. Результати занесемо до таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу.

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	598728
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	152695
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	787291
3.3	Індекс дохідності	1,8
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	17
3.5	Дисконтований термін окупності, років	6,2

3.4.3 Впровадження системи моніторингу теплоспоживання.

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.4.1. Результати занесемо до таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу.

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	35911
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–

Продовження таблиці 3.13

3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	15894
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	108359
3.3	Індекс дохідності	1,3
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	52
3.5	Дисконтований термін окупності, років	3,7

3.4.4 Встановлення сенсорної насадки на крани для холодної води

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.4.1. Результати занесемо до таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу.

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	28600
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	19612
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	149419
3.3	Індекс дохідності	1,2
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	50
3.5	Дисконтований термін окупності, років	2,6

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Охорона праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативних актів, що регулюють відносини в галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [33].

Метою аналізу безпеки є створення на робочому місці безпечних і здорових умов праці звести до мінімуму імовірність поразки або захворювання робітника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці [34].

4.1.1 Механічна безпека

До механічної безпеки в даному об'єкті відносяться ріжучі, колючі (ножиці, ножі та ін.) та падаючі важкі предмети (телевізор, холодильник, праска, кухонне приладдя та ін.). Для забезпечення безпеки від травмування необхідно дотримуватися інструкції з безпеки життєдіяльності по встановленню та експлуатації даних предметів.

4.1.2 Електробезпека

Данна будівля відноситься до категорії приміщень без підвищеної небезпеки, на підставі до Правил будови електроустановок [34]. Електричну небезпеку в закладі дошкільної освіти становить використання електроприладів та електропостачання.

Для запобігання ураженню електричним струмом в закладі застосовують такі засоби та заходи захисту:

- безпечна напруга;
- захисне заземлення (занулення) електротехнічних пристроїв;
- засобу електрозахисту.
- аварійне автоматичне вимкнення усього живлення;
- забезпечення недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику.

4.1.3 Мікроклімат приміщення

Основними чинниками, які формують мікроклімат приміщення, є: температура, швидкість руху та вологість повітря.

Відповідно до вимог «Санітарного регламенту для дошкільних навчальних закладів» температура приміщень повинна бути +19–23°C, у залах для занять музикою та фізичною культурою +18–19°C, у теплих переходах – не менше +15°C, у приміщеннях, що займають кутове положення або знаходяться в торці будівлі закладу, температура повітря повинна бути не менше +21°C, та відносна вологість повітря в приміщеннях, де перебувають діти повинна бути в межах 40–60% [35].

В даній будівлі додержані санітарні норми температури повітря. Кімнатні термометри розміщені на внутрішній поверхні кожного

приміщення, де перебувають діти. При вході до закладу наявний термометр для контролю за температурою повітря на вулиці. Природна вентиляція приміщення здійснюється через вентиляційні канали. За відсутності дітей приміщення періодично провітрюється.

4.1.4 Освітлення робочої зони

Основні приміщення дошкільних навчальних закладів (групові осередки, медичні кабінети, приймально-карантинні відділення, зали для музичних та фізкультурних занять, кабінети для роботи з комп'ютерами та технічними засобами навчання тощо) повинні мати природне освітлення. Доцільна тривалість інсоляції зазначених приміщень - не менше 3 годин на день.

Джерела штучного освітлення повинні забезпечувати достатнє та рівномірне освітлення всіх приміщень.

Під час проведення занять в умовах недостатності природного освітлення необхідно використовувати джерела штучного освітлення [35].

Виробниче освітлення, правильно спроектоване і виконане, вирішує такі питання:

- покращення умов зорової роботи;
- зниження стомлюваності працюючих;
- підвищення продуктивності праці та якості продукції, що випускається;
- сприятливо впливає на виробниче середовище, яке, в свою чергу, здійснює позитивний психологічний вплив на працюючих;
- підвищує безпеку праці та зменшує травматизм на виробництві.

