

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: « Енергетичний аудит системи опалення адмінбудівлі ПАТ Сумиобленерго»

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

Виконавець роботи

Лемешко Д.О.

(прізвище і ініціали)

(підпис студента)

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

Керівник роботи

(підпис)

Мандрика А.С.

(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Секретар комісії

(підпис)

Суми 2020

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної гідраеромеханіки

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

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

Лемешко Дмитрій  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: « Енергетичний аудит системи опалення адмінбудівлі ПАТ «Сумиобленерго»

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 енергозберезних 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)

Лемешко Д.О  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Мандрика А.С.  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с.46, 6 таблиць, 3 рисунків, 4 діаграми, 12 літературних джерел.

Графічні матеріали: схема котельні.

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

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- Аналіз рівня ефективності використання енергопостачання;
- Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- Розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів.

*Предметом дослідження* є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі технічної дирекції ПАТ «Сумиобленерго», аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

*Методи дослідження:* інструментальне вимірювання освітленості, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

*Тема роботи* - «Енергетичний аудит системи опалення адмінбудівлі ПАТ Сумиобленерго».

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Система опалення.....	10
1.3 Система обліку ресурсів.....	10
1.4 Обстеження огорожувальних конструкцій об'єкту енергетичного обстеження.....	11
1.5 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	11
1.6 Попередні заходи з енергозбереження.....	14
1.7 Система освітлення.....	15
1.8 Система вентиляції.....	15
2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ.....	16
2.1 Опис методів та приладів вимірювання.....	16
3 РОЗРАХУНКОВА МЕТОДИКА ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ БУДІВЛІ.....	19
3.1 Розрахунок тепловтрат.....	20
3.1.1 Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень.....	20
3.1.2 Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі за нормативними показниками.....	21
3.2 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції...21	
3.2.1 Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків.....	21
3.2.2 Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами.....	22

					6.144.02 БР 00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>		<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>	Лемешко Д.О.				Енергетичний аудит системи опалення адмінбудівлі ПАТ «Сумиобленерго»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Мандрика А.С.						5	46
<i>Реценз.</i>						СумДУ, гр. ЕМ-61		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

3.2.3	Додаткові втрати на витяжну вентиляцію.....	22
3.2.4	Середня кратність повітрообміну будинку.....	22
3.3	Приклад розрахунку потужності системи опалення.....	23
3.3.1	Приклад розрахунку термічного опору огорожуючих конструкцій.....	23
3.4	Приклад розрахунку фактичних тепловтрат.....	25
4.	РОЗРОБЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ.....	29
4.1	Перелік можливих енергозберігаючих заходів.....	29
4.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів.....	29
4.2.1	Утеплення стін школи.....	29
4.2.2	Заміна вікон .....	31
4.2.3.	Встановлення за радіаторних рефлекторних (теповідбиваючих) екранів.....	33
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХЗАКОН УКРАЇНИ ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ.....	35
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44
	ДОДАТОК А.....	45

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

## ВСТУП

Енергетика - одна з провідних галузей народного господарства України. Вона є своєрідним базисом, фундаментом, який закладено в основу функціонування економіки країни. Підготовці фахівців-енергетиків у вищих навчальних закладах надана особлива увага, яка сама по собі несе велику відповідальність.

Енергетичний аудит - це обстеження підприємств різної сфери та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги у економії на практиці шляхом впровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту[4].

Мета енергоаудиту - визначити можливості економії енергії, допомогти підприємству в здійсненні економічних заходів на практиці шляхом встановлення механізмів та систем енергетичного менеджменту.

Задача енергоаудиту - виявлення джерел нераціональних витрат тепло-, електроенергії і невиправданих втрат водо-, газоспоживання. Кінцева ціль енергоаудиту - розробити на основі техніко-економічного аналізу рекомендації щодо економії енергоресурсів і раціонального використання всіх видів енергії, вказати черговість їх виконання і надати розрахунки та інформацію щодо обсягів інвестицій і строків окупності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань:

- складанні карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначенні потенціалу енергозбереження;
- фінансовій оцінці організаційно-технічних заходів[2].

						Арк.
						Арк.
						8
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Об'єктом енергетичного обстеження є технічна дирекція ПАТ «Сумиобленерго», що знаходиться за адресою Сумська область, місто Суми, Харківська 125.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є технічна дерекція ПАТ «Сумиобленерго», що знаходиться за адресою Сумська область, місто Суми, Харківська 125.

Технічна дерекція ПАТ «Сумиобленерго» складається із двоповерхової споруди. Головний фасад будівлі зорієнтовано на захід.

Технічні характеристики будинку такі:

- призначення будівлі – адміністративна будівля;
- рік побудови - 1986р;
- кількість поверхів - 2 пов.;
- Загальна кількість працівників 103;

В таблиці 1.1 приведена характеристика будівлі ПАТ «Сумиобленерго».

Таблиця 1.1 – Об'ємно – планувальна та геометрична характеристика

Довжина, м	36,95
Ширина, м	12,4
Висота, м	8
Загальна площа, м <sup>2</sup>	892,8
Загальна площа світлових прорізів, м <sup>2</sup>	138,59
Площа зовнішніх стін без світлових прорізів, м <sup>2</sup>	651,06
Загальний об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	3665,44

Подача холодної води до будинку здійснюється від КП «Міськводоканал» СМР. Гарячою водою будинок забезпечується від автономного електричного водонагрівача, що знаходиться у приміщенні котельні.

					Арк.
					9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 1.2 Система опалення

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від автономної системи опалення у вигляді електричних котлів, які розташовані в вбудованій у будівлю приміщення котельні.

Будинок обладнано двотрубною системою автономного опалення. Опалювальні прилади - чавунні радіатори. Для опалення використовуються 2 електроводонагрівачі проточні Титан 90-69-10. ККД котельного агрегату становить 94,06%. Принципова схема котельні наведена в ДОДАТОК А.

## 1.3 Система обліку ресурсів

Облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього, зовнішнього освітлення, технологічних потреб та опалення, облік споживання електричної енергії здійснюється за допомогою лічильника споживання активної енергії СА791687 ГОСТ6570 1968 року випуску (повірка 1кварт 2013 року). Зняття показників лічильника виконується з періодичністю один раз на місяць. Договір на постачання електричної енергії №180 від 25 квітня 2016.

Облік споживання холодної води здійснюється згідно з показаннями лічильника води ЛК-25х (тахометричного типу, клас точності 0,5) з терміном повірки 3 роки встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконується з періодичністю один раз на місяць. Договір №55 про надання послуг з централізованого постачання холодної води та водовідведення від 01 квітня 2016 року.

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.4 Обстеження огорожувальних конструкцій об'єкту енергетичного обстеження

Об'єкт складається із однієї будівлі. Стіни будинку виконані з цегли і цементно-піщаної штукатурки з товщиною стіни 500 мм.

