

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем будівлі
Мутиїнської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів»

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

Виконавець роботи Лубенець А.О.
(прізвище і ініціали)

(підпис студента)

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

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Керівник роботи _____
(підпис)

Молошній О.М.
(прізвище і ініціали)

к.т.н., аспірант каф. ПГМ
(наукова ступінь, звання або посада)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії _____
(підпис)

Суми 2020

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної гідроаеромеханіки

_____ Ковальов І.О.
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Лубенець Андрій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем будівлі Мутинської загальноосвітньої школи I-III ступенів

затверджена наказом по університету № _____ від “ ___ ” _____ 20__ р.

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

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

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

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

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

2. **Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання** (основні положення методики розрахунку; представлення результатів розрахунку).

3. **Розробка можливих енергозбережних заходів** (основні положення методики розрахунку заходів; представлення результатів розрахунку).

4. **Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.**

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

1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозбережних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 12.04.2020	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 19.04.2020	
3	Інструментальне обстеження	до 26.04.2020	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 06.05.2020	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 20.06.2020	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 25.06.2020	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 04.06.2020	
8	Здача роботи на перевірку	до 05.06.2020	
9	Доопрацювання зауважень	до 12.05.2020	
10	Захист роботи	з 15.06.20 до 20.06.20	

Дата видачі завдання “06” квітня 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Лубенець А.О.
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Молошній О.М.
(Прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 54 с, 6 таблиці, 5 рисунків, додатки, 17 літературних джерел.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема будівлі, що обстежується та план приміщення усього два аркуша формату А1.

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

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

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

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі Мутинської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів, аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Об'єктом є використання енергоносіїв в Мутинській загальноосвітній школі І-ІІІ ступенів.

Методи дослідження: інструментальне вимірювання освітленості та температури по приміщенням, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

Тема роботи – «Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем будівлі Мутинської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів»

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	7
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	7
1.2 Опис дійсного стану будівлі	8
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта....	10
1.3.1 Система опалення	10
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	11
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	12
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	12
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	13
1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії	13
1.4.2 Аналіз обсягів споживання води	14
1.4.3 Аналіз обсягів споживання палива.....	15
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	16
2.1 Методика проведення розрахунку	16
2.2 Проведення розрахунку.....	20
2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій.....	20
2.2.2 Розрахунок тепловитрат	24
2.2.3 Розрахунок теплової потужності системи теплопостачання будівлі..	28

					6.050601.03 БР 03 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Розробив		Лубенець				5	53	
Перевірив		Молошний						
Реценз								
Н. Контр.						СумДУ ЕМ-61		

3. РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	31
3.1 Перелік можливих енергозбережних заходів	31
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів.....	31
3.2.1 Утеплення огороджувальних конструкцій булівлі (стін).....	31
3.2.2 Утеплення огороджувальних конструкцій булівлі (дах).....	35
3.2.3 Заміна дерев'яних вікон.....	37
3.2.4 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції.....	40
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	44
....4.1 Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводить.....	44
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ	

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						6

ВСТУП

Одним із основних завдань енергетичного аудиту є можливість пошуку практичних способів економії енергоресурсів та впровадження систем енергетичного менеджменту в ключеві структури підприємств.

Предметом даного енергетичного обстеження є енергоспоживаючі системи будівлі і можливість впровадження енергозберігаючих заходів для ефективного споживання енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного обстеження (аудиту) є комунальна установа Мутинська ЗОШ I-III ступенів

Основною метою енергетичного обстеження є пошук практичних можливостей енергозбереження і допомога господарським суб'єктам у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Основною метою проведення енергетичного аудиту в Мутинській ЗОШ була розробка та подальше впровадження енергозберігаючих заходів, які націлені на зменшення неефективного використання енергоресурсів та звести до мінімуму непродуктивні витрати.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є комунальна установа – опорний заклад загальної середньої освіти «Мутинська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів» (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Мутинська ЗОШ І-ІІІ ступенів

Метою роботи є проведення енергетичного обстеження системи тепло- та електропостачання, холодного водопостачання будівлі. Визначення дійсного технічного стану, обсягів споживання енергії, запровадження енергозберігаючих заходів для оптимального використання енергоресурсів.

Адреса будівлі: 41351, Сумська область, Кролевецький р-н, с. Мутин, вул. Колективна, 4

Директор школи – Каптан Валентина Володимирівна.

Завідуюча по господарчій частині – Тютюнник Галина Петрівна.

У закладі працює 40 працівників, з них 32 – вчителі.

Встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 8⁰⁰ години до 16⁰⁰ години.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					8

На період проходження переддипломної практики заклад знаходився на карантині.

Основними системами, що забезпечують роботи Мутинську ЗОШ є системи теплопостачання, електропостачання, водопостачання та водовідведення.

Перевіряє справність та проводить ремонт інженерних комунікацій будівлі технічний персонал школи.

Технічні характеристики будівлі:

- Рік побудови 1966р.;
- Кількість поверхів 2 пов.;
- Опалювальна площа 1658 м²;
- Площа забудови 1001 м²;
- Опалювальний об'єм будівлі 7254 м³;
- Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 7793 м³.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Заклад розміщений у типовому двоповерховому приміщенні, що має П-подібну форму планування

Зовнішні стіни будівлі ЗОШ цегляні. Фасад будівлі викладений цеглою. На внутрішніх стінах приміщення нанесена піщано-цементна штукатурка товщиною 30 мм. Додаткова теплоізоляція відсутня. Фундамент будівлі виконаний з бетону. Значних пошкоджень фасаду не виявлено.

Підлога будівлі бетонована та покрита дошками товщиною в 30мм.

Перекрыття будівлі виконане з залізобетонної плити висотою 227 мм.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					9

Коефіцієнт теплопровідності основного конструктивного матеріалу стіни згідно норми для цегли – 0,87Вт/(м·град)[15].

Будівля налічує 98 вікон, загальною площею 291,31 м². При цьому дерев'яні вікна мають площу 246,71 м², а металопластикові з двокамерним склопакетом - 44,6 м². Виробника віконного профілю та склопакету ідентифікувати не вдалось. Конструкції дерев'яних вікон через вплив навколишнього середовища і старіння з плином часу мають короблення елементів рами, нещільне прилягання скла, трухлість окремих елементів.

Будівля має три входи (у постійному використанні знаходиться один центральний, який являє собою основний вхід), які виконано у вигляді тамбуру. Зовнішні двері будівлі - металопластикові, що обладнані пристроєм автоматичного закривання. Інші двері виготовлені з дерева.

Виявлені нещільності в дерев'яних дверях. Розмір дверей 2х1,2 м.

Інші дерев'яні двері, які не використовуються. Мають короблення дверного полотна, нещільності прилягання через зношеність брусів коробки.