Природне освітлення в даному закладі боковий вид природного освітлення. Характеристика зорової роботи–груба. Розряд зорової роботи VI. Нормативний коефіцієнт природного освітлення (КПО)–1% [36].

Штучне освітлення складається із світильників з люмінесцентними лампами, світлодіодними та з лампами розжарювання. У закладі налічується 311 ламп розжарювання, із них: 250 шт. – це лампи розжарення по 60Вт зі світловим потоком 700 Лм , 30 шт. – по 40 Вт зі світловим потоком 400 Лм та 31 шт. – по 100 Вт зі світловим потоком 1200 Лм .

Основне енергозатратне устаткування в системі технічного електрообладнання: пральні машини, сушарка, праска, комп'ютери, аудіосистема, електроплити, жарова шафа, витяжка, холодильники.

Для даної будівлі при комбінованій системі освітлення, рівень освітленості буде варіюватись від 150ЛК до 300 ЛК

4.1.5 Пожежна безпека

Дана будівля відноситься до категорії Д приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою [37].

Шафи, в яких установлені електрощити, замкнені, проходи до них – вільні. Ключі від цих шаф знаходяться в охоронника та у відповідального за електрогосподарство дошкільного навчального закладу.

Пожежні гідранти, та пожежні крани кожні шість місяців оглядаються та перевіряються на працездатність працівниками місцевої пожежної частини або особою, яка відповідає за протипожежний стан у дошкільному навчальному закладі, шляхом пуску води. Результати технічного огляду перевірки оформлюють актом.

Уся будівля дошкільного навчального закладу забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, пожежним інвентарем (пожежними щитами та стендами, пожежними відрами, діжками з водою, ящиками з піском тощо), пожежним знаряддям (пожежними ломами, баграми, сокирами тощо) та засобами зв'язку.

ВИСНОВКИ

Під час проведення магістерської роботи було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання Сумського дошкільного навчального закладу № 30 «Чебурашка».

Під час проведення магістерської роботи було проведено оцінку ефективності використання всіх енергоносіїв у будинку.

Було зібрано статистичні дані за минулі три роки щодо функціонування систем енергоспоживання будівлі. Проаналізовано режими та обсяги споживання теплової енергії, електричної енергії, води.

Виконано розробку енерго-, еколого- та економічних рішень для покращання енергозабезпечення будівлі.

В ході виконання магістерської роботи було виконано:

1) надання загальної характеристики об'єкту енергетичного обстеження. Був проведений опис дійсного стану будівлі.

2) обстеження систем тепло-, електро-та водопостачання будинку. Розглянуті типи приладів обліку всіх спожитих енергетичних ресурсів.

3) визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, визначення видів тепловтрат будівлі, визначення видів теплонадходжень будівлі, проведення аналізу теплового балансу будівлі. В результаті розрахунків було знайдено значення теплової потужності будівлі, яка склала $Q = 414$ кВт.

4) розробка та розрахунок енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів у будинку:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- утеплення суміжного покриття (даху);
- заміна старих дерев'яних вікон;
- заміна ламп розжарювання на більш енергозберігаючі;
- встановлення сенсорної насадки на крани для холодної води;
- впровадження системи моніторингу;

- встановлення автономної сонячної станції.

5) визначення обсягів викидів стаціонарними джерелами;

6) розраховано чистий дисконтований дохід та дисконтований термін окупності енергозберігаючих заходів.

Впровадження щодо енергозбереження були обґрунтовані розрахунковим аналізом, та приведеним терміном окупності.