Зовнішні дефекти стіни - неякісні зовнішні відкоси вікон, наявність нещільностей у місцях встановлення світлопрозорих конструкцій і зовнішніх дверей. Коефіцієнт теплопровідності основного конструктивного матеріалу стіни – 0,82 Вт/м · град.

Будівля має вікна з подвійних заскленням у дерев'яних рамах. Зовнішні дефекти заповнення світлопрозорих отворів - наявність незначних нещільностей у місцях стулок.

Фундамент будинку виконаний з залізобетонних конструкцій, товщина фундаменту 620 мм. Підлога виконана з залізобетону товщиною 220 мм і дерева товщиною 50 мм з повітрям між ними.

. Для захисту від ґрунтових вод використовують гідроізоляцію. Будівля не має технічного поверху, горища.

Перекрыття будівлі виконане з залізобетонних плит, шару руберойду, товщина шару залізобетону 220 мм, товщина руберойду 6 мм. цементно-піщаний розчин товщиною 50 мм;

Зовнішні двері будівлі – дерев'яні, одинарні, розміром 2,8×1,2м. Дефекти – наявність нещільностей. В приміщенні встановлено дві пари дверей.

#### 1.5 Аналіз споживання енергоносіїв та води

Так як система опалення будівлі є автономною, тривалість опалюваного періоду регулюється робочими котельні в залежності від погодних умов та вимог

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівництва. Річне споживання енергоносіїв за 3 останні роки наведено у таблиці 1.2.

Найменування	Один. вимір.	Обсяги споживання зарокami		
		2017	2018	2019
Загальні витрати холодної води	м <sup>3</sup>	344,9	345,6	319
Загальні витрати електроенергії	кВт·год	278880	230220	227700

Таблиця 1.2 – Споживання енергоносіїв за 2017-2019 роки

На рис. 1.1 показано графік витрат електроенергії на потреби опалення по місяцям, на рисунку 1.2 кількості градусо-днів за місяцями року. Графіки побудовано за результатами аналізу дійсних помісячних витрат газу на потреби опалення, а також аналізу середньомісячних температур зовнішнього повітря.

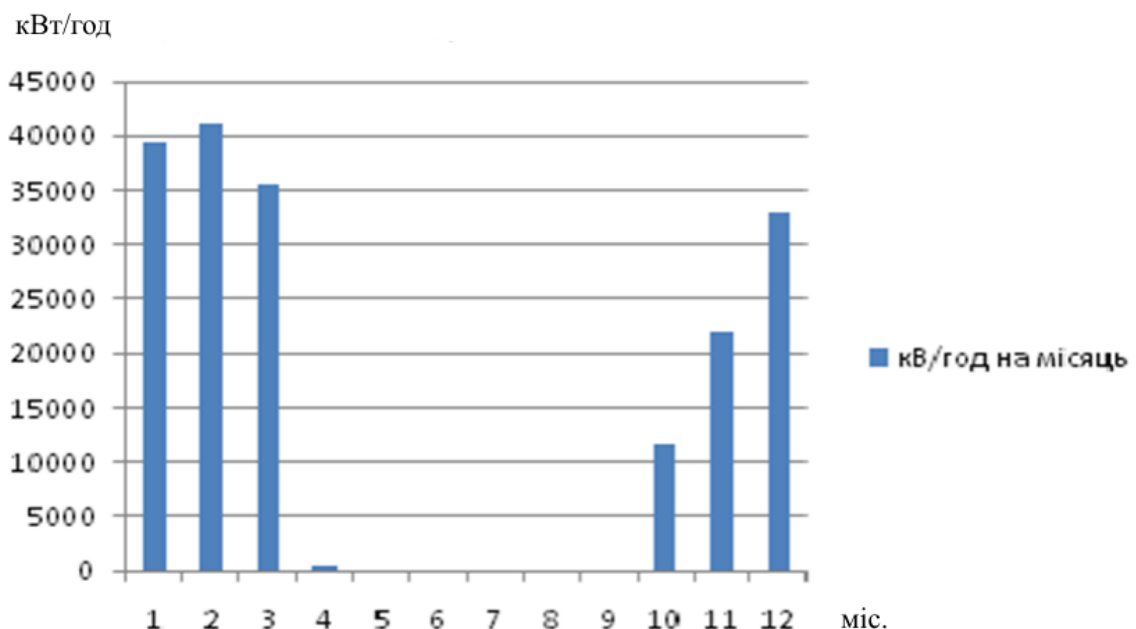
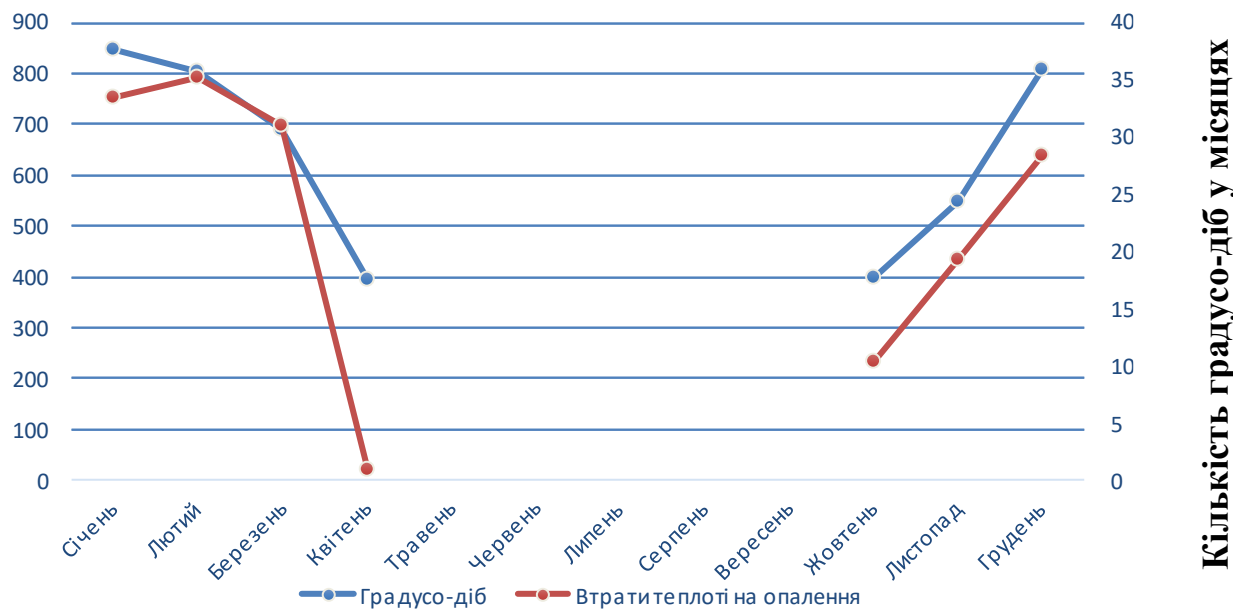


Рисунок 1.1 – Витрати електроенергії на опалення за місяцями у 2019 році.