Підлога будівлі представляє собою залізобетонну плиту вкриту лінолеумом або дерев'яними дошками, в залежності від призначення приміщення. Між поверхнею ґрунту та плитою є повітряний прошарок.

Також, у закладі є підвальне приміщення де розташовані технічні комунікації. Складається з кількох приміщень. Підлога являє собою бетонну стяжку без утеплення. Переkritтя над підвалом не утеплене.

Будівля має горища. На горищі знаходяться деякі комунікації. Переkritтя верхнього поверху являє собою залізобетонну плиту. Переkritтя даху двоскатне виконано з дерева. Покрівля виконана з шифера.

При обстеженні було виявлено майже однакову температуру повітря у кімнатах.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Централізоване опалення відсутнє, тому опалення будівлі здійснюється автономно за рахунок котельні, яка знаходиться на території школи. Підключений твердопаливний котел. Як паливо використовують різнорідні дрова.

Система опалення ЗОШ однотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна, з вимушеною циркуляцією теплоносія.

Система опалення незалежна, нерегульована. Приладів контролю за споживанням теплової енергії немає. Автоматика для управління системою опалення відсутня. Наявні манометри та термометр в теплопункті.

У якості опалювальних приладів використовуються чавунні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами у кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений. Прокладка стояків – відкрита вздовж стін будівлі.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 95/70°C. Розрахунковий перепад температур у системі опалення будівлі 95/70°C. Температура на подавальному трубопроводі – 58 °C, температура у зворотному трубопроводі – 48 °C. Промивання системи опалення майже не проводиться.

1.3.2 Система електропостачання

Постачання електроенергії Мутинської ЗОШ здійснюється від трансформаторної підстанції, яка знаходиться на балансі «Енера Суми». Внутрішні електромережі є застарілими.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						11

1.3.3 Система водопостачання

Постачання води до Мутинської ЗОШ здійснюється централізовано від СОК «Мутинчанка» с. Мутин. Ввідна мережа водопостачання знаходиться у тепловому пункті і звідти розподіляється по будівлі ЗОШ.

Тиск в зовнішній мережі в точці підключення складає 0,15 - 0,3 МПа., що забезпечує розрахунковий тиск на ввіді в будівлю. Водопровідна мережа запроектована з чавунних водопровідних труб $d = 100$ мм. Глибина залягання водопровідної мережі 1,8 м.

Каналізація: підключення будівлі школи відбувається до існуючої дворової мережі $D = 150$ мм., далі до вигрібної ями, яка розташована на території школи.

Гаряче водопостачання від магістралі до будівлі не передбачене.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						12

1.3.4 Система вентиляції

Система вентиляції коридорів, класів, адміністративних кімнат та санітарних вузлів знаходиться в незадовільному стані. Відсутня вентиляційна установка, і тому вентиляція по каналах здійснюється лише за рахунок перепаду тисків, складова яких дуже мала.

Вентиляція здійснюється через канали прокладені в стінах. Витяжні решітки встановлено на каналах під стелею. Заходи з очищення витяжних каналів не проводились. В приміщеннях, де встановлені нові пластикові вікна (мають нові ущільнення) вентиляція взагалі не працює, бо відсутній приплив віжого повітря.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

Облік теплової енергії не здійснюється. Гаряче водопостачання у ЗОШ не передбачене.

Об'єм споживаної холодної води вимірюється крильчастим лічильником Новатор ЛК15х. Періодичність повірки – один раз на 1,5 роки. Постачання води до ЗОШ здійснюється централізовано від СОК «Мутинчанка» згідно договору.

Облік спожитої електроенергії здійснюється 3 фазним лічильником активної електроенергії ЦЭ6803ВШ/1. Періодичність повірки – один раз на 8 років. Постачання електроенергії ЗОШ здійснюється з трансформаторної підстанції КТП-120, яка знаходиться на балансі «ЕНЕРА СУМИ».

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на енергоносії та воду (станом на квітень 2020) [3]:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						13

Дрова: 750 грн/м³;

Теплова енергія: 1601,74 грн/Гкал

Електрична енергія: 1,68 грн/кВт·год;

Водопостачання: 5,75 грн/м³.

1.3 Аналіз споживання енергоносіїв та води

Завдяки показанням використання енергоносіїв та води за останні чотири роки, можна робити висновки про потенціал, затрати та розвиток Мутинської ЗОШ в плані енергозбереження (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Обсяги, динаміка споживання ПЕР за 2016-2019 роки

Види ПЕР	Одиниці виміру	2016 р	2017 р	2018 р	2019 р
Електроенергія	кВт.год	122745	121654	121765	121923
Холодна вода	м ³	3180	3086	3023	3031
Тверде паливо (дрова)	м ³	311	306	323	319

1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії

З діаграми використання електричної енергії (рис. 1.2) видно, що найбільше споживання припадало на 2016 рік. Зниження є в межах 1%, що можна пояснити заміною частини ламп розжарювання на нові енергозберігаючі.



Рисунок 1.2 – Діаграма використання електроенергії на 2016-2019 роки

1.4.2 Аналіз обсягів споживання води

Діаграма використання холодної води (рис 1.3) показує, що з кожним роком зменшується об'єм її споживання, про що свідчать зменшення кількості учнів та персоналу, а також введення більш економічного її використання.



Рисунок 1.3 – Діаграма використання холодної води на 2016-2019 роки

1.4.3 Аналіз обсягів палива

Діаграма використання палива (рис 1.4) показує, що кожний рік майже стабільне використання об'єму палива. Залежить від температури зовнішнього середовища протягом опалювального сезону та режиму роботи ЗОШ.



Рисунок 1.4 – Діаграма використання палива на 2016-2019 рок

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Методика проведення розрахунку

Наведені у роботі методики розрахунку теплотехнічних параметрів будинку ґрунтуються на інформації з джерел [4;5].

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma PP}$, $m^2 \cdot K/Вт$ повинний бути не менше за прийняті значення R_{qmin} , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження.

Згідно ДБН, для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3^0C та більше, обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma PP} \geq R_{qmin}; \quad (2.1)$$

$$\Delta T_{\Sigma PP} \leq \Delta T_{CG}; \quad (2.2)$$

$$\Delta T_{bmin} > \Delta T_{min}. \quad (2.3)$$

$R_{\Sigma PP}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

R_{qmin} - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$\Delta T_{\Sigma PP}$ - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

ΔT_{CG} - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

ΔT_{bmin} - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

ΔT_{min} - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Мінімально допустиме значення, R_{qmin} , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, кліматичного режиму внутрішнього середовища [4].

Термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (2.4)$$

де: δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

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

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

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{a_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{a_3} \quad (2.5)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

де: α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К) [4];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, згідно формули (2.4), м² · К/Вт.

