

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Розробка енергетичного сертифікату Юнаківської ЗЗСО I-III ступенів»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Бойко Л.С.

(прізвище та ініціали)



(підпис студента)

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

Керівник роботи _____

(підпис)

Хованський С.О.

(прізвище і ініціали)

к.т.н., доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

“ ____ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії _____

(підпис)

Суми 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 70 сторінок, 15 рисунків, 13 таблиць, 2 додатки, 25 літературних джерела.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкту обстеження, аналіз обсягів енергоспоживання, результати розрахункового аналізу, розробка енергозберіжних заходів – чотири плакати формату А3.

Метою роботи: розробка енергетичного сертифікату Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- визначення основних напрямків можливої модернізації систем енергопостачання та енергоспоживання будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів.

Об'єкт дослідження: будівля Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів та її системи енергозабезпечення.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЛІЧИЛЬНИК, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ, СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР, КОТЕЛ, ПОЖЕЖА, ВОГНЕГАСНИК.

Тема роботи: **«Розробка енергетичного сертифікату Юнаківської ЗЗСО I-III ступенів».**

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

Завідувач
гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ
кафедри прикладної
_____ Сотник М.І.
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Бойко Лілія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи «Розробка енергетичного сертифікату Юнаківської ЗЗСО І-ІІІ ступенів».

затверджена наказом по університету № 0310-VI від “ 29 ” квітня 2022 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 5 червня 2022 р.

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

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

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

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

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

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

1. Енерготехнологічна схема об'єкта

2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозберіжних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 08.05.2022	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 13.05.2022	
3	Інструментальне обстеження	до 14.05.2022	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 23.05.2022	
5	Розробка можливих енергозберіжних заходів	до 28.05.2022	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 30.05.2022	
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 04.06.2022	
8	Здача роботи на перевірку	до 05.06.2022	
9	Доопрацювання зауважень	до 12.06.2022	
10	Захист роботи	з 15.06.22 до 20.06.22	

Дата видачі завдання “ 02 “ травня 2022 р.

Студент 
(підпис)

Бойко Л.С.
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Хованський С.О.
(Прізвище та ініціали)


ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	8
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження	8
1.2 Опис дійсного стану будівлі.....	9
1.3 Обстеження енергетичних систем будівлі.....	10
1.3.1 Система опалення	10
1.3.2 Система водопостачання та водовідведення	10
1.3.3 Система вентиляції	10
1.3.4 Система електропостачання	11
1.3.5 Система обліку енергоресурсів і води	11
1.4 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	13
1.5 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	13
1.5.1 Аналіз споживання електричної енергії.....	13
1.5.2 Аналіз споживання холодної води.....	15
1.6 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	16
1.6.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	16
1.6.2 Техніко-економічний аналіз споживання холодної води.....	17
1.7 Енергетичний сертифікат будівлі.....	17
1.8 Прилади для проведення вимірювань.....	19
1.9 Результати вимірювань на об'єкті.....	22
1.10 Висновки за розділом.....	23
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	24
2.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	24

					6.144.01 ВР 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка енергетичного сертифікату будівлі Юнаківської ЗССО І-ІІІ ступенів	Лит.	Лист	Листів
Розробив	Бойко							
Перевірив	Хованський						4	69
Реценз.						СумДУ ЕМ-81		
Н. Контр.	Хованський							
Затверд.								

2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій...	24
2.1.2 Розрахунок тепловтрат.....	25
2.1.3 Розрахунок теплонадходжень.....	31
2.1.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі.....	32
2.2 Висновки до розділу.....	36
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	37
3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження.....	37
3.1.1 Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни).....	37
3.1.2 Утеплення зовнішніх огорожуючи конструкцій (стеся).....	44
3.1.3 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку.....	47
3.1.4 Заміна застарілих котлів на сучасні енергоефективні	49
3.1.5 Встановлення насадки-аератора на крани для холодної води.....	51
3.1.6 Встановлення лічильника обліку теплової енергії.....	53
3.2 Висновки до розділу.....	54
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
ДОДАТОК А.....	60
ДОДАТОК Б.....	66

ВСТУП

Сьогодні в Україні впроваджуються нові методи та програми впливу на виробництво та споживання енергії, виходячи з її дійсної вартості. Україна має пройти свій шлях розвитку ринкових відносин і ставлення до енергії як до товару, вартість якого відповідає світовим цінам; шлях розвитку культури споживання енергії, закріплення в масовій свідомості кожного, особливо молодого покоління, навичок раціонального використання енергії. Разом із законодавчими, податковими, адміністративними та економічними механізмами розвинене суспільство досягає своїх цілей в питаннях енергозбереження методами виховання, освіти, інформування і, завдяки цьому, свідомими мотивованими діями своїх громадян [1].

Перший етап реалізації державної політики енергозбереження в Україні орієнтується на заходи, що забезпечують найбільший ефект при мінімальних витратах завдяки підвищенню рівня дисципліни та культури споживання енергії. Тому питання освіти та виховання в галузі енергозбереження набуває великого значення [1].

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України розробляє Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності будівель, завдяки якому власники будинків зможуть дізнатися про фактичний стан свого житла та підвищити рівень його енергоефективності, економлячи на ресурсах близько 10% щороку [2].

Сертифікація енергоефективності є обов'язковою для всіх об'єктів нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту, окрім невеликих об'єктів із незначним класом наслідків (СС1). Вона здійснюється незалежним енергоаудитором, за результатами якої складається енергетичний сертифікат. Він є складовою частиною будівельного паспорта об'єкта будівництва і діє протягом 10 років.

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

Крім цього, наразі Мінрегіон розробляє методики визначення енергоефективності будівель та її доцільного рівня, що дозволить запровадити єдині підходи до визначення класу енергоефективності та встановити мінімальні вимоги щодо неї. Також планується затвердити єдиний Порядок обстеження інженерних систем будівель для оцінки стану енергоефективності цих систем з метою її підвищення [2].

Метою дослідження в роботі є підвищення ефективності функціонування системи енергозабезпечення будівлі Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів, аналіз фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження для підвищення рівня енергоефективності.

Об'єктом дослідження в роботі є будівля Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів та її системи енергозабезпечення.

Предметом дослідження в роботі є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі Юнаківського ЗЗСО I-III ступенів.

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

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля Юнаківського закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів (рис 1.1).

Адреса: Україна, Сумська область, с. Юнаківка, вул. Новоселівка,1.



Рисунок 1.1 – Головний фасад будівлі

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює технічний персонал будівлі.

Будинок складається із однієї будівлі. Головний фасад будівлі зорієнтовано на північ.

Технічні характеристики будівлі такі:

- призначення будівлі навчальний заклад;
- рік побудови 1977 р.;
- кількість поверхів 3 поверхи;

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

- площа забудови 1536 м²;
- опалювальна площа 3662,2 м²;
- опалювальний об'єм 11399 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 12691,52 м³.

У закладі працює 32 працівники та навчається 215 дітей .

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

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано.

Забезпечення будівлі гарячою водою відбувається автономно – встановлені електричні водопідігрівачі.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Будинок складається із однієї будівлі. Стіни будинку виконані з монолітного бетону та штукатурки. Зовнішні дефекти стіни - наявність нещільностей у місцях встановлення світлопрозорих конструкцій і зовнішніх дверей.

Будівля має вікна з подвійних склопакетів у металопластикових рамах. Зовнішні дефекти заповнення світлопрозорих прорізів – не виявлено.

Підлога будівлі виконана з залізобетонних конструкцій: шару бетону на зольному ґравії, та шару сосни уздовж волокон.

Перекриття будівлі виконане з шару залізобетону та шару руберойду. Дефекти не виявлені.

Зовнішні двері будівлі металопластикові, одинарні наявність нещільностей. Теплова або повітряна завіса відсутні.

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

1.3 Обстеження енергетичних систем будівлі

1.3.1 Система опалення

Система теплопостачання закладу – автономна. Встановлені два твердопаливні котли типу «Буран».

Будинок обладнано двотрубною системою опалення з нижнім розведенням. Опалювальні прилади – чугунні радіатори. Подавальний трубопровід системи і відгалуження від нього проходять через приміщення підвалу. Зворотний трубопровід системи і відгалуження від нього проходять через приміщення неопалювального підвалу. До автономного джерела теплоти, будинок приєднано за незалежною схемою. Теплову ізоляцію трубопроводів у неопалювальних приміщеннях здійснено за допомогою мінеральної вати.

1.3.2 Система водопостачання та водовідведення

Будівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Здійснюється Комунальним підприємством «Світанок» на підставі Договору № 570. Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=0,35$ МПа.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є працівники, учні та відвідувачі будівлі.

Водовідведення відбувається по металевій трубі Ø80 мм.