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних був проведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження, а саме: механічна безпека, електробезпека, освітлення робочої зони, мікроклімат приміщення, пожежна безпека.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. – Рівне: видавець О.Зень, 2011. 48-с.
2. Міністерство розвитку громад та територій України. Офіційний веб-сайт [Електронний інтернет-ресурс]: <https://www.minregion.gov.ua/>.
3. Енергетичний аудит: опорний конспект лекцій/укладач С.В.Сапожніков. - Суми: Сумський державний університет, 2011. –121с.
4. Енергетичний аудит: навчальний посібник / О.І.Соловей, В.П.Розен, Ю.Г.Лега, О.О.Ситник, А.В.Чернявський, Г.В.Курбака. –Черкаси: ЧДТУ, 2005. –299 с.
5. Промышленный тепловизор Fluke Ti25 [Електронний інтернет-ресурс]: <http://www.promprylad.com.ua/fluke-ti25.html>.
6. 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.
7. ДБН В.26-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
8. ДСТУ НБВ.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
9. Тепловий режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
10. ДБН В.2.6-33: Конструкції будинків і споруд/ Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Г. Фаренюк, канд. техн. наук (науковий керівник); Ю. Слюсаренко, канд. техн. наук; В. Тарасюк, канд. техн. наук; Д. Барзилович, Є. Фаренюк/2008.

11. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозберіжних заходів» з дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд»/ укладачі: С.С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. - Суми: Сумський державний університет, 2015- 50 с.
12. Норми витрат електричної і теплової енергії для установ і організації бюджетної сфери України. – Затверджено наказом Державного комітету України з енергозбереження № 91 від 25.10.1999 р. – Київ, 1999.
13. Суміш МВ для кріплення плит з мінеральної вати [Електронний інтернет-ресурс]: <https://budgild.com.ua/html>.
14. Інтернет магазин будівельних матеріалів [Електронний інтернет-ресурс]: <https://budstore.com.ua/prod/>.
15. Епіцентр, каталог товарів [Електронний інтернет-ресурс]: <https://epicentrk.ua/shop/>.
16. ДБН В.2.2-3:2018 Заклади освіти. Будинки і споруди/ПАТ«Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву» Б.Губов, М.Коренюк/2018, –91с.
17. Конвертери та калькулятори теплотехнічних розрахунків [Електронний інтернет-ресурс]: <http://tehnopost.kiev.ua/k>.
18. Теплоізоляція пінополіуретаном [Електронний інтернет-ресурс]: <https://edvans.in.ua/>.
19. Вікна Korsа [Електронний інтернет-ресурс]: <https://www.korsa.ua/ua>.
20. Інтернет магазин Rozetka [Електронний інтернет-ресурс]: <https://rozetka.com.ua/>.
21. Сенсорна насадка на кран Water Saver [Електронний інтернет-ресурс]: <https://cdn.27.ua/>.
22. Інтернет магазин сантехніки [Електронний інтернет-ресурс]: <https://drop.ua/>.
23. Звіт з надання послуги «Підготовка вхідних даних для заміни та встановлення нового обладнання для впровадження системи моніторингу

теплоспоживання в Сумському ДНЗ № 30», список виконавців: М.І. Сотник, С.В. Сапожніков, С.С. Антоненко. СумДУ, 2021.– 28с.

24. Дистриб'ютор технологій та обладнання для відновлюваної енергетики [Електронний інтернет-ресурс]: <https://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostantsii/>.

25. Розрахунок геліосистеми з фотоелектричними перетворювачами [Текст]: метод. рек. до викон. розрахункової роботи для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, – К.: НТУУ «КПШ», 2015. – 52 с.

26. Енергетична альтернатива [Електронний інтернет-ресурс]: <https://alt-energy.in.ua/>.

27. Українська асоціація відновлюваної енергії [Електронний інтернет-ресурс]: <https://uare.com.ua/15>.

28. Визначення обсягів викидів стаціонарними джерелами [Електронний інтернет-ресурс]: <http://www.visnuk.com.ua/>.

29. Microsoft_Excel [електронний ресурс] Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel.

30. .Наказ Державного комітету статистики України 27.10.2005 N331 (z1277-05) ІНСТРУКЦІЯ щодо заповнення форми державного статистичного спостереження N11-мтп "Звіт про результати використання палива, теплоенергії та електроенергії". Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 27 жовтня 2005 р. за N1279/11559.