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

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі при їх дійсному стані:

$$Q_0 = \frac{F_{orp}}{R_{qmin}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \quad (2.6)$$

де: F_{orp} – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

$R_{\Sigma PP}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м² · К/Вт;

t_B, t_3 – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря [4].

Тепловтрати через огорожувальні конструкції при нормованих R_{qmin} :

$$Q_0 = \frac{F_{orp}}{R_{qmin}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків:

$$Q_{op}^d = Q_{ст} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (2,8)$$

де: $Q_{ст}$ – тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати $b_{op} = 0,13$ – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

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

$$Q_{ndl} = 0,05 \cdot Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи:

$$Q_{inf} = 0,28 \cdot G \cdot F \cdot c \cdot (t_{в} - t_{з}), \text{ Вт} \quad (2.10)$$

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

$t_{в}, t_{з}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$;

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

$F_{вкн}$ - площа віконних прорізів, м^2 .

У випадку тільки витяжної вентиляції (природної) з припливом зовнішнього повітря крізь нещільності огорожувальних конструкцій або крізь спеціальні вентиляційні отвори розрахунок втрат теплоти на вентиляцію $Q_{в}$, Вт, виконується за такою залежністю:

$$Q_{в} = 0,28 \cdot V_{п} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{в} - t_{з.р.}) \cdot n_{к} \cdot k_{в}, \quad (2.11)$$

Де c питома теплоємність повітря. Що дорівнює $c = 1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{в}, t_{з.р.}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря;

$V_{п}$ – внутрішній об'єм приміщення (будівлі), м^3 ;

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год^{-1} [5];

k_v – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення внаслідок розташування в ньому різного обладнання (беруть $k_v = 0,85 - 1,0$).

Середня кратність повітрообміну навчального закладу n_k , год^{-1} , визначається за формулою:

$$n_k = (3 \times F_{ж}) / (v_v \times V_{П}) \quad (2.12)$$

де $F_{ж}$ – площа (опалювальна площа) навчального закладу [5];

$V_{П}$ – внутрішній опалювальний об'єм приміщення у навчальному закладі,

v_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується

наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних беруть $v_v = 0,85$.

2.2 Проведення розрахунку

Розрахунки проводимо для будівлі, яка знаходиться в Сумській області (І температурна зона), з нормальним вологісним режимом.

2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, яка обстежувалась, отримані відповідно до методики взятої з документації та наведених в таблиці 2.1

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність λ_i , $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma np}$, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \min}$, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Цегла силікатна	0,50	0,87	0,743	3,3
		Штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	2,04	0,451	5,35
		Руберойд	0,025	0,17		
3	Вікна	Дерев'яні	-	-	0,2	0,75
		Пластикові	-	-	0,3	
4	Підлога (перший поверх) [5]	Залізобетонна плита	0,22	2,04	0,382	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,05	0,81		
		Лінолеум (частково керамічна плитка)	0,005	0,29		
5	Вхідні двері [6]	Металопластикові	0,08	0,22	0,363	0,5

Отримані результати свідчать про те, що є невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [7, табл.2.1].

Значення температури всередині будівлі беремо згідно [4, 5] $t_e = 22^{\circ}\text{C}$, а значення розрахункової температури зовнішнього повітря приймаємо $t_3 = - 22^{\circ}\text{C}$.

1 Стіни:

-кладка цегляна з повнотілої цегли з $\lambda_1=0,87\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ товщиною $\delta_1= 0, 5\text{м}$;

-штукатурка-розчин цементно-піщаний з $\lambda_2 =0,81\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ товщиною $\delta_2= 0,03\text{м}$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

За формулою (2.4) знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

$$R_{CT1} = \frac{0.50}{0.87} = 0,574 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт};$$

$$R_{CT2} = \frac{0.03}{0.81} = 0,0123 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}.$$

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

$$R_{\Sigma PR}^{CT} = \frac{1}{8,7} + 0,574 + 0,0123 + \frac{1}{23} = 0,743 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює $R_{q \min}^{CT} = 3,3 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}$.

Отже, $R_{\Sigma PR} = 0,743 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт} < R_{q \min} = 3,3 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}$ – це свідчить про те, що стіни необхідно утеплювати

2. Суміщене перекриття:

-залізобетонна плита з $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/(м·К)}$ товщиною $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$;

-руберойд з $\lambda_2 = 0,17 \text{ Вт/(м·К)}$ товщиною $\delta_2 = 0,025 \text{ м}$.

За формулою (2.4) знаходимо термічний опір кожного шару суміщеного перекриття:

$$R_{СП1} = \frac{0.22}{2,04} = 0,107 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт};$$

$$R_{СП2} = \frac{0.025}{0.17} = 0,147 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі перекриття дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$R_{\Sigma \text{ПР}}^{\text{СП}} = \frac{1}{8,7} + 0,107 + 0,147 + \frac{1}{12} = 0,451 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі суміщеного перекриття громадських будинків дорівнює $R_{q \text{ min}}^{\text{СП}} = 5,35 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$

Отже, $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,451 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт} < R_{q \text{ min}} = 5,35 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$ – це свідчить про те, що суміщене перекриття необхідно утеплювати

3. Вікна:

-роздільні дерев'яні з подвійним склінням $R_{\text{др}}^{\text{ВКН}} = 0,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$

-металопластикові з подвійним склопакетом $R_{\text{мп}}^{\text{ВКН}} = 0,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі суміщеного перекриття громадських будинків дорівнює $R_{q \text{ min}}^{\text{ВКН}} = 0,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$

Отже, приведений опір теплопередачі вікон менший за необхідний $R_{q \text{ min}}^{\text{ВКН}} = 0,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$

4. Підлога:

-залізобетонна плита з $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ товщиною $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$;

-розчин цементно-піщаний з $\lambda_2 = 0,81 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ товщиною $\delta_2 = 0,05 \text{ м}$;

-лінолеум з $\lambda_3 = 0,29 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ товщиною $\delta_3 = 0,005 \text{ м.}$

За формулою (2.4) знаходимо термічний опір кожного шару підлоги:

$$R_{\text{пдл1}} = \frac{0,22}{2,04} = 0,107 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт;}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						24

$$R_{\text{ПДЛ2}} = \frac{0.05}{0.81} = 0,061 \text{ (м}^2\text{К)/Вт};$$

$$R_{\text{ПДЛ3}} = \frac{0.005}{0.29} = 0,017 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для перекриттів над холодними підвалами дорівнює $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$, а зовнішньої $\alpha_{\text{з}} = 12 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$

$$R_{\Sigma \text{ПР}}^{\text{ПДЛ}} = \frac{1}{8,7} + 0,107 + 0,061 + 0,017 + \frac{1}{12} = 0,382 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги громадських будинків дорівнює $R_{q \text{ min}}^{\text{ПДЛ}} = 3,3 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}$.