1.3.3 Системи вентиляції

У будівлі наявна природна вентиляція системою стоякових трубопроводів, які з'єднують усі приміщення. Повітря і вуглекислий газ, піднімаючись до стелі,

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

втягуються у вентиляційні шахти і далі через них виходить у навколишнє середовище.

1.3.4 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» згідно договору №342 від 23.06.2020 року. Постачання відбувається від трансформаторної підстанції, що знаходиться за територією закладу. Живлення здійснюється кабелем ААБ 3х70.

1.3.5 Система обліку енергоресурсів і води

Облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього освітлення та технологічні потреби здійснюється за допомогою лічильника активної енергії типу НІК 2301 АП1В (рис 1.2), який встановлений в електрощитовій в будівлі.



Рисунок 1.2 – Лічильник електричної енергії [3]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.1.

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

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника електричної енергії [3]

Параметр	Характеристика
Номінальна напруга	220 В
Клас точності	1.0
Номінальна сила струму	5А
Діапазон робочих напруг	143 В-253 В
Ступінь захисту	IP54

Облік споживання холодної води здійснюється за допомогою лічильника холодної води типу Новатор ЛК-15Х (рис 1.2), який встановлений на вводі в будівлю.



Рисунок 1.3 – Лічильник обліку холодної води [4]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики лічильника холодної води [4]:

Параметр	Характеристика
Номінальна витрата	1.5 м ³ /час
Максимальна витрата	3.0 м ³ /час

Продовження таблиці 1.2

Перехідна витрата	0,12 / 0,15 м ³ /час
Мінімальна витрата	0,03 / 0,06 м ³ /час
Максимальний робочий тиск води	1 МПа
Номінальний діаметр	G3/4-В мм
Втрата тиску	0.1 МПа

1.4 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 15.05.2022 р. тарифи на енергоносії та воду становлять:

деревина – 980 грн/м³;

електрична енергія: 4,06 грн/ кВтгод;

водопостачання та водовідведення – 20,38 грн/м³.

1.5 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.5.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії за 2019 – 2021 роки. наведено у таблиці 1.3. та на рисунку 1.4.

Таблиця 1.3 – Споживання електричної енергії за 2019–2021 роки

Місяці	Фактичне споживання електроенергії, кВт·год/міс		
	2019	2020	2021
Січень	6760	6740	5312
Лютий	6640	6776	6532
Березень	6296	6812	6588

Продовження таблиці 1.3

Квітень	3744	3192	3208
Травень	3340	3668	3596
Червень	3540	3584	3416
Липень	2448	2416	2892
Серпень	756	732	714
Вересень	2408	2398	2324
Жовтень	5516	5284	5244
Листопад	5936	5920	5792
Грудень	6714	6140	6220
Всього	54098	53662	51838

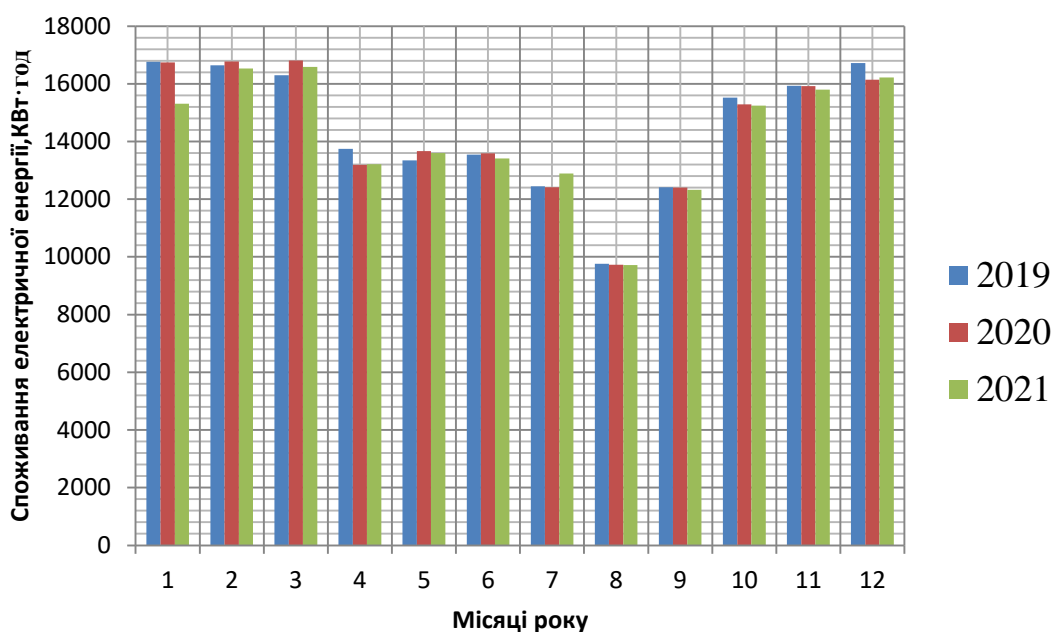


Рисунок 1.4 – Графік споживання електричної енергії за 2019-2021 роки

Як видно з діаграми, кількість споживання електричної енергії у 2021 році менша ніж в попередні роки. Це можна пояснити тим, що в будівлі були встановлені енергозберігаючі лампочки, обслуговуючий персонал почав краще слідкувати за умовами використання електроспоживаючого обладнання.

В літні місяці рівень споживання електричної енергії зменшується. Це пояснюється тим, що в даний час у будівлі відсутній навчальний процес, а значна кількість працівників знаходяться у відпустках.

1.5.2 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання холодної води по місяцям за 2019, 2020 і 2021 роки наведені в таблиці 1.4. та на рисунку 1.5.

Таблиця 1.5 – Споживання холодної води, м³

Місяць	2019 рік	2020 рік	2021 рік
	м ³	м ³	м ³
Січень	132	129	128
Лютий	144	141	142
Березень	145	143	141
Квітень	142	141	137
Травень	54	52	49
Червень	52	50	42
Липень	48	46	45
Серпень	45	44	43
Вересень	134	128	139
Жовтень	134	129	130
Листопад	130	125	118
Грудень	132	126	126
Всього	1292	1254	1258

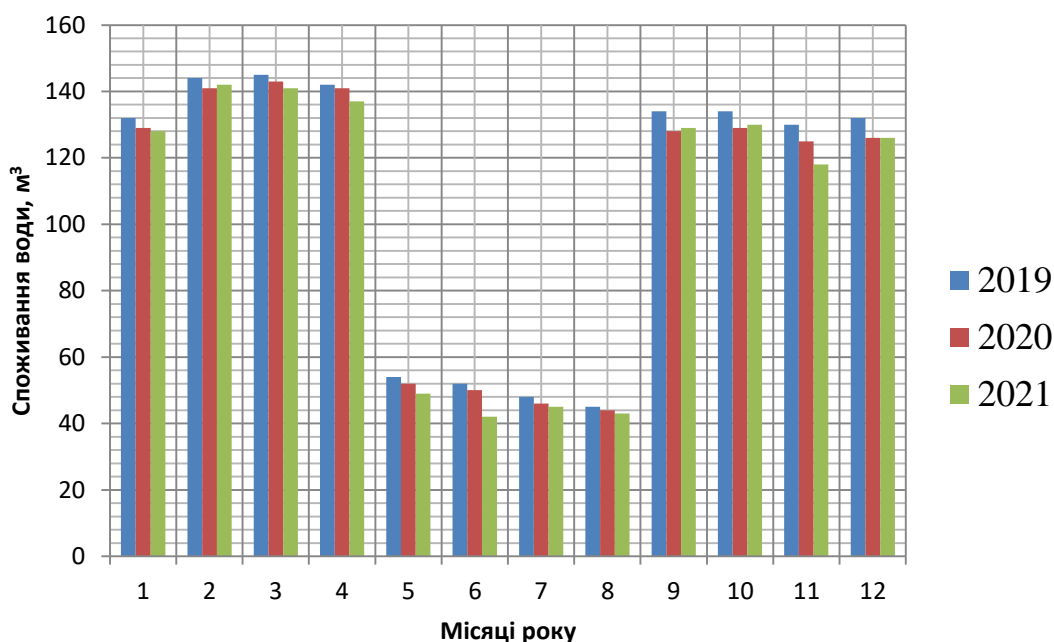


Рисунок 1.5 – Графік споживання води за 2019-2021 роки

Споживання води протягом останніх трьох майже не змінюється.

Зміну споживання протягом року можна пояснити тим, що в літні місяці навчання в закладі відсутнє, учні знаходяться вдома, а деяка кількість викладачів знаходиться у відпустці.

1.6 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.6.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням.