31. Економіка та організація виробництва: Підручник / За ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. - К.: Знання, 2007. - 678 с.

32. Чистий приведений (дисконтований) дохід (net present value, NPV). [Електронний інтернет-ресурс]: <https://pidru4niki.com/>.

33. Основні законодавчі акти про охорону праці. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://helpiks.org>.

34. "Правила побудови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок".(ДНАОП 0.00-1.32-01).

35. Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів; затверджено Наказ Міністерства охорониздоров'я України від 24.03.2016 № 234.
36. ДБН В.2.5и28: Природне і штучне освітлення. Розробник ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК).2008 - 133 с.
37. ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. РОЗРОБНИКИ: І.О. Харченко, канд. техн. наук (керівник розробки); Л.А. Присяжнюк; М.М. Хорошок (відповідальний виконавець); В.М. Тюпа; Г.О. Савченко. Затверджуючий документ: Наказ від 19.03.1999 № 120/- 24 с.

ДОДАТОК А

Схема теплового пункту ДНЗ №30

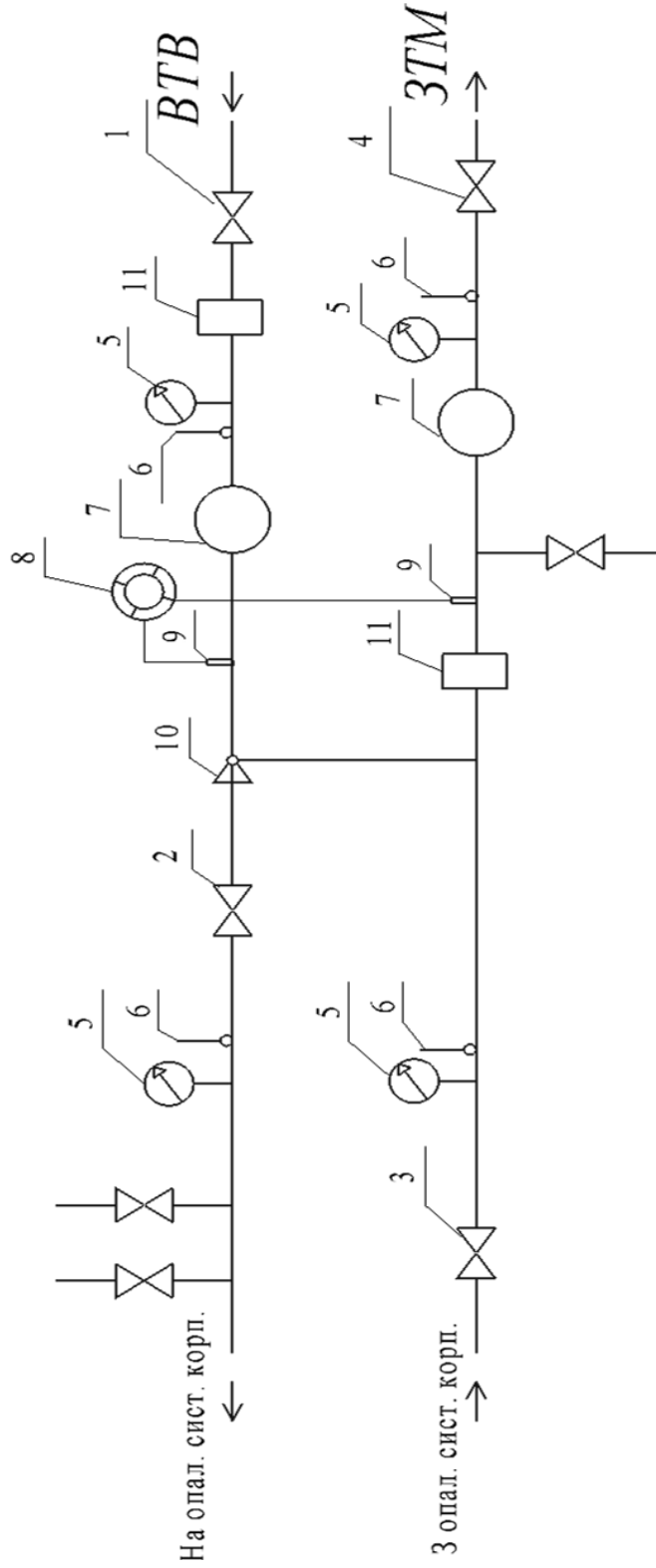
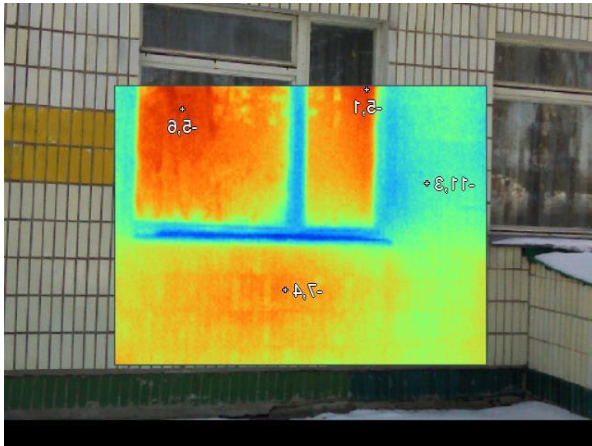