Отже, $R_{\Sigma \text{ПР}} = 0,743 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт} < R_{q \text{ min}} = 3,3 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}$ – це свідчить про те, що підлогу необхідно утеплювати/

5. Двері

-металопластикові з $\lambda_1 = 0,22 \text{ Вт/(м·К)}$ товщиною $\delta = 0,08 \text{ м}$

За формулою (2.4) знаходимо термічний опір вхідних дверей:

$$R = \frac{0.08}{0.22} = 0,363 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі підлоги громадських будинків дорівнює

$$R_{q \text{ min}}^{\text{ПДЛ}} = 0,5 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}.$$

2.2.2 Розрахунок тепловитрат

Оскільки об'єктом дослідження є заклад освіти, то значення температури в середині будівлі беремо згідно [4] $t_{\text{в}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, а значення

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						25

розрахункової температури зовнішнього повітря приймаємо $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$.

Тепловтрати через стіни при їх дійсному стані за формулою (2.6):

$$Q_0 = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{q\text{ст}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_3) \cdot n, \text{ Вт.}$$

$F_{\text{ст}} = 1428,7\text{ м}^2$, $R_{\text{ст}} = 0,743\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$, тоді

$$Q_{\text{ст}} = (1428,7/0,743) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 84606,72\text{ Вт} = 84,606\text{ кВт.}$$

Тепловтрати через вікна при їх дійсному стані за формулою (2.6):

$$Q_0 = \frac{F_{\text{вікн}}}{R_{q\text{вікн}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_3) \cdot n, \text{ Вт.}$$

-дерев'яні вікна $F = 246,71\text{ м}^2$, $R = 0,2\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$,
 $F_{\text{др}}^{\text{ВКН}} = 246,71\text{ м}^2$, $R_{\text{ВКН}} = 0,02\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$, тоді

$$Q_{\text{др}}^{\text{ВКН}} = (246,71/0,02) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 36184,13\text{ Вт} = 54,27\text{ кВт.}$$

-металопластикові вікна $F = 44,6\text{ м}^2$, $R = 0,3\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$,
 $F_{\text{мп}}^{\text{ВКН}} = 44,6\text{ м}^2$, $R_{\text{ВКН}} = 0,3\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$, тоді

$$Q_{\text{мп}}^{\text{ВКН}} = (44,6/0,3) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 3270,6\text{ Вт} = 6,54\text{ кВт.}$$

Тепловтрати через дах при його дійсному стані за формулою (2.6):

$F_{\text{д}} = 1001\text{ м}^2$, $R_{\text{д}} = 0,451\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$, тоді

$$Q_{\text{д}} = (1001/0,451) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 97658,53\text{ Вт} = 97,658\text{ кВт.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					26

Тепловтрати через підлогу при її дійсному стані за формулою (2.6):

$F_{\text{ПДЛ}} = 1001 \text{ м}^2$, $R_{\text{ПДЛ}} = 0,382 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{з}} = 6 \text{ }^\circ\text{C}$, $n=0,6$, тоді

$$Q_{\text{ПДЛ}} = (1001/0,382) \cdot (22-6) \cdot 0,6 = 41926,70 \text{ Вт} = 41,926 \text{ кВт.}$$

Тепловтрати через двері при їх дійсному стані за формулою (2.6):

$F_{\text{д}} = 2,4 \text{ м}^2$, $R_{\text{д}} = 0,363 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, $t_{\text{в}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{з}} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$, $n=1$, то

$$Q_{\text{д}} = (2,4/0,363) \cdot (22+22) \cdot 1 = 290,91 \text{ Вт} = 0,29 \text{ кВт.}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинку за формулою (2.8):

$$Q_{\text{СТ}}^{\text{д}} = 84606,72 \cdot 0,13 = 10998,87 \text{ Вт} = 10,99 \text{ кВт.}$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами за формулою (2.9):

$$Q_{\text{ПДЛ}}^{\text{д}} = 41926,70 \cdot 0,05 = 2096,33 = 2,09 \text{ кВт.}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи за формулою (2.10):

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 2 \cdot 291,31 \cdot 1,005 \cdot (22 + 22) = 7213,76 \text{ Вт} = 7,21 \text{ кВт.}$$

Щоб визначити додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (2.11), треба спочатку визначити середню кратність повітрообміну будівлі за формулою (2.12):

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$Q_{\text{вент}}^{\text{Д}} = 0,28 \cdot 7254 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22+22) \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 79,39 \text{ кВт.}$$

Середня кратність повітрообміну навчального закладу:

$$n_k = (3 \cdot 1658) / (0,85 \cdot 7254) = 0,80 \text{ год}^{-1}.$$

Для аналізу отриманих розрахункових даних візьмемо сумарні тепловитрати через кожен вид огорожувальної конструкції і наведемо їх у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	84,606	22
Вікна	68,02	17
Підлога	41,926	10
Дах	97,658	26
Двері	0,29	1
Інфільтрація	7,21	2
Витяжна вентиляція	79,39	20
Інші додаткові тепловитрати	13,08	2
Разом	392,184	100

З розрахункових даних видно, що найбільші тепловитрати будівлі відбуваються через дах 26%, стіни 22%, витяжну вентиляцію 20%. Отримані результати означають, що в першу чергу слід приділити увагу утепленню стін та реконструкцію горища. Додатково слід розглянути питання витяжної вентиляції будівлі та заміни старих дерев'яних вікон.

2.2.3 Розрахунок теплової потужності системи теплопостачання будівлі

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						28

При дійсному стані огорожувальних конструкцій, якщо не враховувати тепловтрати та теплонадходження можемо зробити оціночний аналіз теплової характеристики будівлі та її теплової потужності. Розрахунки можемо провести за збільшеними показниками. Отриману величину теплової потужності використовують при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

-внутрішня температура приміщень $t_{в}=22^{\circ}\text{C}$ (за вимогами температурного режиму [7, табл.В.2]);

-температура зовнішнього повітря $t_{з,р} = -22^{\circ}\text{C}$ [6].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [8], $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_6}{F_6} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_6} \cdot \left(0.9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0.6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2,7)$$

Де P_6 –периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій м;

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

H_6 – висота будівлі з урахуванням усіх опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$ - приведений опір теплопередачі стін будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (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);

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

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

Максимальна розрахункова тепла потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						29

визначається так [8]:

$$Q_6 = \alpha \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_B - t_{3.p.}) \cdot 10^{-3} \quad (2.8)$$

де V_6 – зовнішній об'єм будівлі, м³;

t_B – температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{3.p.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С;

α – поправковий коефіцієнт, який визначається:

$$\alpha = 0.54 + \frac{t_B}{(t_B - t_3)} = \frac{22}{22 - (-22)} = 1$$

Максимальна теплова потужність $q_{\text{пит}}^{\phi}$:

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{204}{1001} \cdot \left(\frac{1}{0,743} + 0,24 \cdot \left(\frac{1}{0,3} - \frac{1}{0,743} \right) \right) + \frac{1}{8,6} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{0,451} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,382} \right) = 1,8 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°С}$$

$$Q_{61} = 1, \cdot 1,8 \cdot 7793 \cdot 44 \cdot 10^{-3} = 6172 \text{ кВт}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом визначається, як [9]:

$$Q_{p.op} = Q_6 \cdot \frac{(t_B^{cp} - t_{cp.n})}{(t_B^{cp} - t_{3.p.})} \cdot n_{op} \cdot 10^{-3} \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.9)$$

де t_B – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{cp.n}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [4];

$t_{3.p.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [4], °С;

n_{op} – кількість днів за відповідний період опалення

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Знайдемо розрахункову величину теплової енергії, яка потрібна для опалення всієї будівлі за опалювальний період. Згідно [4], опалювальний період триває 187 діб, 24 години на добу, при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон рівній -2.5°C [10].

$$Q_{p,оп} = 6172 \cdot (24,5/44) \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 15234,96 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						31

3. РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Перелік можливих енергозбережних заходів

Проаналізувавши отримані дані розрахунків тепловитрат можемо обрати такі енергозберігаючі заходи:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (перекриття);
- заміна дерев'яних вікон вікон на нові енергоефективні;
- встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції.

3.2. Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

3.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін)

Після проведення розрахунку ми бачимо, що через огорожувальні конструкції (стіни) ми втрачаємо значну частину теплоти, а саме 22 % від загальних тепловтрат.

Опис можливостей енергозбереження огорожувальних конструкцій:

Для зменшення тепловитрат через зовнішні огорожувальні конструкції потрібно утеплити стіни та замінити старі дерев'яні вікна на сучасні енергоефективні. Серед багатьох матеріалів та конструктивних рішень нам потрібно обрати найбільш ефективне та з оптимальним терміном окупності. Для того щоб звести тепловтрати через стіни до нижнього нормативного рівня можемо використати шар з мінеральної вати.

Для утеплення стін будівлі (що являють собою цегляну кладку товщиною 0.5м та штукатурку 0.03м) пропонується мінеральна вата «Техноніколь стандарт 100мм» Теплопровідність такого матеріалу складає $h = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [11].

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					32

Товщину теплоізоляційного шару зовнішніх стін визначимо за формулою:

$$\delta_{yt} = [R_{q \min} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{yt}, \text{ м} \quad (3.1)$$

Згідно формули (3.1) розрахуємо потрібну товщину:

$$\delta_{yt} = [3,3 - 0,743] \cdot 0,039 = 0,092 \text{ м} = 99,7 \text{ мм}$$

Площа стін, яку потрібно утеплювати, не враховуючи площу вікон та дверей складає - 1428,7 м².

Розрахункові тепловтрати через стіни до утеплення – $Q^1 = 84606,72$ Вт.

Тепловтрати через стіни після встановлення шару ізоляції розрахуємо за формулою (2.6)

$$Q_{CT} = (1428,7/3,3) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 1904,93 \text{ Вт.}$$

Економія тепловитрат після впровадження заходу:

$$\Delta Q_{CT} = Q^1 - Q^2; \quad (3.2)$$

$$\Delta Q_{CT} = 84606,72 - 1904,93 = 82701,79 \text{ Вт}$$

Розрахуємо річну економію від впровадження заходу ізоляції стін

$$Q_{CT}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{CT} \frac{(t_B - t_{\text{ср.оп}})}{(t_B - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}. \quad (3.3)$$

Де $t_{\text{ср.оп}} = -2,5^\circ\text{C}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [4].

$n_{\text{оп}} = 187$ – тривалість опалювального періоду, діб [4].

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					33

За формулою (3.3) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{Ст}^{Ек.рік} = 82701,79 \frac{(22+2,5)}{(22+22)} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 204141,09 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Розрахуємо у грошовому еквіваленті:

Будівля має індивідуальну систему опалення з твердопаливним котлом в котельні, яка знаходиться на території школи. В якості палива використовують різнорідні дрова.

Дрова знаходяться на природній сушці, тому прийmemo вміст вологості 25%. Належного контролю вологості палива не здійснюють. Більшість твердого палива – дуб природної сушки, тому розрахунки для дубових дров з вмістом вологи 25%.

Середня вартість дров з вмістом вологи 25% – 750 грн/м³[16];

Вага м³ дубових дров з вмістом вологи 25% - 740 кг/ м³[16];

Теплотворна здатність дубових дров з вмістом вологи - 2932 кВт·год/м³[17];

Встановлений котел має ККД =60%, оскільки не має належного контролю системи опалення, то ми не можемо отримати точного значення і прийmemo це значення в розрахуноках.

Теплова енергія від спалювання 1м³ дубових дров = 1759,2 кВт·год/м³.

Розрахуємо у грошовому еквіваленті:

$$\frac{204141,09 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}}{1759,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3} = 116,04 \text{ м}^3/\text{рік};$$

$$116,04 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 750 \text{ грн}/\text{м}^3 = 87030 \text{ грн}/\text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Сума капітальних інвестицій в енергозберігаючий захід орієнтовно складатиме:

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} \quad (3.4)$$

де $K_{\text{осн}}$ - вартість придбання теплоізоляційного матеріалу та сутні додаткові матеріали, грн;

$K_{\text{суп}}$ – вартість технічних робіт та затрати на транспортування до місця робіт, грн

Сума капітальних інвестицій в енергозберігаючий захід з утеплення даху орієнтовно складатиме[12]:

Таблиця 3.1 – Ціна і витрата матеріалів на утеплення зовнішніх стін з розрахунком на 1 м²

Матеріал	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна, грн/м ²
Мінеральна вата «техноніколь техноблок стандарт»	м ²	1	150
Грунтовка підгоовча «GRUNT GS1»	кг	0,2	3,2
Клей для прикріплення «Крайзейль 250»	кг	5	31
Клей для армування «Ceresit СТ-82»	кг	6	22,83
Армуюча сітка «Ceresit скловолокно»	м ²	1,1	9,75
Дюбель «D 60 длина 70-200»	шт	5	2,75
Грунтууюча фарба «Ceresit	л	0.3	6.12

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						35

СТ-16»			
Декоративна штукатурка "Ceresit" СТ-137	кг	3.9	48.36
Фасадна фарба «Ceresit СТ 42»	л	0.35	11,30
Всього	-		285.31

Розрахуємо витрати з формули (3.4):

$$K_{\text{осн}}=1428,7 \cdot 285,31=407622,39 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}}=1428,7 \cdot 168,95+6400=247778,86 \text{ грн};$$

$$K=407622,39+227091,86=655401,25 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності

$$T=\frac{655401,25}{87030}=7,53 \text{ рік.}$$

3.2.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (дах)

Після проведення розрахунку виявили, що через огорожувальні конструкції (дах) втрачається значна частина теплоти, а саме 26 % від загальних тепловтрат.