					Арк.
					12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



### Місяці року

Рисунок 1.2 – Графік кількості градусо-днів за місяцями у 2019 році

За наявності автономної системи опалення електроенергія споживається протягом опалювального сезону, починаючи з грудня до середини квітня наступного року. У літній період газ не використовується.

На рисунку 1.3 показано графік споживання електроенергії (без потреб на опалення) на підприємстві за 2019 рік по місяцям року.

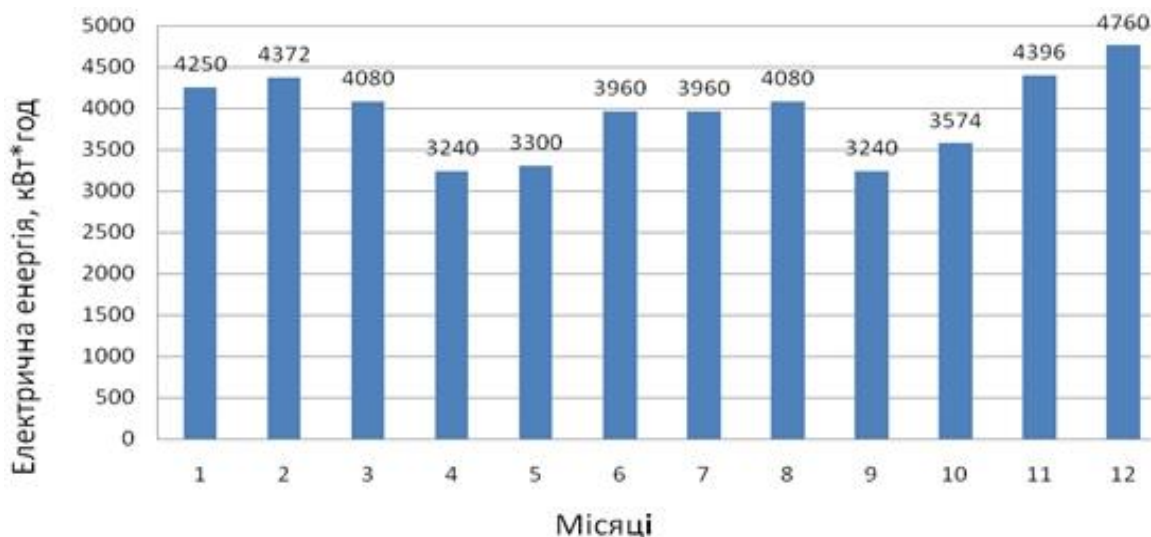


Рисунок 1.3 – Споживання електроенергії за місяцями у 2019 році

					Арк.
					13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Споживання електроенергії на потреби опалення та інші потреби протягом року на підприємстві ПАТ «Сумиобленерго» являється нерівномірним. Основна частина затрат електроенергії припадає на осінні, зимові та весняні місяці, це пов'язано з тим, що підприємство починає опалювальний сезон, а також використовує більше світла, через скорочення сонячного освітлення, що приводить до більш значних затрат електроенергії.

### 1.6 Попередні заходи з енергозбереження

В ПАТ «Сумиобленерго» проводиться ряд заходів з енергозбереження:

1. Проводяться роз'яснювальні роботи серед працівників закладу щодо збереження та економного використання тепло-, водо-, енергоносіїв;
2. Систематично ведеться відомості моніторингу споживання енергоносіїв та облік витрачених енергоресурсів;
3. Часткова заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі;
4. Обладнали входні двері засобами автоматичного закриття;
5. Старі дерев'яні вікна та вітражі частково замінили на нові металопластикові з подвійним склопакетом;
6. Зовнішнє освітлення вмикається тільки в темний час доби;
7. У місцях відсутності дітей використовуються ламп меншої напруги;
8. Вимикання електрообладнання на харчоблоці після приготування їжі;
9. Економне використання поверхні електроплит, що нагріваються;
10. Проведення промивки системи опалення, гідравлічні випробування;
11. Зниження подачі тепла в неробочий час, під час вихідних та канікул;
12. Економне використання обладнання на пральні;
13. Своєчасно утеплюють вікна, двері, підвальні приямки;
14. Утримують віконне скло у чистому стані, очищають поверхню ламп, світильників від пилу;

					Арк.
					14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

15. Своєчасно повіряють прилади обліку споживання холодної води та теплової енергії.

#### 1.7 Система освітлення

Приміщення обладнано світильниками з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами. Загальна кількість ламп розжарювання – 61 по 100Вт, люмінесцентних ламп – 56 по 40 Вт.

#### 1.8 Система вентиляції

Будинок обладнано системою природної вентиляції. Видалення повітря з приміщень здійснюється через будівельні канали у конструкції будівлі. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нещільності світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішні двері. Вентиляційні отвори систем витяжної і припливної вентиляції відкриті, що спричинює значні втрати теплоти.

						Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергетичного аудиту використовувалися такі вимірювальні прилади: вимірювальна рулетка, лазерний пірометр та фотометр.

Вимірювальна рулетка (рис.2.1) призначена для вимірювання геометричних розмірів приміщень, віконних та дверних прорізів, а також товщини матеріалів.



Рисунок 2.1 – Вимірювальна рулетка

Лазерний пірометр (рис.2.2) - це прилад для вимірювання поверхневої температури тіл.



						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.2 – Лазерний пірометр МТ-4 фірми Raytek

Технічні характеристики лазерного пірометра наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики лазерного пірометра MiniTemp

Параметр	Значення
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Точковий цілевказівник
Збереження інформації на дисплеї	7 сек
Підсвічування екрану	Автоматичне
Оптичне розрішення D:S	1:6
Допустима відстань	До 100 см
Діапазон вимірювань	Від -18 °С до +275 °С
Точність, %	±2
Час спрацювання, мсек	500
Робоча температура, °С	0...50
Живлення	9В (батарейка або акумулятор)
Розміри, мм	152x101x38
Вага, кг	0,227

Лазерні пірометри застосовують:

- будівництво: контроль температури бетону, асфальту;
- система опалення, вентиляції й кондиціонування: температурний баланс приміщення, обстеження трубопроводів;
- обслуговування електромереж і щитів: виявлення перегріву кабелів і з'єднань.

Термогірометр (рис.2.3) являє собою прилад для вимірювання температури та вологості повітря, температури точки роси .

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип дії універсального вимірювача засновано на залежності опору його термочутливого елемента від концентрації пари води у повітрі, а також на реєстрації температури, при якій повітря досягає стану насичення при постійному тиску. Основні характеристики вимірювача Testo 605-N1 наведено у таблиці 2.2.