Згідно з [5] норма споживання електричної енергії для бюджетних установ з електрифікованими харчоблоками на дитину складає 380 кВт·год/дитину.

$$\text{- 2019 рік: } \frac{54098 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{215 \text{ учнів}} = 251,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2020 рік: } \frac{53662 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{155 \text{ учнів}} = 249,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2;$$

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

$$- 2021 \text{ рік: } \frac{51838 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{155 \text{ учнів}} = 241,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

1.6.2 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [6]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 12 л/добу.

$$- 2019 \text{ рік } \left(\frac{1292000 \text{ л}}{215 \text{ учнів}} \right) / 280 \text{ днів} = 21,4 \text{ л/учня};$$

$$- 2020 \text{ рік } \left(\frac{1254000 \text{ л}}{215 \text{ учнів}} \right) / 280 \text{ днів} = 20,8 \text{ л/учня};$$

$$- 2021 \text{ рік } \left(\frac{1258000 \text{ л}}{215 \text{ учнів}} \right) / 280 \text{ днів} = 20,8 \text{ л/учня}.$$

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення перевищують нормовані. Це є поганим показником.

1.7 Енергетичний сертифікат будівлі

Енергетичний сертифікат - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано [7].

Сертифікація енергетичної ефективності - вид енергетичного аудиту, під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних або проектних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідність розрахункового рівня енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими [7].

При складанні звіту з енергетичного аудиту або розробки енергетичного сертифікату енергоаудитор має користуватися діючими на даний час ДБН та ДСТУ, враховуючи специфіку об'єкту дослідження (школа, садок, лікарня) [7].

Визначення енергоефективності та енергосертифікати:

- Наказ Мінрегіонбуду від 11.07.2018 № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель».

- Наказ Мінрегіонбуду від 11.07.2018 № 170 «Про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель»

- Наказ Мінрегіонбуду від 11.07.2018 № 172 «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката».

- Наказ Мінрегіонбуду від 11.07.2018 № 173 «Про затвердження Методики обстеження інженерних систем будівлі».

Закон України № 2118-VIII від 22.06.17 «Про енергетичну ефективність будівель». Регулює вимоги до енергоаудиторів, їх кваліфікаційного рівня, процесу проведення енергетичної сертифікації будівель, обстеження інженерних систем і т.д.

Сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою для [7]:

1) об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками;

2) будівель державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади;

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

3) будівель з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель);

4) будівель, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі. Сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва здійснюється на замовлення та за рахунок замовника [7].

Енергетичний сертифікат будівлі є складовою частиною будівельного паспорта об'єкта будівництва, передбаченого законодавством. Строк дії енергетичного сертифіката будівлі становить десять років. Енергетичний сертифікат будівлі вважається таким, що втратив чинність до закінчення встановленого строку дії, у разі складення для такої будівлі нового енергетичного сертифіката [7].

Порядок необхідний для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель наведено в [8].

1.8 Прилади для проведення вимірювань

Для виконання теплотехнічних розрахунків було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень досліджуваного об'єкта. Приладом для вимірювання необхідних параметрів є пірометр.

Температуру предметів усередині приміщень було виміряно лазерним пірометром MiniTemp MT2 фірми Raytek (рис 1.6) [9]. Переносний низькотемпературний пірометр моделі MT2 – швидкодіючий, компактний і легкий у використанні пірометр пістолетного типу.

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



Рисунок 1.6 – Лазерний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek [9]

Завдяки властивостям даного пірометра можна вирішити широке коло задач контролю температури безконтактним методом. Його застосовують для діагностики систем кондиціонування, опалення і вентиляції, обслуговування електричних мереж і електроапаратури, автомобілів протипожежних систем.

Пірометр дуже простий в експлуатації завдяки лазерному прицілу і дисплею, розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта (опалювального приладу).

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики лазерного пірометра MT2 [9]

Назва параметру	Значення параметру
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Крапковий
Збереження інформації на дисплеї	7 сек
Підсвічування екрана	<i>автоматична</i>
Оптичний дозвіл D:S	1:6
Відстань, що рекомендується	До 100 див
Діапазон вимірів	Від -18°C до +275°C
Точність, %	± 2

Для отримання даних про якість системи вентиляції досліджуваної будівлі було застосовано термоанемометр «Testo 405» (рис.1.7) [10].

Testo 605-N1 – мініатюрний, недорогий прилад для швидкого вимірювання вологості, температури і точки роси в навколишньому середовищі, у повітрі робочої зони, в системах кондиціонування та вентиляцією [10].

Прилад має високу точність і стабільність показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається тільки в процесі вимірювання. Дисплей розташований на поворотній голівці і його завжди видно. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи. Технічні характеристики наведено в таблиці 1.7.



Рисунок 1.7 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1 [10]

Таблиця 1.7 – Технічні характеристики універсального вимірювача [10]

Назва параметру	Значення параметру
Діапазон вимірювань швидкості потоку повітря	0...10
Похибка вимірювань	±0,01

Продовження таблиці 1.7

Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда: - в основі - біля чутливого елемента	16 мм 12 мм
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 10 м, похибка $\pm 0,5$ мм [11].

1.9 Результати вимірювань на об'єкті

Вимірювання проводилось 04.02.2022 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: $- 12^{\circ}\text{C}$.

Вимірювані параметри склали:

- 1) середня температура повітря по приміщенням будівлі склала $T_{\text{в}} - 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [12].
- 2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 65^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 40^{\circ}\text{C}$.
- 3) відносна вологість повітря – 55%, що відповідає вимогам норм і правил [12].

1.10 Висновки за розділом

Огороджувальні конструкції будівлі Юнаківського ЗССО I-III ступенів знаходяться в задовільному стані.

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення здійснюється автономно.

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

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

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється від електричних водопідігрівачів.

На об'єкті ведеться облік спожитих енергоресурсів. Наведено опис приладів обліку та їх технічні характеристики.

Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$ повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q min}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [13].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови:

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

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

$R_{q min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$.

Мінімально допустиме значення, $R_{q min}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт промислових будинків встановлюється згідно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою:

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

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

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [13];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.2) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.3)$$

де α_6, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К);

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

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

2.1.2 Розрахунок тепловтрат

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

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень згідно [13]

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_0 + \sum Q_o + \sum Q_{инф} + \sum Q_6, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

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

					Арк.
					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ΣQ_0 – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

ΣQ_{inf} – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

ΣQ_6 – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, стелі, світлові прорізи, двері, підлоги)

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

де $F_{огр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

$R_{\Sigma пр}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м²·°C/Вт [13];

$t_6, t_{3,p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C [13];

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

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{стл} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де $\Sigma Q_{ст}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

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

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

					Арк.
					26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

$\Sigma Q_{ндл}$ – сумарні втрати теплоти через не утеплені підлоги на ґрунті, Вт.

Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

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

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків

$$\Sigma Q_{op}^o = \Sigma Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

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

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [13].

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами

$$\Sigma Q_{ндл}^o = 0,13 \cdot Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

					Арк.
					27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{\epsilon}^{\partial} + \sum Q_{ndl}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

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

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

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

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_{\epsilon} - t_{з.р}) \cdot n_{\epsilon}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ [13];

t_{ϵ} , $t_{з.р}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

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

n_{ϵ} – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері, може бути визначена за рівнянням:

$$G_{ep} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (2.11)$$

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

					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8) [13];

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с² [13];

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с; II-а кліматична зона – 2,1 м/с) [13];

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), кг/м³;

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м³ (при нормальних умовах $\rho = 1,3$ кг/м³):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_e + t_{cp.on})]} \quad (2.12)$$

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

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у двері без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{вр}^{inf} = G_{вр} \cdot c \cdot (t_e - t_{з.р}) \cdot k_e, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

де $G_{вр}$ - масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;

c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [12];

t_e і $t_{з.р}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

k_e – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

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

$$Q_{3,0}^{inf} = 0,28 \cdot G_{3,0} \cdot c \cdot (t_6 - t_3), \quad (2.14)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг}\cdot\text{0С}$;

$t_в$, $t_{3,p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^0\text{С}$;

$G_{3,д}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год :

$$G_{3,0} = b_{н,д} \cdot L_{н,д} \cdot v_{ср,н,д} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (2.15)$$

де $b_{н,д}$ – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (приймається 5 мм), м ;

$L_{н,д}$ – довжина нещільності (береться загальний периметр дверей), м ;

$v_{ср,н,д}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається $0,8 \text{ м/с}$), м/с [13];

m_n – маса 1 м^3 повітря (для практичних розрахунків беруть $m_n = 1,3 \text{ кг}$)[12].

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{inf} = Q_{вкн}^{inf} + Q_{вр}^{inf} + Q_{3,0}^{inf}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_a = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_6 - t_{3,p}) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг}\cdot\text{0С}$ [13];

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

t_g і $t_{з,р}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

V_{II} – внутрішній об'єм приміщення, м^3 ;

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3 \text{ кг/м}^3$ [13];

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год^{-1} (за умовою завдання);

k_v – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається $k_v=0,85$) [13].