Опис можливостей енергозбереження огорожувальних конструкцій:

Оскільки в будівлі двоскатний дах з заміненою гідроізоляцією та новою покрівлею з шиферу, то можемо утеплити бетонне перекриття між дахом та другим поверхом будівлі. В якості матеріалу для утеплення можемо використати мінеральну вату в рулонах з теплопровідністю $h=0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [11].

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						36

Для визначення товщини теплоізоляційного шару даху можемо скористатися (3.1).

Товщина теплоізоляції для даху буде:

$$\delta_{yt} = [5,35 - 0,451] \cdot 0,041 = 0,2 \text{ м} = 200 \text{ мм}.$$

Площа перекриття, яке потрібно утеплювати складає - 1001 м^2 .

Розрахункові тепловтрати через дах до утеплення – $Q_{\text{д}}^1 = 97658,53 \text{ Вт}$.

Тепловтрати через дах після встановлення шару ізоляції розрахуємо за формулою (2.6)

$$Q_{\text{д}}^2 = (1001/5,35) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 8232,52 \text{ Вт}.$$

Економія тепловитрат після впровадження заходу:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{д}} &= \Delta Q_{\text{д}}^1 - \Delta Q_{\text{д}}^2, \text{ Вт}; \\ \Delta Q_{\text{д}} &= 97658,53 - 8232,52 = 89426,01 \text{ Вт}. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Розрахуємо річну економію після впровадження заходу ізоляції даху за формулою (3.3)

$$Q_{\text{д}}^{\text{Ек.рік}} = 89426,01 \cdot \frac{(22+2,5)}{(22+22)} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 220739,16 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Розрахуємо в грошовому еквіваленті:

$$\frac{220739,16 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}}{1759,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3} = 125,47 \text{ м}^3/\text{рік};$$

$$125,47 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 750 \text{ грн}/\text{м}^3 = 94107,75 \text{ грн}/\text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

Сума капітальних інвестицій в енергозберігаючий захід з утеплення даху

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

орієнтовно складатиме[12]:

Таблиця 3.2 – Ціна і витрата матеріалів на утеплення перекриття з розрахунком на 1 м²

Матеріал	Одиниці	Кількість	Ціна, грн/м ²
Мінеральна вата в рулонах «KNAUF»	м ²	2	75
Паробар'єр «Juta Н110»	м ²	1	13,25
Гідробар'єр «Д90 JUTA»	м ²	1	11,25
Всього	-		99,50

Розрахуємо витрати з формули (3.4):

$$K_{\text{осн}}=1001 \cdot 99,50=99599,5 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}}=1001 \cdot 117,50 \cdot +2000=119617,5 \text{ грн};$$

$$K=99599,50+119617,5=219217 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності

$$T=\frac{219217}{94107,7}=2,32 \text{ рік.}$$

3.2.3 Заміна дерев'яних вікон

Поточний стан:

Наявно 98 вікон, загальною площею 291,31 м². При цьому дерев'яні вікна мають площу 246,71 м², а частково замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом - 44,6 м². Конструкції дерев'яних вікон через вплив навколишнього середовища і старіння з плином часу мають короблення елементів рами, нещільне прилягання скла, трухлість окремих елементів.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата					38

Проаналізувавши тепловтрати будівлі бачимо, що на втрати через вікна припадає 11%

Опис можливостей енергозбереження:

Провести заміну решти дерев'яних вікон на нові енергоефективні з двокамерним склопакетом.

Тепловтрати крізь віконний отвір до впровадження заходу складає

$$\Delta Q_{\text{ВКН}}^1 = 39,454 \text{ кВт}$$

Тепловтрати крізь віконний отвір визначаються за наступною формулою:

$$Q_{\text{ВІК}} = \frac{F_{\text{ВКН}}}{R_{\text{ВКН}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n_{\text{ВІК}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт.} \quad (3.6)$$

де: $F_{\text{ВКН}}$ – розрахункова площа вікна, м^2 ;

$R_{\text{ВКН}}$ – опір теплопередачі вікна, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$,

$$R_{\text{ВКН}} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{з}}$ – відповідно температури усередині приміщення і розрахункової зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$n_{\text{ВКН}}$ – кількість однотипних вікон.

Тепловтрати крізь вікна після впровадження заходу складуть згідно формули (3.6):

$$\Delta Q_{\text{ВКН}}^2 = \frac{3,36 \cdot 10 + 2,88 \cdot 74}{0,75} \cdot (22 + 22) \cdot 10^{-3} = 14,47 \text{ кВт.}$$

Економія витрат після заміни вікон:

$$\Delta Q_{\text{ВКН}} = \Delta Q_{\text{ВКН}}^1 - \Delta Q_{\text{ВКН}}^2 + Q_{\text{інф}}, \text{ кВт;} \quad (3.7)$$

$$\Delta Q_{\text{ВКН}} = 68,02 - 14,47 + 7,21 = 53,55 \text{ кВт.}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ВКН}} \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}. \quad (3.8)$$

Де $t_{\text{ср.оп}} = -2.5^{\circ}\text{C}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [4].

$n_{\text{оп}} = 187$ – тривалість опалювального періоду, діб [4].

За формулою (3.8) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{Ек.рік}} = 53,55 \frac{(22+2,5)}{(22+22)} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 13218,28 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Розрахуємо у грошовому еквіваленті

$$\frac{13218,28 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}}{1759,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3} = 7,5 \text{ м}^3 / \text{рік};$$

$$7,5 \text{ м}^3 / \text{рік} \cdot 750 \text{ грн} / \text{м}^3 = 5662 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

Сума капітальних інвестицій в енергозберігаючий захід з заміни старих вікон орієнтовно складатиме [13]:

Таблиця 3.3 – Ціна і витрата матеріалів на заміну старих вікон

Матеріал	Кількість вікон	Ціна за 1 шт, грн	Загальна вартість, грн
Вікно «REHAU EURO-DESIGN 70» Розмір 1600×1800	74	2356	174344
Вікно «REHAU EURO-DESIGN 70»			

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Розмір 1600×2100	10	3734	37340
Всього	84	-	211684

Вартість вікна розрахована з урахуванням витрат на демонтаж старих вікон та монтаж нових. Доставка та попередні заміри.