Рисунок 2.3 – Термогігрометр Testo 605-N1

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики вимірювача Testo 605-N1

Діапазон вимірювань	Від -20 до +70 °C
Похибка вимірювань	±0,5
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °C
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда:	
- в основі	16 мм
- біля чутливого елемента	12 мм
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

### 3 РОЗРАХУНКОВА МЕТОДИКА ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ БУДІВЛІ

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[1].

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

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}, \quad (3.1)$$

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:

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

де  $\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

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

$n$  – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma np}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ , непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (3.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (3.3)$$

де:  $\alpha_6, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

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

$n$  – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції, згідно формули (3.2),  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

### 3.1 Розрахунок тепловтрат

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

#### 3.1.1 Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_0 + \sum Q_d + \sum Q_{\text{інф}} + \sum Q_{\text{в}} , \text{Вт} \quad (3.4)$$

де:  $\sum Q_0$  – сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі,  $\text{Вт}$ ;

$\sum Q_d$  – сумарні додаткові втрати теплоти через огорожувальні конструкції,  $\text{Вт}$ ;

$\sum Q_{\text{інф}}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря,  $\text{Вт}$ ;

$\sum Q_{\text{в}}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію,  $\text{Вт}$ .

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Тепловтрати через огороджувальні конструкції будівлі за нормативними показниками (стіни, світлові й дверні прорізи, стелі, неутеплена підлога)

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

де:  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огороджувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma пр}$  – опір теплопередачі огороджувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$t_в, t_з$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C;

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

при визначенні тепловтрат через внутрішні стіни у формулу підставляються температури приміщень, які розгороджені даними стінами.

### 3.2 Розрахунок додаткових тепловтрат через огороджувальні конструкції

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

3.2.1 Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків:

$$Q_{ор}^д = Q_{ст} \cdot \beta_{ор}, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

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

$\beta_{ор}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу ( $\beta_{ор}=0,13$ ).

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3.2.2 Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами:

$$Q_{\text{подл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot Q_{\text{подл}}, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

де:  $Q_{\text{подл}}$  – втрати теплоти через неутеплену підлогу, Вт.

3.2.3 Додаткові втрати на витяжну вентиляцію:

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n_{\text{к}} \cdot k_{\text{в}}, \text{ Вт} \quad (3.8)$$

де:  $c$  - питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·К;

$t_{\text{в}}$  і  $t_{\text{з}}$  - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$V_{\text{п}}$  - внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho$  - густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho = 1,3$  кг/ м<sup>3</sup>;

$n_{\text{к}}$  - кратність повітрообміну приміщення, год<sup>-1</sup>;

$k_{\text{в}}$  - коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання, приймаємо  $k_{\text{в}} = 0,85$ .

3.2.4 Середня кратність повітрообміну будинку визначається за формулою:

$$n_{\text{к}} = \frac{\left[ \left( \frac{L_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}}}{24} \right) + \left( \frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho c} \right) \right]}{\vartheta_{\text{в}} \cdot V_{\text{н}}}, \text{ год}^{-1}$$

(3.9)

де:  $L_{\text{в}}$  – кількість припливного повітря у разі припливної вентиляції або

нормативне значення під час механічної вентиляції, м<sup>3</sup>/год, дорівнює  $7 \times F_{\text{р}}$ ;

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\vartheta_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. Для розрахунків приймається  $\vartheta_v = 0.85$ ;

$F_p$  – розрахункова площа будівлі,  $m^2$ ;

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

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

$G_{inf}$  – кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається  $G_{inf} = 0,5 \cdot \vartheta_v \cdot V_{II}$ ;

$\eta$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається 0,8.

### 3.3 Приклад розрахунку потужності системи опалення

#### 3.3.1 Приклад розрахунку термічного опору огорожуючих конструкцій

Для обстежуваного об'єкту мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни (залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища і теплової інерції огорожувальних конструкцій) згідно [2] становить  $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для перекриття з/бетонного –  $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для дерев'яних вікон з подвійним склінням –  $R_{qmin} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Товщина  $i$ -го шару зовнішньої стіни:  $\delta_1=490$  мм – глиняна цегла з  $\lambda_1=0,81$  Вт/(м·К);  $\delta_2=10$  мм – штукатурка цементно-піщана з  $\lambda_2=0,81$  Вт/(м·К).

Знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$R_1 = \frac{0,49}{0,81} = 0,605 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)};$$

$$R_2 = \frac{0,01}{0,81} = 0,012 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)}.$$

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожуючої конструкції:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + (0,605 + 0,012) + \frac{1}{23} = 0,775 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)}.$$

Двері:

- дерев'яні з  $\lambda=6,9$  Вт/(м·К) і товщиною  $\delta=40$  мм;

За формулою (3.2) термічний опір дверей:

$$R_2 = \frac{0,04}{6,9} = 0,006 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)}.$$

Приведений опір теплопередачі дверей:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,006 + \frac{1}{23} = 0,164 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)}.$$

Дах:

- залізобетон  $\lambda_1=2,04$  Вт/(м·К) і товщиною  $\delta_1=220$  мм;

- цементно-піщаний розчин з  $\lambda_2=0,81$  Вт/(м·К) і товщиною  $\delta_2=50$  мм;

- руберойд з  $\lambda_3=0,17$  Вт/(м·К) і товщиною  $\delta_2=6$  мм;

$$R_1 = \frac{0,22}{2,04} = 0,108 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)};$$

$$R_2 = \frac{0,05}{0,81} = 0,062 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)}.$$

$$R_3 = \frac{0,006}{0,17} = 0,035 \text{ (м}^2\cdot\text{К/Вт)};$$

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приведений опір теплопередачі даху:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,108 + 0,062 + 0,035 + \frac{1}{23} = 0,363 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Підлога:

- залізобетон  $\lambda_1=2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$  і товщиною  $\delta_1=220 \text{ мм}$ ;
- дерево вздовж волокон з  $\lambda_2=0,35 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$  і товщиною  $\delta_2=50 \text{ мм}$ ;
- повітря з  $\lambda_3=0,024 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$  і товщиною  $\delta_2=100 \text{ мм}$ ;

$$R_1 = \frac{0,22}{2,04} = 0,108 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)};$$

$$R_2 = \frac{0,05}{0,35} = 0,143 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

$$R_3 = \frac{0,1}{0,024} = 4,166 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)};$$

Приведений опір теплопередачі підлоги:

Коефіцієнт тепловіддачі для перекриттів над холодним підвалом  $\alpha = 8,7$ , а зовнішньої  $\alpha=12$ ;

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 0,108 + 0,143 + 4,166 + \frac{1}{12} = 4,615 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Отримані результати розрахунку опору теплопередачі свідчать про те, що теплозахисні властивості зовнішніх огорожень, крім підлоги, незадовільні ( $R_{\Sigma np} \ll R_{q \text{ min}}$ ), що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