2.1.3 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (2.18)$$

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.19)$$

де $N_{ел}$ – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

k_{II} – коефіцієнт завантаження;

η – ККД електроустаткування;

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

k_c – коефіцієнт попиту на електроенергію;

Теплонадходження від джерел освітлення

					Арк.
					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_{з}, \text{ Вт} \quad (2.20)$$

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

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

$k_{з}$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

$n_{л}$ – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{о.п}, \text{ Вт} \quad (2.21)$$

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

F_c, F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 ;

$k_{о.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ($k_{о.п}=0,6$) [13].

Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

2.1.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

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

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

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

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, яка обстежується представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q\ min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
Стеля	4,95	2,45
Зовнішня стіна	3,3	1,92
Двері	0,6	0,56
Вікна	0,75	0,65
Підлога	3,75	1,45

Отримані результати ($R_{\Sigma\text{пр}} \ll R_{q\min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [14, табл.3]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Розрахунок теплової потужності будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [15].

Вихідні дані та результати розрахунку наведено в таблиці 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку

Вихідні дані для розрахунку	Значення параметру
Температура у середині приміщення, $^{\circ}\text{C}$	20
Температура в підвальному приміщенні, $^{\circ}\text{C}$	8
Температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$	-25
Загальна площа зовнішніх стін, м^2	3589
Загальна площа площі перекриття даху, м^2	1536
Загальна площа вікон, м^2	970,6

Продовження таблиці 2.2

Загальна площа дверей, м ²	36,5
Загальна площа перекриття над тех.підпіллям, м ²	1536
Допоміжний коефіцієнт	0,28
Кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, м ³	8
Коефіцієнт теплоємності повітря, , кДж/(кг · К)	1,005
Внутрішній об'єм приміщення, м ³	11399
Густина повітря, яке видаляється з приміщення, кг/м ³	1,3
Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання	0,85
Кратність повітрообміну приміщення, год ⁻¹	0,8
Кількість людей в приміщенні	230
Явні теплонадходження від людей, Вт	103
Номінальна потужність електроустаткування, Вт	16000
Коефіцієнт завантаження	0,85
ККД електроустаткування	0,9
Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9
Коефіцієнт попиту на електроенергію	0,3
Потужність одного джерела освітлення, Вт	100
Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4
Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6
Кількість однотипних джерел освітлення	980
Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління освітленого сонцем, Вт	250
Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління перебуваючого в тіні, Вт	100
Площа заповнення світлових прорізів, м ²	635,3
Площа заповнення світлових прорізів (в тіні), м ²	635,3
Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу	0,6

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку

Розрахункові дані	Значення параметру
Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін, (м ² ·К)/Вт	1,92
Приведений опір теплопередачі для стелі, (м ² ·К)/Вт	2,45
Приведений опір теплопередачі для дверей, (м ² ·К)/Вт	0,56
Приведений опір теплопередачі для вікон, (м ² ·К)/Вт	0,65
Приведений опір теплопередачі для підлоги, (м ² ·К)/Вт	1,45

Продовження таблиці 2.3

Втрати теплоти через стіни,Вт	84117,1875
Втрати теплоти через стелю,Вт	28212,2449
Втрати теплоти через двері,Вт	784
Втрати теплоти через вікна,Вт	67195,38462
Втрати теплоти через підлогу, Вт	12711,72414
Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	98325,6624
Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	127601,9025
	418948,106
Сумарні тепловтрати,Вт	
Теплонадходження від людей, Вт	23690
Теплонадходження від електроустаткування, Вт	4432,8
Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	23520
Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	133413
Сумарні теплонадходження,Вт	185055,8
Теплова потужність будівлі,Вт	233892,306
Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт	498997,78

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою [13]:

$$\left(\frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \right) \cdot 100\% , \quad (2.24)$$

$$EP = \frac{498997,78}{11399} = 43,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\left(\frac{43,8 - 30}{30} \right) \cdot 100\% = 46\%$$

Згідно з [10] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «Е».

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

2.2 Висновки до розділу

Опір теплопередачі огорожуючих конструкцій не відповідає сучасним нормам.

Теплова потужність будівлі складає 233892,306 Вт.

З метою підвищення рівня енергоефективності будівлі пропонується запровадження енергозберігаючих заходів.

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

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження

3.1.1 Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни)

Зовнішнє утеплення – один з найефективніших та найзручніших способів зменшення тепловтрат через вікна, стіни, підвал, дах та організації затишної, теплої атмосфери у будинку. Саме тому його активно використовують як на етапі будівництва, так і після – для покращення теплових характеристик будівлі.

На сьогоднішній день існує багато різних способів та технологій для утеплення будинків. Кожен має свої плюси та мінуси, але ключову роль у збереженні тепла відіграє матеріал утеплення [16].

Сучасний асортимент теплоізоляційних матеріалів для утеплення будинків доволі широкий. Вибір оптимального залежить від стану стін будинку, матеріалу з якого вони виготовлені, а також від бюджету теплоізоляції [16]. Технологія утеплення адміністративної будівлі зображено на рисунку 3.1.

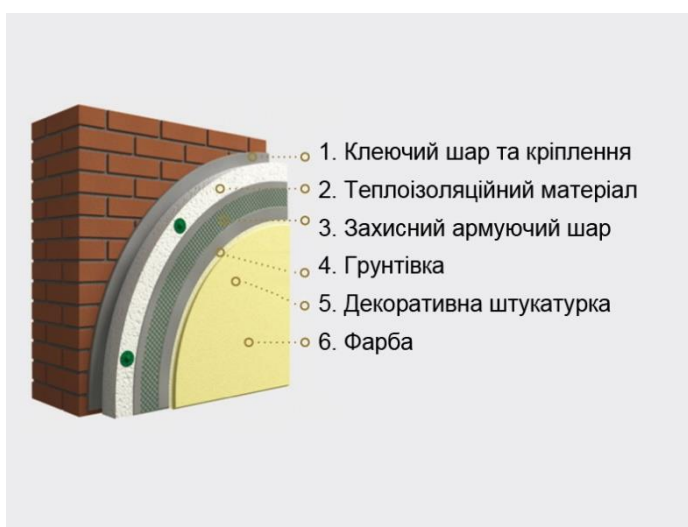


Рисунок 3.1 – Технологія утеплення стін будівлі [16]

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

Тому, додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Для утеплення стін будівлі пропонується використати мінераловатні плити [16].

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою:

$$\delta_{\text{ум.оз.к}} = (R_{q\text{min}} - R_{\Sigma\text{ППсм}}) \cdot \lambda_{\text{ум}} \quad (3.1)$$

де $\lambda_{\text{ум}} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – теплопровідність ізолюючого матеріалу [16].

$R_{q\text{min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [13].

$$\delta_{\text{ум.см}} = (3,3 - 1,92) \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м.}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 100 мм.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

$$Q_{\text{оз.к}}^{\text{із}} = \frac{F_{\text{оз.к}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{см}}^{\text{із}} = \frac{3589}{3,3} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 48941 \text{ Вт.}$$

Різницю між втратами тепла через не утеплені стіни і утеплені знайдемо по формулі:

$$\Delta Q_{\text{оз.к}} = Q_{\text{оз.к}} - Q_{\text{оз.к}}^{\text{із}} \quad (3.3)$$

$$\Delta Q_{\text{см}} = 175549 - 48941 = 126608 \text{ Вт.}$$

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

Даний енергозберігаючий захід дасть приблизно 40% [16] економії коштів, які витрачаються на оплату дров для обігріву будівлі. Згідно наданої інформації в 2021 році були використано 550 м³ дров, що в грошовому еквіваленті складає 550·980 = 593000 грн.

Тоді річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 593000 \cdot 0,4 = 237200 \text{ грн / рік.}$$

Згідно інформації будівельного гіпермаркету «Епіцентр» вартість 1 м² плити мінераловатної товщиною 100 мм складає 160 грн [17]. Вартість робіт по встановленню плит складає 300 грн/м². Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

$$K = F_{ог.к} \cdot (C_{тов} + C_{роб}) \quad (3.5)$$

де $C_{тов}$ – вартість одиниці продукції, грн.,

$C_{робіт}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн.

$$K = 3589 \cdot (150 + 300) = 1615050 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} \quad (3.6)$$

$$T_{ок} = \frac{1615050}{237200} = 7 \text{ років.}$$

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

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [18].

Цей проект спрямований на зменшення витрат теплової енергії, шляхом утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій - стін.

На основі проведених розрахунків робимо фінансовий аналіз утеплення стін будинку.

Капітальні витрати на впровадження заходу будуть складати $K = 1615050$ грн.

Після утеплення зовнішніх стін економія тепловтрат у грошовому еквіваленті становитиме 237200 грн/рік.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергоощадного заходу дисконтним методом [18].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно до формули:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (3.7)$$

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 3.1. Ставку дисконту візьмемо на рівні 10 % (0,1).