Орієнтовна сума витрат на впровадження заходу заміни старих дерев'яних вікон отримаємо з формули (3.4)

$$K=74 \cdot 3956 + 10 \cdot 6734 = 360084.$$

Визначимо простий термін окупності

$$T = \frac{211684}{5662} = 37,8 \text{ рік.}$$

3.2.4 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції

Після проведення розрахунку ми бачимо, що через підлогу ми втрачаємо значну частину теплоти, а саме 20% від загальних тепловтрат. Заходи з утеплення будівлі майже повністю зводять природний повітрообмін. Оскільки маємо майже четверту частину тепловтрат через систему вентиляції, то розглянемо, як енергоефективний захід, впровадження в систему рекуператора теплоти.

Опис можливостей енергозбереження:

Необхідно встановити рекуператор PRANA-150 з ДУ, який зображено на рис.3.1

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						41



Рисунок 3.1 – PRANA -150 з ДУ [14]

Масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор визначається за формулою:

$$G_{\text{рекуп}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{с}} \cdot k_q, \text{ кг/с} \quad (3.9)$$

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

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

k_q – коефіцієнт витрати, приймаємо $k_q = 0,4$. Тоді за формулою (3.9):

$$G_{\text{рекуп}} = 7254 \cdot 1,3 \cdot 0,4 = 3772,08 \text{ кг/с}$$

Масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію визначається за формулою:

$$G_{\text{вент}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{с}} \cdot q \text{ кг/с}$$

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

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

q – коефіцієнт відносної витрати повітря, приймаємо $q=0,35$.

Тоді за формулою (3.10):

$$G_{\text{вент}} = 7254 \cdot 1,3 \cdot 0,35 = 3300,57 \text{ кг/с.}$$

Середню температуру повітря розраховуємо за формулою:

$$t = (G_{\text{рекуп}} \cdot t_{\text{ср.оп}} + G_{\text{вент}} \cdot t_{\text{в}}) / (G_{\text{рекуп}} + G_{\text{вент}}) \quad (3.11)$$

де $G_{\text{рекуп}}$ – масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор, кг/с;

$G_{\text{вент}}$ – масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію, кг/с. Тоді за формулою (3.11):

$$t = (3772,08 \cdot (-2,5) + 3300,57 \cdot 22) / (3772,08 + 3300,57) = 9^{\circ}\text{C}$$

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію після встановлення рекуператора за формулою (3.8)

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot 7254 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - 9) \cdot 1,5 \cdot 0,85 = 43984,38 \text{ Вт}$$

Різницю між втратами через вентиляцію і встановленим рекуператором теплоти знайдемо використовуючи формулу:

$$\Delta Q_{\text{вент}} = Q_{\text{вент}} - Q_{\text{рекуп}}, \text{ Вт}; \quad (3.12)$$

$$\Delta Q_{\text{вент}} = 79\,397,45 - 43984,38 = 35413,07 \text{ Вт}$$

Річна економія теплоти після встановлення рекуператора теплоти:

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

де $t_{\text{ср.оп}} = -2,5^{\circ}\text{C}$ - середня температура за опалювальний період для Сумської області [12]

$n_{\text{оп}} = 183$ – тривалість опалювального періоду, днів [12];

Знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{\text{рекуп}}^{\text{Ек.рік}} = 35,41 \frac{(22+2,5)}{(22+22)} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 87413,62 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе :

$$\frac{87413,62 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}}{1759,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3} = 49,7 \text{ м}^3 / \text{рік};$$

$$49,7 \text{ м}^3 / \text{рік} \cdot 750 \text{ грн} / \text{м}^3 = 37267,06 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Вартість придбання рекуператора PRANA-150, згідно [14] становить 6950

Орієнтовна загальна сума витрат для впровадження заходу:

$$K_{\text{осн}} = 6950 \cdot 48 = 333600 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 1000 \cdot 48 = 48000 \text{ грн};$$

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} = 333600 + 48000 = 333648 \text{ грн}.$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T = \frac{333648}{37267,06} = 8,95 \text{ роки}.$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводить

Усі працівники при прийнятті на роботу, а також в процесі роботи проходять на підприємстві навчання і інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги, правил поведінки при виникненні аварій, згідно з типовим положенням. [2]

Навчанню з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці підлягають всі працівники підприємства, у тому числі її керівник.

Відповідальність за організацію і своєчасне навчання з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці працівників організації несе роботодавець.

Основною формою навчання з охорони праці працівників робітничих професій є проведення інструктажу з охорони праці: вступного, первинного на робочому місці, повторного, позапланового, цільового.

Вступний інструктаж з охорони праці проводить інженер з охорони праці або фахівець, що його замінює. В спеціально обладнаному кабінеті охорони праці із застосуванням технічних засобів навчання і пропаганди з усіма вперше прийнятими на роботу, незалежно від освіти, стажу роботи з даної професії чи посади, а також з відрядженими, учнями й студентами, що прибули на виробниче навчання чи практику. [2]

Вступний інструктаж проводиться за програмою, розробленою на підставі законодавчих та інших нормативних правових актів. [2]

У журналі "Реєстрації вступного інструктажу" (форма встановлена) роблять запис про проведення інструктажу й перевірки знань з обов'язковим підписом того, кого інструктують і хто інструктує. [2]

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Мета вступного інструктажу - ознайомити працівника із загальними правилами та вимогами охорони праці, що містяться в локальних нормативних актах підприємства. [1]

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться до початку самостійної роботи керівником структурного підрозділу за програмою, розробленою і затвердженою в установленому порядку відповідно до вимог законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, локальних нормативних актів підприємства, інструкціями з охорони праці, технічної та експлуатаційної документації. З кожним працівником індивідуально з показом безпечних прийомів, способів і методів праці. [2]

Мета цього інструктажу - вивчення конкретних вимог і правил забезпечення безпеки при роботі на конкурентному обладнанні, при виконанні конкретного технологічного процесу. [1]

Всі робочі після первинного інструктажу на робочому місці повинні в залежності від характеру роботи та кваліфікації пройти протягом 2-4 змін стажування під керівництвом особи, призначеної наказом (розпорядженням) по структурному підрозділу. Робочі допускаються до самостійної роботи після стажування, перевірки знань і набутих навичок безпечних способів роботи.

Працівники, які не пов'язані з експлуатацією, обслуговуванням, випробуванням, налагодженням, ремонтом обладнання, використанням електрифікованого чи іншого інструменту, зберіганням і застосуванням сировини і матеріалів, можуть звільнитися від проходження первинного інструктажу на робочому місці.