### 3.4 Приклад розрахунку фактичних тепловтрат

Тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі визначаємо за

формулою (3.5):

						Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловтрати через стіни:

$$Q_{ст} = \frac{651,06}{0,775} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 35283,252 \text{ (Вт)},$$

Тепловтрати через вікна:

$$Q_{вкн} = \frac{138,59}{0,24} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 24253,25 \text{ (Вт)}.$$

Тепловтрати через підлогу:

$$Q_{пдл} = \frac{458,18}{4,615} \cdot (20 - (-8)) \cdot 1 = 2779,857 \text{ (Вт)}.$$

Тепловтрати через дах:

$$Q_{дах} = \frac{458,18}{0,363} \cdot (20 - (-10)) \cdot 1 = 37866,116 \text{ (Вт)}.$$

Тепловтрати через двері:

$$Q_{двр} = \frac{23,38}{0,164} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 5987,561 \text{ (Вт)}.$$

#### 4.5 Визначення додаткових тепловтрат

Додаткові тепловтрати через стіни визначаємо за формулою (3.6):

$$Q_{ст}^d = 35283,252 \cdot 0,13 = 4586,823 \text{ (Вт)}$$

Додаткові тепловтрати над холодним підвалом визначаємо за формулою (3.7):

$$Q_{пдл}^d = 0,05 \cdot 2779,857 = 138,993, \text{ (Вт)}$$

Додаткові тепловтрати через вентиляцію визначаємо за формулою (3.8):

$$Q_v = 0,28 \cdot 3665,44 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot 42 \cdot 1,63 \cdot 0,85 = 78027,803 \text{ Вт}$$

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок середньої кратності повітрообміну:

$$n_k = \frac{\frac{6249,6 \cdot 24}{24} + \frac{1557,812 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,3}}{0,8 \cdot 3665,44} = 1,63 \text{ год}^{-1}$$

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень знаходимо по формулі(3.4):

$$\sum Q_{втр} = 188923,655 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через кожен вид огороджувальної конструкції представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Тепловтрати через кожен вид огороджувальної конструкції.

Складова теплових витрат	Витрати теплоти, Вт	%			
Стіни	35283,252	18,6			
Вікна	24253,25	12,8			
Двері	5987,561	3,1			
Дах	37866,116	20,1			
Підлога	2779,857	1,6			
Вентиляція	78027,803	41,3			
Додаткові витрати через стіни	4586,823	2,4			
Додаткові витрати через підлогу	138,993	0,1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					27

Разом	188923,655	100
-------	------------	-----

Представимо теплові витрати у графічному вигляді на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 - Розподіл тепловтрат

З розрахунку видно, що найбільше витрат через вентиляцію 41,3%. Також великі витрати через дах 20,1% та стіни 18,6%, вікна 12,8%.

					Арк.
					28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 4. РОЗРОБЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

### 4.1 Перелік можливих енергозберігаючих заходів

Запропоновано такі енергозберігаючі заходи:

- утеплення стін;
- заміна дерев'яних вікон на пластикові;
- встановлення тепловідбиваючих рефлекторів.

### 4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів

#### 4.2.1 Утеплення стін школи

Поточний стан:

Розрахунок показує що через стіни тепловтрати  $Q_{ст} = 35283,252$  Вт, що складає 18,6% від загальних тепловтрат.

Опис можливостей з енергозбереження:

Для забезпечення необхідного значення теплопередачі  $3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  пропонується скловолокном теплопровідність якого складає  $\lambda = 0,046 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

Установлення матеріалу рекомендується з зовнішньої сторони стін.

Визначимо товщину по ізоляційного шару для утеплення стін за формулою:

$$\delta_{шт} = |R_{зміп} - R_{\Sigma шт}| \cdot \lambda_{шт} \cdot M. \quad (4.1)$$

						Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для обстежуваної будівлі товщина теплоізоляції буде становити за формулою:

$$\delta_{yt} = [3,3 - 0,775] \cdot 0,046 = 0,116\text{м} = 116\text{мм}.$$

Величина площі стін, який необхідно утеплювати, складає – 651,06 м<sup>2</sup>.

Втрати теплової енергії через стіни після впровадження заходу за формулою (3.5):

$$Q_{cm} = \frac{651,06}{3,3} \cdot (20 + 22) = 8286,218 \text{ Вт}.$$

Економія витрат теплоти до утеплення стін:

$$\Delta Q = Q_{\delta}^1 - Q_{\delta}^2, \text{ кВт}$$

(4.2)

$$\Delta Q_{cm} = 35283,252 - 8286,218 = 26997,034 \text{ Вт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{cm}^{Ek.pik} = \Delta Q_{cm} \cdot \frac{(t_{\delta} - t_{cp.on})}{(t_{\delta} - t_{\delta})} \cdot 24 \cdot n_{OP}, \text{ кВт} \cdot год / рік. \quad (4.3)$$

де  $t_{cp.on} = -2,5^{\circ}\text{C}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період Сумської області [5].

$n_{OP} = 183$  – тривалість опалювального періоду, діб

За формулою (4.3) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ст}^{рік} = 26997,034 \cdot \frac{(20 + 2,5)}{(20 + 22)} \cdot 24 \cdot 183 \cdot 10^{-3} = 63520,164 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

$$63520,164 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 6020,87 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

$$6020,87 \text{ м}^3 / \text{рік} \cdot 12,8 \text{ грн} / \text{м}^3 = 77067,14 \text{ грн}.$$

Ціна на скловолокно згідно з [9] складає 123 грн за м<sup>2</sup>. Вартість робіт 10% від загальної вартості впровадження заходу.

Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу знайдемо за формулою:

$$K_{зах} = 651,06 \cdot 123 + 12590,825 = 88088,38$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{88088,38}{77067,14} = 1,14 \text{ року}.$$

#### 4.2.2 Заміна вікон

Поточний стан

По розрахунках через вікна тепловтрати становлять  $Q_{вкл} = 24253,25$  Вт, що займає 12,8% від загальних тепловтрат.

Пропонується замінити старі дерев'яні вікна на пластикові фірми Rehau.

Тепловтрати крізь віконний отвір визначається за формулою (4.4):

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$Q_{вкн} = \frac{F_{вкн}}{R_{вкн}} \cdot (t_в - t_{зп}) \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (4.4)$$

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

$R_{вкн}$  – опір теплопередачі вікна,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ,  $R_{вкн} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$t_в$ ,  $t_з$  – відповідно температури усередині приміщення і розрахункової зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n_{вкн}$  – кількість однотипних вікон.