Рисунок А1 – Схема теплового пункту. 1,2 - засувки ДУ- 100 на подаючому теплопроводі; 3,4- засувки ДУ- 100 на зворотному теплопроводі; 5- манометр; 6-термометр; 7 - водомыр; 8- лычильни; 9- датчик температури; 10-елеватор; 11- грязовик.

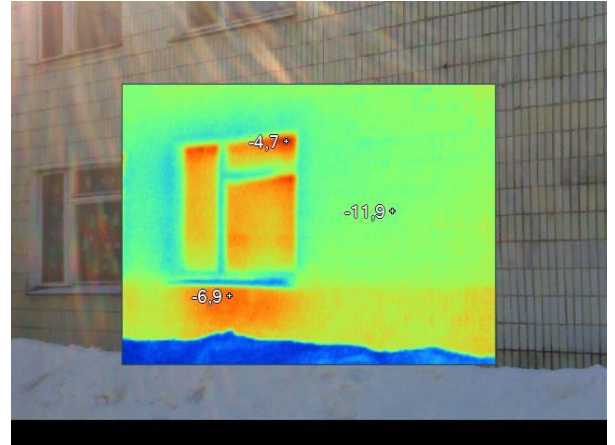
ДОДАТОК Б

Результати тепловізійного обстеження

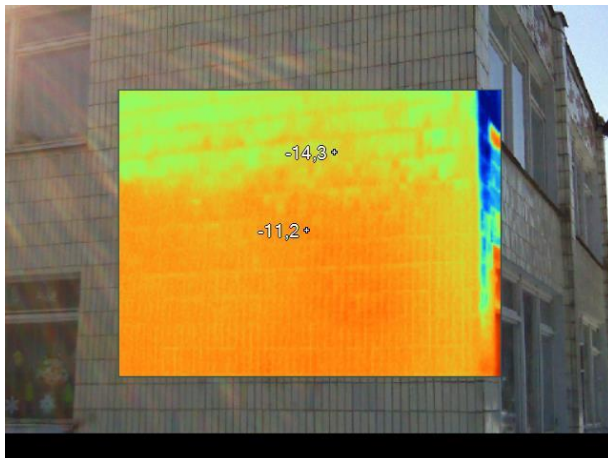
Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №30)



(Б1)



(Б2)



(Б3)



(Б4)

Рисунки Б.1, Б.2, Б.3, Б.4 – Термограма зовнішніх стін