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

Таблиця 3.1 - Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_I$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-1615050	-1615050		1		
1	0	237200	-1377850	0,909	215636	-1399414
2	0	237200	-1140650	0,826	196033	-1203381
3	0	237200	-903450	0,751	178212	-1025169
4	0	237200	-666250	0,683	162011	-863158
5	0	237200	-429050	0,621	147283	-715875
6	0	237200	-191850	0,564	133893	-581982
7	0	237200	45350	0,513	121721	-460261
8	0	237200	282550	0,467	110656	-349606
9	0	237200	519750	0,424	100596	-249010
10	0	237200	756950	0,386	91451	-157559
11	0	237200	994150	0,350	83137	-74422
12	0	237200	1231350	0,319	75579	1158
13	0	237200	1468550	0,290	68708	69866
14	0	237200	1705750	0,263	62462	132328
15	0	237200	1942950	0,239	56784	189112
16	0	237200	2180150	0,218	51622	240734
17	0	237200	2417350	0,198	46929	287662
18	0	237200	2654550	0,180	42663	330325
19	0	237200	2891750	0,164	38784	369109
20	0	237200	3128950	0,149	35258	404367
21	0	237200	3366150	0,135	32053	436420
22	0	237200	3603350	0,123	29139	465559
23	0	237200	3840550	0,112	26490	492049
24	0	237200	4077750	0,102	24082	516131
25	0	237200	4314950	0,092	21893	538024
	IRR	14%			2153074	

$$NPV = 2153074 - 1615050 = 538024 \text{ грн}$$

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

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано. Також із таблиці 3.1 бачимо, що в абсолютних величинах проект окупається за 7 років, а з урахуванням дисконтної ставки – за 11 років. Чистий дохід проекту становить 2153074 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 538024 грн.

Індекс дохідності PI розраховуємо :

$$PI = \frac{2153074}{538024} = 4$$

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 проводиться у такій послідовності (табл. 3.2) [18].

1. У клітинку A1 заносимо величину інвестицій.
2. У клітинки A2 – A425 заносимо розмір чистого грошового потоку у кожному році за весь життєвий цикл проекту.
3. У клітинку A25 заносимо формулу = $IRR(Q8 : Q48)$.
4. Отримуємо результат – 42 %.

Таблиця 3.2 – Оцінка IRR (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

	Q
1	2
2	- 1615050

Продовження таблиці 3.2

3	237200
4	237200
...	...
24	237200
25	237200
Формула	= IRR(Q8 : Q25)
Результат	14 %

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

Дисконтований термін окупності розраховуємо:

$$PP = 11 + \frac{1615050 - 1540628}{75579} = 12 \text{ років.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	1615050
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–

Продовження таблиці 3.3

3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	237200
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	538024
3.3	Індекс дохідності	4
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	14
3.5	Дисконтований термін окупності, років	12

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки $NPV > 0$. Отже, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості. Проект може бути реалізований із великою вірогідністю.

3.1.2 Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стеля)

Додаткове утеплення стелі спеціальними матеріалами здатне підвищити термічний опір конструкції і відповідно значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, що у свою чергу призведе до зменшення витрат теплової енергії.

З метою підвищення термічного опору та утеплення горіщного перекриття пропонується утеплення виконувати мінеральною ватою.

Теплопровідність матеріалу $\lambda_{\text{ут}} = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ [19].

Площа стелі, що підлягає утепленню становить $F_{\text{стл}} = 1536 \text{ м}^2$.

Визначимо товщину ізоляційного шару для утеплення даху за формулою [14]:

$$\delta_{\text{ут.}} = [R_{q \text{ min}} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{\text{ут}} = [4,95 - 1,92] \cdot 0,047 = 0,15 \text{ м.}$$

Знаходимо тепловтрати через стелю після впровадження заходу при нормованому опорі теплопередачі:

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{1536}{4,95} \cdot (20 - (-25)) = 13963,4 \text{ Вт.}$$

Економію витрат теплоти складе:

$$\Delta Q = 28212,2 - 13963,4 = 14248,8 \text{ Вт.}$$

Даний енергозберігаючий захід дасть приблизно 20% [19] економії коштів, які витрачаються на оплату дров для обігріву будівлі. Згідно наданої інформації в 2021 році були використано 550 м³ дров, що в грошовому еквіваленті складає 550·980 = 593000 грн.

Тоді річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 593000 \cdot 0,2 = 118600 \text{ грн / рік.}$$

Вибираємо для встановлення плити мінераловатні фірми «Техніколь», розміром 1200x600x200мм. Ціна за 1 шт плити складає 190 грн [19].

Основні характеристики мінераловатних плит фірми «Техніколь» зображено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Основні характеристики мінераловатних плит фірми «Техніколь» [20]

Характеристики мінераловатних плит	
Розмір	1200x600 мм
Товщина	200 мм
Виробництво	Україна
Плит в упаковці	4
Показники водопоглинання	1,5%

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

Продовження таблиці 3.4

Площа упаковки	2,88 м ³
Вид матеріалу	Базальтова вата

Кількість необхідного матеріалу для утеплення:

$$1536 / 0,72 = 2134 \text{шт.}$$

Вартість матеріалу для утеплення:

$$2134 \cdot 190 = 405640 \text{грн.}$$

Вартість монтажу плит разом з додатковими матеріалами складає 50% від вартості матеріалу:

$$405640 \cdot 0,4 = 162184 \text{грн.}$$

Затрати на пінополістирольні плити та монтаж складуть:

$$K = 405640 + 162184 = 567824 \text{грн.}$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{K}{E} = \frac{567824}{118600} = 4,8 \text{року.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу за методикою [18].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.1.1. Результати занесемо до таблиці 3.5.

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

Таблиця 3.5 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	567824
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	118600
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	508713
3.3	Індекс дохідності	1,8
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	26
3.5	Дисконтований термін окупності, років	6,7

3.1.3 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку

Сонячний колектор – це пристрій, який поглинає енергію сонця і виробляє нагрів матеріалу - теплоносія або води, тобто перетворює в тепло. Це тепло виводиться з сонячного колектора за допомогою тонких мідних трубок, ці мідні трубки заповнені спеціальною легко закипаючою рідиною. Далі це тепло передається накопичувальному бойлеру з теплообмінником. Таким чином, нагрівається вода для гарячого водопостачання будівлі .

Пропонується встановити сонячний комплект « ATMOSFERA» [20].

Середнє споживання гарячої води складає в середньому 0,5 м³/добу.

Температура вихідної води для нагрівання – +10⁰С.

Температура гарячої води – 50⁰С.

Для нагрівання 1 л води необхідно затратити 4,19 кДж.

Визначимо кількість енергії для забезпечення побутових потреб адміністративної будівлі:

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

$$Q = 230 \cdot (50 - 10) \cdot 4,19 = 38548 \text{кДж} = 10,7 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{добу} = 3000,5 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} . ,$$

Річна економія складе:

$$\Delta E = 3000,5 \cdot 4,06 = 12182,3 \text{грн} / \text{рік}$$

Витрати на встановлення сонячного колектора складають $K = 56000$ грн [20].

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{56000}{12182,3} = 4,6 \text{років}.$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу за методикою [18].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.1.1. Результати занесемо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.6 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	56000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	—
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	12182,3
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	54579

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

Продовження таблиці 3.6

3.3	Індекс дохідності	1,9
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	22
3.5	Дисконтований термін окупності, років	6,2

3.1.4 Заміна застарілих котлів на сучасні енергоефективні

Для більш ефективної експлуатації котлів в котельні закладу та зменшення споживання дров необхідно здійснити заміну малоефективних, застарілої модифікації котлів типу «Буран» – 2 шт з високою питомою витратою палива на виробництво теплової енергії на сучасні, енергоефективні котли, які працюють на дерев'яних пелетах.

Пропонується реконструкція котельного обладнання, яка передбачає заміну:

- котла типу «Буран» з низьким ККД – 80 % - 2 шт.;

на:

- сучасний енергоефективний котел типу «Alter Duo UNI Pellet», з високим ККД -92% – 2 шт. (рис 3.1) [21].



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд котла [21]

Практичний твердопаливний котел Alter Duo UNI Pellet - 200 кВт оснащений пальником автоматикою і вентилятором відноситься до енергоефективних опалювальних котлів з високим рівнем надійності, практичності і безпеки. Даний опалювальний котел працює на вугіллі, дровах, брикетах, агрогранулах. Використовується для обігріву різноманітних приміщень житлового типу та промислових нежитлових об'єктів в режимі автоматичної подачі палива, площею до 2000 м². Оснащений автоматичною подачею пелет, і можливістю завантаження палива вручну. Автономність і безпеку роботи котла забезпечують контролюють роботу датчики. Топка зварена з сертифікованої котлової сталі товщиною від 6 мм. Конвекційна частина являє собою двухходовою вертикальний теплообмінник. При виробництві даного котла використовується високоякісні, дуже міцні і стійкі до зносу матеріали, що роблять котел не тільки надійним, але і повністю безпечним [21].