Тепловтрати крізь віконний отвір після впровадження заходу складуть згідно формули:

$$Q_{вкн} = \frac{138,59}{0,54} \cdot (20 + 22) \cdot 10^{-3} = 10,779 \text{ кВт}$$

Економія витрат теплоти після заміни вікон:

$$\Delta Q_{вкн} = Q_{вкн}^1 - Q_{вкн}^2 + Q_{інф}, \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{вкн} = 24253,25 - 10779,222 = 13474,028 \text{ Вт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{ст}^{Ек.рік} = \Delta Q_{д} \cdot \frac{(t_в - t_{ср.оп})}{(t_в - t_з)} \cdot 24 \cdot n_{оп}, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

де  $t_{ср.оп} = -2,5^{\circ}\text{C}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період Сумської області [1].

$n_{оп} = 183$  – тривалість опалювального періоду, днів

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За формулою (4.3) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{ст}^{рік} = 13474,028 \cdot \frac{(20 + 2,5)}{(20 + 22)} \cdot 24 \cdot 183 \cdot 10^{-3} = 31702,463 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

$$31702,463 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 3004,97 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

$$3004,97 \text{ м}^3 / \text{рік} \cdot 12,8 \text{ грн} / \text{м}^3 = 38463,616 \text{ грн}.$$

Ціна на скловолокно згідно з [10] складає 123 грн за м<sup>2</sup>. Вартість робіт 10% від загальної вартості впровадження заходу.

Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу за формулою:

$$K = 2890 \cdot 61 + 4 \cdot 2060 + 18453 = 202983 \text{ грн}.$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{202983}{38463,616} = 5,2 \text{ року}.$$

#### 4.2.3. Встановлення за радіаторних рефлекторних (тепловідбиваючих) екранів

Розрахунок представлено для одного опалювального приладу – чавунний секційний радіатор висотою 0,8 і довжиною 1,5 м. У якості рефлектора обирається

					Арк.
					33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

фольгоізол [11] товщиною 5 мм. Для встановлення тепловідбивного матеріалу з поверхнею з фольги за опалювальними приладами потрібно 77,7 м<sup>2</sup> такої плівки. Ціна 1 м<sup>2</sup> складає згідно інформації будівельного гіпермаркету «Рона» за 1 м<sup>2</sup>  $C_{\text{мос}} = 25$  грн. Тоді загальна вартість матеріалу складе 1942,5 грн. Вартість робіт – 195 грн. (10% від загальної вартості впровадження заходу).

Використання тепловідбивного матеріалу з поверхнею з фольги, встановлюючи його за опалювальними приладами дає економію енергії в 10% [12].

Знайдемо економію теплоти при впровадженні цього заходу:

$$Q_{\phi} = 0,1 \cdot 35283,252 = 3528,325 \text{ (Вт)}.$$

Економія у грошовому еквіваленті знаходимо по формулі:

$$\Delta C = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot C_n \cdot \gamma \cdot 3600 \cdot 24 \cdot n, \quad (4.1)$$

де  $C_n$  – вартість 1 Гкал,  $C_n = 420$  грн;

$\gamma$  – коефіцієнт переходу від Вт до Гкал/с,  $\gamma = 0,239 \cdot 10^{-9}$  Гкал/(с·Вт);

$n$  – кількість днів опалювального періоду, приймаємо  $n = 183$ .

Термін окупності буде складати по формулі (7.3):

$$\Delta C = 3528,325 \cdot 420 \cdot 0,239 \cdot 10^{-9} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 183 = 5599,9 \text{ (грн / рік)}$$

$$T = 2137,5 / 5599,9 = 0,4 \text{ року.}$$

Зведемо всі розраховані енергозберігаючі заходи до таблиці 4.1

Енергозберігаючі заходи	Вартість проведення заходу, грн	Термін окупності заходу, рік
Утеплення стін пінополістирольними плитами	88088,38	1,14

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заміна вікон	202983	5,2
Встановлення тепловідбивної фольги за опалювальними приладами	2137,5	0,4

Таблиця 4.1 Заходи з енергозбереження

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ЗАКОН УКРАЇНИ ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ

В Основному Законі — Конституції України (ст. 43) зазначено: "Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом"; "Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється". "Кожен, хто працює, має право на відпочинок" (ст. 45). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також щорічної оплачуваної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час. Громадяни мають право на соціальний захист (ст. 46), що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та інших випадках, передбачених законом[6,8].

Зазначені права реалізуються шляхом виконання вимог, викладених у Кодексі законів про працю, а також Законах: "Про охорону праці", "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про колективні договори і угоди", "Про дорожній рух", "Про поводження з радіоактивними відходами". Положення цих

						Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Законів конкретизуються у відповідних правилах, стандартах, нормах, інструкціях та інших нормативно-правових актах, перелік яких наведений в "Державному реєстрі нормативних актів з охорони праці".

#### Закон України "Про охорону праці"

Закон України "Про охорону праці" передбачає економічні методи управління охороною праці:

- створення фонду охорони праці на підприємстві;
- обов'язкове соціальне страхування працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- збереження середнього заробітку працюючого за період простою у разі відмови працюючого від дорученої роботи, якщо виникла виробнича ситуація, небезпечна для життя чи здоров'я, його самого або для людей, які його оточують, чи навколишнього природного середовища;
- виплата вихідної допомоги при розриві трудового договору за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує вимог законодавства або умов колективного договору з питань охорони праці;
- безплатне забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням та інші пільги й компенсації працівникам, що зайняті на роботах з важкими та складними умовами праці;
- безплатна видача працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту, змивальних та знешкоджувальних засобів на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або здійснюваних у несприятливих температурних умовах;
- відшкодування збитків у зв'язку з каліцтвом чи іншим ушкодженням здоров'я (або його сім'ї у разі смерті потерпілого), пов'язаним з виконанням трудових обов'язків, а також моральної шкоди.

						Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організаційно-технічні заходи та засоби, покликані забезпечити такий рівень організації праці на підприємстві й такі технічні (інженерні) рішення з охорони праці для усього технологічного процесу, обладнання та інструментів, які виключали б вплив на працівників небезпечних виробничих чинників, а також виключали б або зменшували до допустимих нормативних значень вплив на робітників шкідливих виробничих чинників[7].

Організаційними заходами охорони праці є: належна навченість робітників, нітке та своєчасне проведення інструктажів і контролю знань з охорони праці; наявність розроблених відповідно до вимог охорони праці регламентів проведення робіт та технологічних карт; правильне планування робочих місць; безпечне утримання проходів і проїздів: наукова організація праці; нагляд за роботою працівників; зручна робоча поза, правильне чергування роботи й відпочинку згідно з КЗпП; відсутність фізичного або іншого перенапруження; застосування безпечних способів праці; дотримання встановленого ходу технологічного процесу; справний стан засобів колективного та індивідуального захисту; наявність відповідних знаків безпеки та ін.

Технічними заходами та засобами охорони праці є: застосування технічно досконалого та справного обладнання, інструментів і пристроїв, транспортних засобів, засобів колективного захисту (огорожень, блокування, сигналізації); використання за призначенням якісних засобів індивідуального захисту (спецодягу, спецвзуття та засобів захисту органів дихання, рук, голови, обличчя, очей, органів слуху) тощо.