Повторний інструктаж проводиться з усіма працівниками (за винятком тих, хто звільняється) не рідше одного разу на шість місяців за програмами, розробленими для проведення первинного інструктажу на робочому місці. Для робіт підвищеної небезпеки повторний інструктаж проводиться один раз на квартал. [2]

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						46

Мета цього інструктажу - відновлення в пам'яті працівника правил охорони праці, а також розбір мають місце порушень вимог безпеки в практиці виробничого підрозділу або підприємства. [1]

Позаплановий інструктаж проводиться:

- при введенні в дію нових або зміну законодавчих та інших нормативно-правових актів, що містять вимоги охорони праці, а також інструкцій з охорони праці;
- при зміні технологічних процесів, заміни та модернізації устаткування, пристосувань, інструменту та інших факторів, що впливають на безпеку праці;
- при порушенні працівниками вимог охорони праці, якщо ці порушення створили реальну загрозу настання тяжких наслідків (нещасний випадок на виробництві, аварії і т. п.);
- на вимогу посадових осіб органу державного нагляду і контролю;
- при перервах у роботі (для робіт із шкідливими або небезпечними умовами більше 30 календарних днів, а для решти робіт - понад двох місяців);
- за рішенням роботодавця або уповноваженої ним особи.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, при ліквідації наслідків аварій, стихійних лих і робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл або інші спеціальні документи, а також при проведенні в організації масових заходів.

У журналі "Реєстрації інструктажу на робочому місці" записується факт проведення інструктажу на робочому місці, повторного й позапланового інструктажу з обов'язковим підписом того, кого інструктують, і того хто

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

інструктує. Інструктор позапланового інструктажу вказує причину його проведення. [1]

Перевірку знань, отриманих при інструктажі, здійснює фахівець, який проводив інструктаж. Про проведення зазначених інструктажів, стажуванні, про допуск до роботи особа, яка проводила інструктаж та стажування, робить запис у журналі реєстрації інструктажів та (або) в особистій картці інструктували з обов'язковим підписом інструктували та інструктуючого.

При реєстрації позапланового інструктажу вказують причину його проведення. Цільовий інструктаж з працівниками, що проводять роботи по наряду-допуском, дозволом (передбачені для окремих видів робіт підвищеної небезпеки), фіксується в обов'язковому порядку в наряді-допуску, дозвіл або іншому документу, що дозволяє виробництво робіт.

Навчання керівників і фахівців з охорони праці. Керівники та фахівці підприємства проходять спеціальне навчання з охорони праці в обов'язку посадових обов'язків при вступі на роботу протягом першого місяця, далі - у міру необхідності, але не рідше одного разу на три роки.

Новопризначені на посаду керівники та фахівці підприємства допускаються до самостійної діяльності після їх ознайомлення роботодавцем з посадовими обов'язками, в тому числі з охорони праці на ввірених їм об'єктах.

У процесі навчання з охорони праці керівників і фахівців проводяться лекції, семінари, співбесіди, індивідуальні або групові консультації, ділові ігри, можуть використовуватися елементи самостійного вивчення програми, а також дистанційне навчання. [2]

Навчання з охорони праці керівників і фахівців підприємств здійснюється при підвищенні їх кваліфікації за фахом.

Керівники та спеціалісти підприємств проходять чергову перевірку знань вимог охорони праці не рідше одного разу на три роки.

Для проведення перевірки знань вимог охорони праці у працівників на підприємстві наказом роботодавця створюється комісія з перевірки знань

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						48

вимог охорони праці у складі не менше трьох осіб, які пройшли навчання з охорони праці у встановленому порядку. [1]

						Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведене енергетичне обстеження систем енергоспоживання Мутинської ЗОШ I-III ступенів.

Одним із основних завдань було встановлення дійсного стану, а також системи тепло-, електро- та водопостачання.

Були розраховані всі основні види тепловтрат. В нашому випадку, отримані розрахунки опору передачі та тепловтрати мають показники, які не відповідають нормативним, тому оберемо альтернативні шляхи для економії енергії, що використовується.

Отримані результати свідчать, що значна частина теплової енергії, яка б повинна була йти на опалення приміщень і підтримку в них комфортної температури, втрачається через огороджувальні конструкції.

В ході обстеженнябудівлі були запропоновані такі енергозберігаючі заходи:

- утеплення огороджувальних конструкцій будівлі (стін);
- утеплення огороджувальних конструкцій будівлі (дах);
- заміна дерев'яних вікон;
- встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції.

Ці заходи дозволяють поліпшити енергоефективність будівлі, але практично зводять до нуля природний повітрообмін. Тому зростає значення системи вентиляції.

Практичне втілення в життя кожного з цих заходів дозволить значно скоротити втрати теплової енергій, що приведе до зменшення марнотратного споживання енергоносіїв.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ ПО НАГЛЯДУ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ. Про затвердження Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-94>
2. Запорожець О.І. Основи охорони праці [Електронний ресурс] / Олександр Іванович // Навчання робітників безпечним засобам праці і пропаганда охорони праці. -2009. – Режим доступу: <https://westudents.com.ua/glavy/3627-161-navchannya-robtnikv-bezpechnim-zasobam-prats-propaganda-ohoroni-prats.html>
3. Тарифи для населення [електронний ресурс]- Режим доступу: <http://teplo.sumy.ua/dlya-naselennya/rates/>
4. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.– Зі зміною № 1 від 1 липня 2013 року. На заміну СНіП II-3-79. Введ. 09.09.2006 р. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2006. –72 с.
5. 3711 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання.
6. ДСТУ НБ В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

комунального господарства України, 2017. – 30 с.

8. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
9. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
10. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696 с
11. Пенопласт Торг [Електронний ресурс]: «Технические характеристики пенопласта ПСБ-С-35». – 2014 р. – Режим доступу:
[_ https://penoplasti.ru/](https://penoplasti.ru/)
12. Підбір матеріалу для утеплення [Електронний ресурс]: «Параметри пінопласту ПСБ-С-35 і комплектуючі для монтажу» - Режим доступу:
<https://evtek.com.ua/penoplast/50-penoplast-psb-35-list-1000h500h100mm.html>
13. Підбір вікон [Електронний ресурс]: - Режим доступу:
https://www.rehau.com/ua-uk/euro-design-70?gclid=Cj0KCQjwuJz3BRDTARIsAMgHxWMxi2CARgrrBEVde12WPNXUuDNH14RGvIyHa0TpWgZHKesBAgtuEUaAgsKEALw_wcB
14. Підбір рекуператора [Електронний ресурс]: - Режим доступу:
https://prana.org.ua/vibratirekuperator?gclid=Cj0KCQjwuJz3BRDTARIsAMgHxUpBzbTtRFChfQehvU0yGEaTTBDbfC2favaJ4i0ZVXDbsfbGkHaOEaApBfEALw_wcB
15. Теплопровідність матеріалів [Електронний ресурс]: - Режим доступу:
<https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/269-teploprovidnist-budivelnih-materialiv>
16. Вартість твердопаливних матеріалів [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://bio.ukr.bio/ua/articles/3335/>

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						52

17. Теплотворна здатність твердого палива [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://www.meibes.ua/okompanii/articles/2016/05/06/teplotvornaya-sposobnost-raznyix-vidov-topliva-i-ix-stoimost-v-ukraine-na-mart-2016-g/>

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53