Даний енергозберігаючий захід дасть приблизно 20% [20] економії коштів, які витрачаються на оплату дров для обігріву будівлі. Згідно наданої інформації в 2021 році були використано 550 м³ дров, що в грошовому еквіваленті складає 550·980 = 593000 грн.

Тоді річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 593000 \cdot 0,2 = 118600 \text{ грн / рік.}$$

Капітальні витрати на впровадження даного енергозберігаючого заходу, включаючи монтаж та пусконаладжувальні роботи складуть: K= 832000 грн [20].

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{832000}{118600} = 7 \text{ років.}$$

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу за методикою [18].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 3.1.1. Результати занесемо до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	832000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	118600
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	244537
3.3	Індекс дохідності	1,7
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	14
3.5	Дисконтований термін окупності, років	9,1

3.1.5 Встановлення насадки-аератора на крани для холодної води

Устаткування являє собою невелику насадку, що встановлюється на змішувач (рис 3.2). Крім економії води аератор насичує рідину повітрям, що робить потік більш м'яким і приємним, а також сприяє вивітрюванню з води хлору [22].



Рисунок 3.2 – Насадка-аератор [22]

В будівлі школи встановлено сучасні крани в кількості 30 штук без насадок.

Ціна однієї насадки складає 60 грн [22].

Капітальні затрати на придбання складуть:

$$K = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ грн.}$$

Економія споживання води після встановлення насадки складає близько 30% [22]. Тоді економія в споживанні води складе (за 2021 рік було спожито 1258 м³ холодної води)

$$E_{x.v} = 1258 \cdot 0,3 = 377 \text{ м}^3$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 377 \cdot 20,38 = 7683 \text{ грн}$$

Термін окупності складе

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

$$T_{ок} = \frac{1800}{7683} = 0,2 \text{ року.}$$

3.1.6 Встановлення лічильника обліку теплової енергії

Відсутність лічильника тепла не дає змоги моніторити рівень енерговитрат та проводити ефективну заміну та ремонт котельного обладнання. Натомість, наявність приладу обліку дозволяє виправити цю ситуацію та сприяти справедливому та раціональному споживанню.

Відсутність засобів обліку не стимулює споживача використовувати тепла менше. Наявність лічильника дозволить в першу чергу контролювати величину спожитої теплової енергії та спонукатиме до аналізу, на скільки розумно він її споживає, і скільки йому це коштує.

Також наявність лічильника дозволить визначати баланс виробництва та споживання теплової енергії та створить можливості для виявлення і усунення втрат в теплових мережах.

Для оцінки роботи котельного обладнання пропонується встановити на виході з котельні ультразвуковий лічильник обліку теплової енергії (рис 3.3).



Рисунок 3.3 – Ультразвуковий лічильник теплової енергії [23]

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

Капітальні витрати на впровадження даного заходу, включаючи вартість обладнання, доставку та монтаж складають $K = 25000$ грн [23].

3.2 Висновки за розділом

Запропоновано та виконано розрахунок енергозберігаючих заходів. Сума капітальних вкладень значна, але поступове впровадження даних заходів призведе до значної економії енергетичних ресурсів та плати за їх використання.

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

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження будівлі Юнаківського закладу загальної середньої освіти I-III ступенів, що знаходиться за адресою: Україна, Сумська область, с. Юнаківка, вул. Новоселівка, 1.

Економія енергоресурсів досягається за рахунок вдосконалення системи енергопостачання, впровадження нової техніки, зменшення витрат енергії, робота обладнання в економних режимах.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» після проведення візуального обстеження описано дійсний стан будівлі та енергетичних систем. Виконано опис приладів обліку енергетичних ресурсів та результати інструментального обстеження.

У розділі «КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» виконано аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті. Здійснено порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними. Наведено основні положення методики розрахункового аналізу та представлення результатів розрахунку.

У розділі «ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис запропонованих енергозберігаючих заходів:

1) утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни) (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1615050 грн; економія в грошовому еквіваленті – 237200 грн; термін окупності заходу – 7 років, дисконтований термін окупності – 12 років);

2) утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стелю) (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 567824 грн; економія в

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

грошовому еквіваленті – 118600 грн; термін окупності заходу – 4,8 років, дисконтова ний термін окупності – 6,7 років);

3) встановлення сонячних колекторів на даху будинку (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 56000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 12182,3 грн; термін окупності заходу – 4,6 років, дисконтова ний термін окупності – 6,2 років);

4) Заміна застарілих котлів на сучасні енергоефективні (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 832000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 118600 грн; термін окупності заходу – 7 років, дисконтований термін окупності – 9,1 року);

5) встановлення насадки-аератора на крани для води (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1800 грн; економія в грошовому еквіваленті – 7863 грн; термін окупності заходу – 0,2 роки);

6) встановлення лічильника обліку теплової енергії води (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 25000 грн).

У Додатку А «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «Основні методи пожежогасіння. Вогнегасні речовини та засоби пожежогасіння».

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шкільний енергоменеджмент [електронний ресурс] Режим посилання: https://enecities.org.ua/upload/files/Методологія_011216.pdf
2. Розробка енергетичних сертифікатів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.kmu.gov.ua/news/rozrobka-energetichnih-sertifikativ-budivel-dozvolit-ekonomiti-10-energoresursiv-v-ukrayini-shorichno-lev-parchaladze>
3. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: https://amperok.com.ua/lichilnik_nik_2102_02_m1_220v?gclid=Cj0KCQjwpv2TBhDoARIsALBnVnlJPVKQtpOEbcZOyhgEI66rjo5Oe7-rENYq52co0U7MC5Ler-WbBb0aAtmqEALw_wcB
4. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://romstal.ua/uk/product/19748-schetchyk-dlja-vody-lk-15kh-du-15-t-30s-lat-so-shtutseramy>
5. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
6. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal-service.kiev.ua/news/210-novi-normatyvy-pytnoho-vodopostachannia-ta-norm-spozhyvannia-posluh.html>
7. Енергетичний сертифікат [електронний ресурс] Режим посилання: <http://misto-em.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/SHHo-potribno-znaty-zamovlyayuchy-energoaudyt.-Oglyad-zakonodavstva.pdf>
8. Порядок проведення енергетичної сертифікації будівель [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/06/Poryadok.pdf>
9. Техпаспорт пірометра MiniTemp MT2 фірми Raytek.
10. Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-H1.
11. Рулетка вимірювальна [електронний ресурс] Режим посилання: <https://toolsua.com.ua/product/ruleтка-izmeritelnaya-10m/a12ddae3994411e7/>

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

12. ДБН В.2.5-67:2018 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»
Мінрегіон - Київ, 2013. – 230с.

13. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство
регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального
господарства України, 2017. – 30 с.

14. 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, 2014р.

15. Ексель [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>

16. Теплоізоляційні матеріали [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://bm.kiev.ua/utepliteli/minvata/izover-kt-40-50mm-details.html>

17. «Епіцентр» Суми [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://epicentrk.ua/ua/shop/sumy/>

18. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних
проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми :
Сумський державний університет, 2013. – 48с.

19. Мінеральна вата [електронний ресурс] Режим доступу:
<https://buddvir.ua/uk/pliti-pinopolisterolni-ekstruzijni-tehnonikol-teshnonikol-tehnopleks-s-2-50x1180x580-mm>

20. Атмосфера [електронний ресурс] Режим посилання:
https://www.atmosfera.ua/uk/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=478693929963&utm_campaign=poisk_Atmosfera_frazovoe&gclid=CjwKCAiA7939BRBMEiwA-hX5J3XYTQHpwDy_nhE5SsWuZBsqJcIFlWjEWIDrWkUQDI4Iz-y8FtulKRoCdoQQAvD_BwE

21. Котел «Alter Duo UNI Pellet» [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://termoplus.com.ua/production/altep-kt-2-e-pg/>

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

22. Насадка-аератор [електронний ресурс] Режим посилання: <https://eco-water.com.ua/product/nasadka-aerator-na-kran-3-litry-za-hvylynu/>

23 Лічильник теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ectc.com.ua/ua/schetchiki-tepla/ultrazvukovyj-lichylnyk-tepla-ta-holodu-sharky-775-flancevyj-korpus>

24. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання: http://www.obg.elint.com.ua/zasoby_gasynnya.html

25. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання: <https://buklib.net/books/32189/>

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

ДОДАТОК А

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основні методи пожежогасіння. Вогнегасні речовини та засоби пожежогасіння

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке призводить до матеріальної шкоди. Причинами виникнення пожеж є недбала поведінка людей з вогнем, порушення правил пожежної безпеки, природні явища (блискавка, посуха). Відомо, що 90% пожеж виникає з вини людини [24].