Санітарно-гігієнічні заходи передбачають попередження шкідливого впливу виробничих чинників на людину та дотримання допустимих рівнів цих чинників на робочих місцях, а також забезпечення відповідності умов на робочих місцях вимогам до нормативних документів.

Приміщення, обладнання, робочі місця та умови праці мають відповідати вимогам таких нормативних документів:

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- — розміри виробничих приміщень повинні відповідати вимогам СН 245-71 (Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий) і ОНТП-24-86 В (Общесоюзные нормы технологического проектирования), а допоміжних — В СНіП 2.09.04-87 (Строительные нормы и правила); наприклад, об'єм виробничого приміщення на одного працівника має становити не менш як 15 м<sup>3</sup>, а площа — 4,6 м<sup>2</sup>;

- робочі місця повинні організовуватись відповідно до ГОСТ 12.2.082-78, ГОСТ 12.2.033-78 та ін.;

- метеорологічні умови (температура, відносна вологість та рухливість повітря) у робочій зоні повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99;

- концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони (газо-, паро- або пилоподібних) не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій, регламентованих ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99;

- параметри виробничого освітлення (коефіцієнт природної освітленості, освітленість, показники освітленості та коефіцієнт пульсації при штучному освітленні) повинні відповідати вимогам СНіП 11-4-79;

- рівні шуму, інфра-, ультразвуку та вібрації не повинні перевищувати допустимих значень, регламентованих ДСН 3.3.6.037-99;

- напруженості постійних електричних та магнітних полів на робочих місцях не повинні перевищувати допустимих значень відповідно до "Санітарно-гігієнічних норм допустимої напруженості електростатичного поля" № 1757-77 та гранично допустимих рівнів впливу постійних магнітних полів при роботі з магнітними пристроями та магнітними матеріалами № 1742-77;

- напруженості електричних та магнітних полів частотою 50 Гц не повинні перевищувати гранично допустимих напруженостей за ГОСТ 12.1.002-84 для електростатичних полів та гранично допустимих рівнів впливу магнітних полів частотою 50 Гц для магнітних полів;

						Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- параметри електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону не повинні перевищувати допустимих значень, регламентованих ГОСТ 12.1.006-84 та "Санітарними нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів високих, ультрависоких та надвисоких частот" ДсанПіН 3.3.2-007-98;

- щільності потоку енергії інфрачервоних та ультрафіолетових випромінювань не повинні перевищувати допустимих значень, регламентованих ГОСТ 12.1.005-88 і "Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень" № 4086-86 для інфрачервоних випромінювань та "Гігієнічними вимогами до конструювання і експлуатації установок з штучними джерелами ультрафіолетового випромінювання для люмінесцентного контролю якості й промислових виробів" — для ультрафіолетових випромінювань;

- рівні лазерних випромінювань не повинні перевищувати гранично допустимі значення за СНіП 2392-81;

- потужності експозиційних доз невикористаного рентгенівського випромінювання не повинні перевищувати норм, встановлених ГОСТ 12.2.006-83 та "Санітарними правилами роботи з джерелами невикористовуваного рентгенівського випромінювання";

Санітарно-гігієнічні та інші норми для робочих місць наведені в довіднику з охорони праці на промислових підприємствах.

Лікувально-профілактичні заходи передбачають попередні та періодичні медичні огляди працівників, переведення працівників на легшу роботу за станом здоров'я, безплатне забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням працівників на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, відшкодування потерпілому працівнику витрат на лікування, протезування, придбання транспортних засобів, по догляду за ним та інші види медичної допомоги, особливі вимоги з охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів.

						Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Під час укладання трудового договору роботодавець повинен поінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору, карт умов праці на робочому місці. Забороняється укладати договір з громадянином, якому за медичними та психологічними висновками

протипоказана запропонована робота.

Згідно із Законом "Про охорону праці", усі працівники підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, котрі спричинили втрату працездатності.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства та нормативно-правовим актам про охорону праці.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше від тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я, відповідно до медичного висновку, потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести, за згодою працівника, на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і в разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці в підвищеному розмірі та інші пільги й компенсації, що надаються у порядку, визначеному законодавством.

Якщо робота пов'язана з роз'їздами, працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів на умовах, передбачених колективним договором.

Роботодавець може за колективним договором (угодою, трудовим договором) за свої кошти додатково встановлювати працівникові пільги й компенсації, не передбачені законодавством.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен своєчасно, не пізніше як за два місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

На роботах зі шкідливими й небезпечними умовами праці та пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами працівникам видається безоплатно, за встановленими нормами, спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, котрі не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці та колективного договору. У разі передчасного зношення цих засобів не з вини працівника роботодавець зобов'язаний замінити їх за свій рахунок. У разі придбання працівником спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, мийних та знешкоджувальних засобів за свої кошти роботодавець зобов'язаний компенсувати всі витрати на умовах, передбачених колективним договором. Згідно з колективним договором (угодою) роботодавець може додатково, понад встановлені норми, видавати працівникові певні засоби індивідуального захисту, якщо фактичні умови праці цього працівника вимагають їх застосування.

Працівникові відшкодовуються збитки, заподіяні йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків, а при настанні стійкої втрати професійної працездатності сплачується одноразова допомога.

Закон з охорони праці регламентує багато інших питань організації й управління цією діяльністю на підприємстві, визначає державне управління

						Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охороною праці, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці, відповідальність працівників за порушення законодавства з охорони праці.

Таким чином, у Законі "Про охорону праці" реалізована концепція управління охороною праці в державі, яка полягає в пріоритеті життя і здоров'я працівників і запровадженні плати за ризик (пільги працівникам за шкідливі й важкі умови праці, диференційовані страхові тарифи, штрафні санкції) — як важелі здійснення державної політики в цій галузі. Крім того, встановлений принцип добровільності прийняття ризику: ніхто не має права наражати людину на ризик без її згоди. Одночасно встановлений принцип правового регулювання ризику шляхом створення нормативно-правових актів, які визначають систему заборон і норм попередження нещасних випадків і профзахворювань. Розроблений також порядок доступності й відкритості інформації з питань охорони праці.

У Законі передбачені механізми попередження шкоди людині й суспільству, а також відшкодування завданого збитку, закладені правові норми управління охороною праці, котрі забезпечують організаційно-господарську та наглядову діяльність шляхом визначення повноважень, прав і відповідальності господарських органів, а також органів місцевого самоврядування і виконавчих органів влади. Закон передбачає чітку систему державного управління охороною праці від уряду, при якому створена Національна рада з гарантування безпечної діяльності населення, до підприємства.

Законом передбачається експертиза проектів з питань охорони праці та створення відповідних експертно-технічних центрів, запроваджено сертифікацію безпеки машинобудівної продукції. Матеріальних збитків від нещасних випадків визнають проектно-конструкторські організації й заводи-виробники неякісної, небезпечної продукції.