Необережне поводження з вогнем призводить до небажаних наслідків, які часто закінчуються трагічно. Через пожежі завдано багато шкоди людству і чимало людей загинуло через них. Тому, тут важко не згадати пожежу в Херсоні, де було знищено велику площу лісів, а також про великомасштабну пожежу в Греції, де загинуло багато людей, та були зруйновані значні території країни. Найчастіше під час пожежі люди отримують смертельні отруєння чадним газом, внаслідок чого кров втрачає здатність постачати в організм кисень, що спричиняє «кисневе голодування» [24]. Потрапляючи в такі критичні ситуації, під дією паніки більшість людей не в змозі врятувати своє життя, а отже дуже важливим є проведення комплексних навчань і давати рекомендації як поводити себе у відповідних ситуаціях. На сьогоднішній день, навіть у найрозвиненіших країнах не можливо попередити виникнення пожеж і запобігти їх виникненню. Навіть при значному фінансуванні проектів протипожежної безпеки і захисту від пожеж вони несуть збитки від їх виникнення, але щоправда значно менші. У вогні пожеж безповоротно зникають величезні матеріальні та культурні цінності. Важко навіть уявити, скільки згоріло за час існування людства історико-культурних, мистецьких та матеріальних цінностей [24].

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

У практиці гасіння пожеж найбільше поширення одержали наступні принципи припинення горіння [24]:

- ізоляція вогнища горіння від повітря чи зниження шляхом розведення повітря негорючі концентрації кисню до значення, при якому не може відбуватися горіння;
- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур;
- інтенсивне гальмування (інгібування) швидкості хімічної реакції в полум'ї;
- механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильною струменем газу та води;
- створення умов вогнезахащення, тобто таких умов, при яких полум'я поширюється через вузькі канали.

В комплексі заходів, що використовуються в системі протипожежного захисту, важливе значення має вибір найбільш раціональних способів та засобів гасіння різних горючих речовин та матеріалів згідно зі СНіП 2.04.09-84 [25].

Успіх швидкої локалізації та ліквідації пожежі на її початку залежить від наявних вогнегасних засобів, вміння користуватися ними всіма працівниками, а також від засобів пожежного зв'язку та сигналізації для виклику пожежної допомоги та введення в дію автоматичних та первинних вогнегасних засобів [25].

Вода – найбільш дешева і поширена вогнегасна речовина. Вода порівняно з іншими вогнегасними речовинами має найбільшу теплоємність і придатна для гасіння більшості горючих речовин. Вода застосовується у вигляді компактних і розпиленних струменів і як пара. Вогнегасний ефект компактних струменів води полягає у змочуванні поверхні, зволоженні та охолодженні твердих горючих матеріалів [24]. Подача води до місця пожежі здійснюється пожежними рукавами. Відкидний рукав від пожежного крана або насоса закінчується металевим соплом, обладнаним розбризкувачем. Розбризкувач дозволяє отримувати компактний або розсіяний струмінь води [24]. Струменем води

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

гасять тверді горючі речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також спирти, трансформаторне і солярове мастила [25].

Водою не можна гасити легкозаймісті рідини (бензин, гас), оскільки, маючи велику питому вагу, вода накопичується внизу цих речовин і збільшує площу горючої поверхні. Не можна гасити водою такі речовини, як карбіди та селітру, які виділяють при контакті з водою горючі речовини, а також металевий калій, натрій, магній та його сплави, електрообладнання, що знаходиться під напругою, цінні папери та устаткування

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³ і невеликих загорань на відкритих установках. Вогнегасна концентрація пари у повітрі становить 35% [25].

Піни застосовують для гасіння твердих та рідких речовин, які не вступають у взаємодію з водою. Вогнегасні властивості піни визначають її кратністю - відношенням об'єму піни до об'єму її рідкої фази, стійкістю, дисперсного та в'язкістю [25]. На ці властивості піни крім її фізико-хімічних властивостей впливають природа пального речовини, умови протікання пожежі і подачі піни [25].



Рисунок А.1 – Гасіння пожежі піною [25]

В залежності від способу та умов отримання Вогнегасні піни поділяють на хімічні та повітряно-механічні. Хімічна піна утворюється при взаємодії розчинів

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

кислот і лугів у присутності піноутворюючий речовини і являє собою концентрованих емульсію двоокису вуглецю у водному розчині мінеральних солей, що містить піноутворюючий речовина.

Застосування хімічної піни у зв'язку з високою вартістю і складністю організації пожежогасіння скорочується [25].

При гасінні пожеж інертними газоподібними розріджувачі використовують двоокис вуглецю, азот, димові або відпрацьовані гази, пар, а також аргон та інші гази. Вогнегасні дію названих складів полягає в розбавлених повітря та зниження в ньому вмісту кисню до концентрації, при якій припиняється горіння. Вогнегасний ефект при розведення зазначеними газами обумовлюється втратами теплоти на нагрівання розріджувачі і зниженням теплового ефекту реакції. Особливе місце серед вогнегасних складів займає двоокис вуглецю (вуглекислий газ), яку застосовують для гасіння складів ЛВЖ, акумуляторних станцій, сушильних печей, стендів для випробування електродвигунів і т.д [24].

Слід пам'ятати, однак, що двоокис вуглецю не можна застосовувати для гасіння речовин, до складу молекул яких входить кисень, лужних та лужноземельних металів, а також тліюча матеріалів. Для гасіння цих речовин використовують азот або аргон, причому останній застосовують у тих випадках, коли є небезпека освіти нітрид металів, мають вибухові властивості і чутливістю до удару [24].

Апарати пожежогасіння підрозділяють на пересувні (пожежні автомобілі), стаціонарні установки та вогнегасники (ручні до 10 л. І пересувні і стаціонарні обсягом вище 25 л.).

Пожежні автомобілі ділять на автоцистерни, доставляють на пожежу воду і розчин піноутворювача і обладнані стовбурами для подачі води або повітряно-механічної піни різної кратності, і спеціальні, призначені для інших вогнегасних засобів або для певних об'єктів [24].

Стаціонарні установки призначені для гасіння пожеж в початковій стадії їх виникнення без участі людей. Їх монтують в будівлях і спорудах, а також для

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

захисту зовнішніх технологічних установок [24]. По застосовуваних вогнегасних засобів їх підрозділяють на водяні, пінні, газові, порошкові і парові. Стаціонарні установки можуть бути автоматичними і ручними з дистанційним пуском. Як правило, автоматичні установки обладнуються також пристроями для ручного пуску. Установки бувають водяними, піноутворюючий та встановлення газового гасіння. Останні ефективніше і менш складні і громіздкі, ніж багато інших [24].

Вогнегасники (рис. А2) по виду вогнегасних засобів підрозділяються на рідинні, вуглекислотні, хімпінні, повітряно-пінні, хладонові ,порошкові і комбіновані. У рідинних вогнегасника застосовують воду з добавками (для поліпшення змиває мості, зниження температури замерзання і т.д.), у вуглекислотний - зріджений двоокис вуглецю, у хімпінних - водяні розчини кислот і лугів, в хладонових - хладонов 114В2, 13В1, в порошкових - порошки ПС, ПСБ-3, ПФ і т.д. Вогнегасниками маркуються літерами, характеризують вид вогнегасника по розряду, і цифрою, що означає його місткість (обсяг) [25].



Вогнегасники:
вуглекислотний (а), порошковий (б), водопінний (в)

Рисунок 2.2 – Типи вогнегасників [25]

Застосування вогнегасників [24]:

- вуглекислотні - гасіння об'єктів під напругою до 1000В.
- хімпінні - гасіння твердих матеріалів і ГЖ на площі до 1 м².
- воздушнопінні - гасіння загоряння ЛВЖ, ГЖ, твердих (і тліюча) матеріалів (крім металів і обладнання під напругою).

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

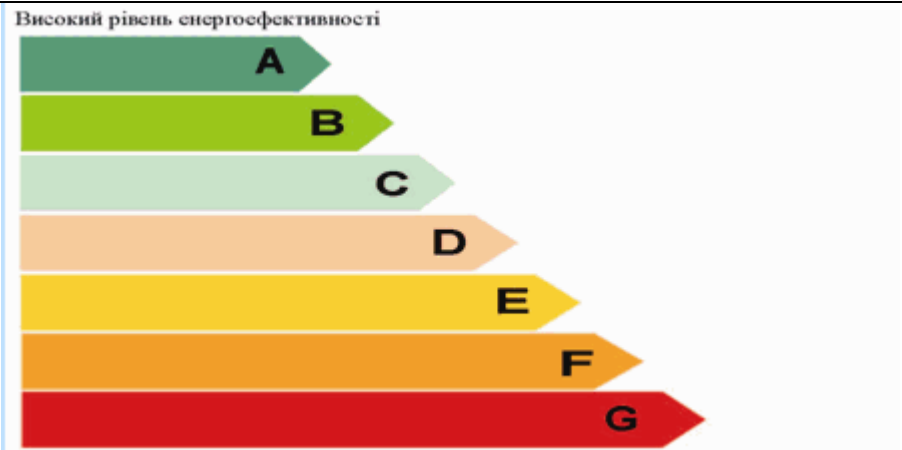
- хладонові - гасіння загоряння ЛВЖ, ГЖ, горючих газів.
- порошкові - гасіння матеріалів, установок під напругою;
- заряджені МГС, ПХ - гасіння металів; ПСБ-3, П-1п - гасіння ЛВЖ, ГЖ, горючих газів [25].

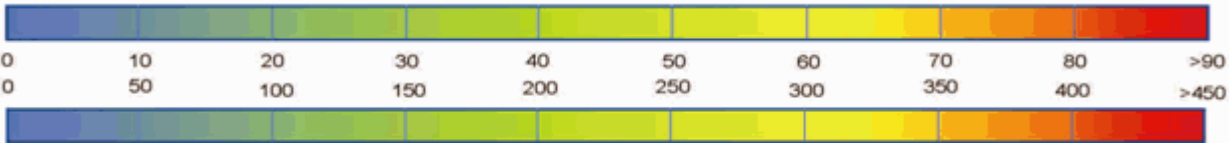
						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Сумська область, с. Юнаківка, вул. Новоселівка, 1	
Функціональне призначення та назва:	Навчальний заклад, Юнаківський ЗЗСО	
Відомості про конструкцію будівлі:		
загальна площа, м ²		3835,3
загальний об'єм, м ³		12639
опалювальна площа, м ²		3662,2
опалювальний об'єм, м ³		11399
кількість поверхів:		3
рік прийняття в експлуатацію:		1977
кількість під'їздів або входів:	5	

Шкала класів енергетичної ефективності	Клас енергетичної ефективності
<p>Високий рівень енергоефективності</p>  <p>Низький рівень енергоефективності</p>	E
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі.	48,3 кВт·год/м ³

Питоме споживання первинної енергії, кВт х год/м ² за рік 44,03

Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік 16,1
Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора:

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

І ФАКТИЧНІ АБО ПРОЕКТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРКЦІЙ

Вид огорожувальної конструкції:	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції		Площа А, м ²
	існуюче приведене	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	1,92	3,3	3589
Суміщене перекриття	2,45	4,95	1536
Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу			
Горищні перекриття неопалювальних горищ			
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами			
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,65	0,75	970,6
Зовнішні двері	0,56	0,6	36,5

Опис технічного стану огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни:

Стіни будинку виконані з монолітного бетону та штукатурки. Зовнішні дефекти стіни - наявність нещільностей у місцях встановлення світлопрозорих конструкцій і зовнішніх дверей.

Віконні та балконні блоки:

Вікна з подвійних склопакетів у металопластикових рамах.

Зовнішні двері:

Зовнішні двері будівлі металопластикові, одинарні наявність нещільностей.

Дах:

Дах односкатний.

Підлога:

Підлога будівлі виконана з залізобетонних конструкцій: шару бетону на зольному ґравії, та шару сосни уздовж волокон.

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

II Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показу	Існуюче значення (кВт год)/м ³ за рік	Мінімальні вимоги (кВт год)/м ³ за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	48,3	30
Питоме енергоспоживання при опаленні	48,3	30
Питоме енергоспоживання при охолодженні	-	-
Питоме енергоспоживання при гарячому водопостачанні	-	-
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	-	-
Питоме енергоспоживання при освітленні	-	-
Питоме споживання первинної енергії, кВтхгод/м ² за рік	-	-
Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік	-	-

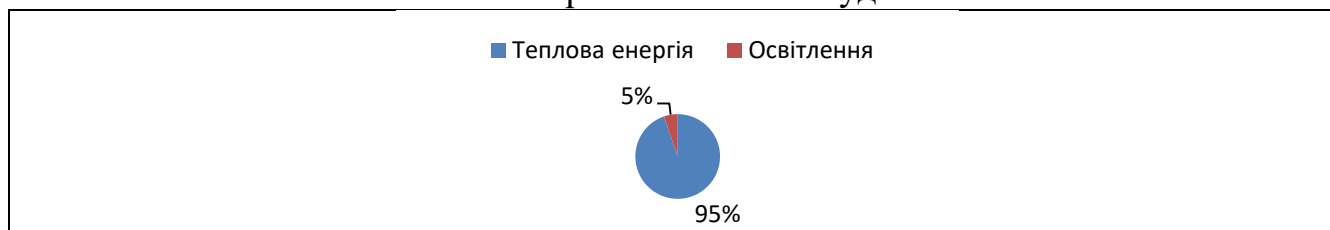
Енергоспоживання будівлі

Вид	Фактичний обсяг споживання за рік		Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис кВт·год	тис кВт·год	тис кВт·год	тис кВт·год
Енергоспоживання системи опалення	-	-	498997,78	-
Енергоспоживання системи вентиляції	-	-	-	-
Енергоспоживання системи гарячого водопостачання	-	-	-	-
Енергоспоживання системи охолодження	-	-	-	-
Енергоспоживання системи освітлення	39560	-	49000	-
Всього	39560	-	547997,78	-

Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних

- відсутність утеплення огорожуючих конструкцій;
- зношеність внутрішньої системи опалення.
- використання неефективного обладнання.

Річне енергоспоживання будівлі



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

III Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

Система опалення

Система теплопостачання закладу автономна. Встановлені два твердопаливні котли типу «Буран».

Будинок обладнано двотрубною системою опалення з нижнім розведенням. Опалювальні прилади – чугунні радіатори. Подавальний трубопровід системи і відгалуження від нього проходять через приміщення підвалу. Зворотний трубопровід системи і відгалуження від нього проходять через приміщення неопалювального підвалу. До автономного джерела теплоти, будинок приєднано за незалежною схемою. Тепловою ізоляцію трубопроводів у неопалювальних приміщеннях здійснено за допомогою мінеральної вати.

Система водопостачання, вентиляції та кондиціонування

Будівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Здійснюється Комунальним підприємством «Світанок» на підставі Договору № 570. Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=0,35$ МПа.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є працівники, учні та відвідувачі будівлі.

Водовідведення відбувається по металевій трубі Ø80 мм.

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.

Система гарячого водопостачання

Система гарячого водопостачання – автономна. В будівлі встановлений електричний водопідігрівач.

Система освітлення

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» згідно договору №342 від 23.06.2020 року. Постачання відбувається від трансформаторної підстанції, що знаходиться за територією закладу. Живлення здійснюється кабелем ААБ 3х70.

В будівлі встановлені лампи люмінесцентні та розжарювання.

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

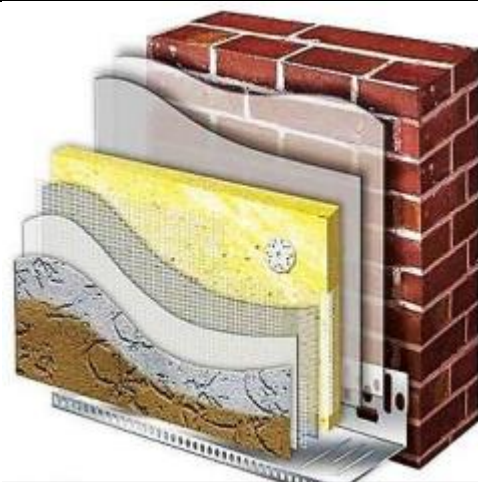
IV Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

Захід № 1 Теплоізоляція зовнішніх стін будівлі

Зовнішні стіни будівлі знаходяться в задовільному стані, але їх теплозахисні властивості не відповідають нормам.

Щоб зовнішні стіни відповідали нормам, рекомендується провести заходи по теплоізоляції зовнішніх стін з використанням мінеральної вати.

Товщина теплової ізоляція повинна бути не менше 100 мм.



Інвестиції		Економія		Окупність	
грн		кВт·год		роки	
1615050		270201,5		7	

Захід № 2 Утеплення стелі

Додаткове утеплення стелі спеціальними матеріалами здатне підвищити термічний опір конструкції і відповідно значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, що у свою чергу призведе до зменшення витрат теплової енергії.

З метою підвищення термічного опору та утеплення горищного перекриття пропонується утеплення виконувати мінеральною ватою.



Інвестиції		Економія		Окупність	
грн		кВт·год		роки	
567824		30307		4,8	

Захід № 3 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку

В будівлі на даний момент встановлені вікна з пластикових профілів із заповненням однокамерними склопакетами.. Дані вікна були встановлені давно, і вже морально застарілі. Рекомендується замінити старі вікна на сучасні металопластикові, двокамерні фірми «Газда».



Інвестиції		Економія		Окупність	
грн		кВт·год		роки	
56000		3000,5		12,6	

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