Законом підвищена роль і престиж служби охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо власнику (керівнику) підприємства й прирівняна до служб головних спеціалістів. У місцевих органах державної виконавчої влади

						Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створено службу охорони праці для організації і контролю цієї роботи на підприємствах регіону. Особливе значення в законі надається підвищенню рівня навчання керівного складу підприємств і робітників з питань охорони праці.

Для роботодавців встановлено жорсткі вимоги щодо: впровадження ефективної системи управління охороною праці на підприємстві; створення посадових інструкцій з питань охорони праці; розроблення щорічних комплексних заходів з охорони праці; формування фонду охорони праці підприємства; обрання уповноважених з охорони праці трудових колективів; розроблення розділу "Охорона праці" в колективному договорі; ознайомлення (під розписку) кожного працівника з умовами праці на його робочому місці;

проведення попереднього медичного обстеження робітників на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці чи таких, де необхідний професійний відбір.

Закон не допускає керуватися суто економічними міркуваннями при плануванні та організації виконання заходів щодо підвищення рівня безпеки і умов праці, попередження нещасних випадків і профзахворювань[8].

						Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 ДБН В 2-6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» чинний з 01.03.2007 р.

2 Ткачук Ю.Я. Энергозбережение. Конспект лекций. - Сумы: Изд-во СумГУ, 2001.

3 Методичні вказівки до виконання дипломних проектів (робіт) / Укладачі: А.О.Євтушенко, С.С.Антоненко, А.С.Мандрика, С.В.Сапожніков, М.І.Сотник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. - 48с.

4 Інтернет посилання: <http://www.golos.com.ua/article/249938>.

5 Інтернет посилання: <http://sumy.prom.ua/Steklovata.html>.

6. Інтернет посилання: <http://federation.org.ua/zakonodavstvo/zakon-ukraini-pro-okhoronu-pratsi-2694-12.html>.

7. Інтернет посилання: <https://zakon.help/law/2694-XII/edition20.01.2018>.

8. Інтернет посилання: <https://pidruchniki.com/15290527/bzhd/zakonodavstvo-ukrayini-ohoroni-pratsi>.

9. Інтернет посилання: <https://prom.ua/ua/Steklovata.html>.

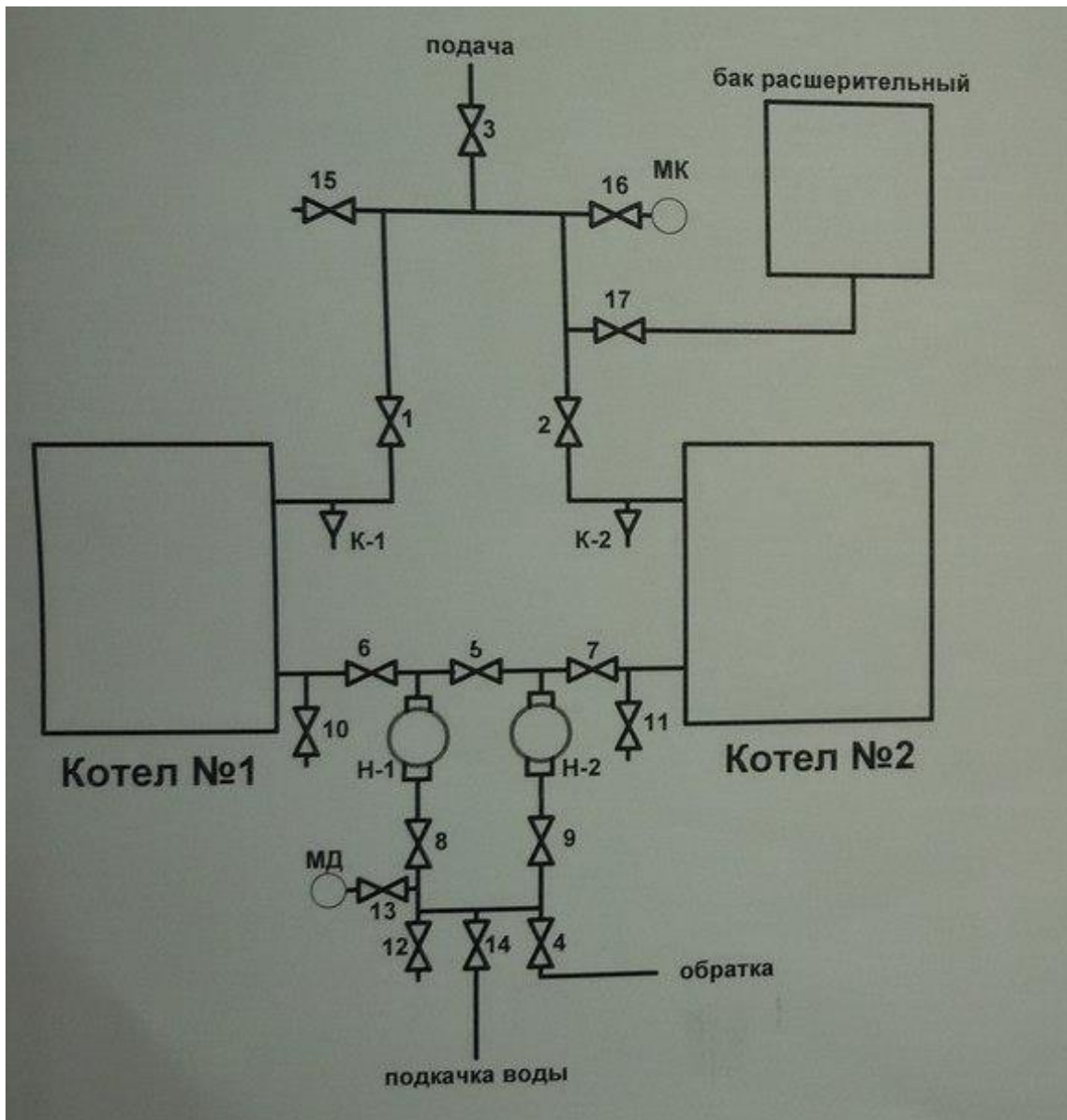
10. Інтернет посилання: <https://www.korsa.ua/products/okna-rehau>.

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Інтернет посилання: [https://prom.ua/ua/Folgoizol.html?utm\\_source=primelead&utm\\_medium=сра&utm\\_term=prom3-pro&utm\\_campaign=primelead-prom3-pro&prosale=1](https://prom.ua/ua/Folgoizol.html?utm_source=primelead&utm_medium=сра&utm_term=prom3-pro&utm_campaign=primelead-prom3-pro&prosale=1)

12. Інтернет посилання: <http://www.energosber.74.ru/metodiki/met005.htm>

# ДОДАТОК А



Принципова схема котельні

					Арк.
					46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	