

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.В. Попов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

Спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

**на тему: «Формування плану заходів з підвищення рівня  
енергоефективності підприємства з переробки насіння»**

Виконав:

студентка IV курсу, групи ОН-71

*Варич Софія Олександрівна*

Керівник:

*к.т.н., доц. Находов В.Ф.*

**Консультанти:**

Теплова частина к.т.н., доц.Виноградов-Салтиков О.В.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Охорона праці д.т.н., проф.Третьякова Л.Д.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Нормоконтроль ас.Прокопенко І.Д.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Рецензент** к.т.н., доц.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цьому  
дипломному проекті немає  
запозичень з праць інших  
авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
Кафедра електропостачання**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.В. Попов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту  
Варич Софії Олександрівні**

**1. Тема проекту** «Формування плану заходів з підвищення рівня енергоефективності підприємства з переробки насіння.»

керівник проекту *к.т.н., доц. Находов В.Ф.*, затверджені наказом по університету від «27» травня 2021 р. №1353-с

**2. Термін здачі студентом закінченого проекту** «14» червня 2021 р.

**3. Вихідні дані до проекту:** схема електро- та теплопостачання, характеристика об'єкту, динаміка виробничої діяльності та споживання енергетичних ресурсів, перелік електроприймачів.

**4. Перелік розділів, які мають бути розроблені**

а) Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті;

б) Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті;

в) Система енергетичного менеджменту об'єкту

г) Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті

в) Охорона праці та пожежна безпека під час монтажу частотного перетворювача.

## 5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Однолінійна схема електропостачання .
2. Результати енергетичного аудиту електропостачальної системи об'єкту.
3. Аналіз ефективності використання теплової енергії на об'єкті.
4. Теплова схема котельні об'єкту та результати енергетичного аудиту теплопостачальної системи об'єкту.

## 6. Консультанти:

Теплова частина: к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков В.О.

Охорона праці: д.т.н., проф. Третькова Л.Д.

Нормоконтроль: ас. Прокопенко І.Д.

## 7. Дата видачі завдання «17» травня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

### виконання дипломного проекту

студенткою **Варич Софією Олександрівною**

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Загальна характеристика об'єкту	18.05.21 – 19.05.21	
2.	Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті	20.05.21 – 25.05.21	
3.	Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті	26.05.21 – 28.05.21	
4.	Аналіз системи енергетичного менеджменту об'єкту	28.05.21 – 01.06.21	
5.	Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті	02.06.21 – 5.06.21	
6.	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	06.06.21 – 08.06.21	
7.	Підготовка графічного матеріалу	08.06.21 – 12.06.21	
8.	Захист бакалаврського проекту	14.06.21	

Студентка

С.О. Варич

Керівник проекту

В.Ф. Находов

## РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему «Формування плану заходів з підвищення рівня енергоефективності підприємства з переробки насіння». В дипломному проекті було розглянуто такі питання: аналіз ефективності використання палива, можливості застосування альтернативних джерел енергії, аналіз використання електричної енергії, також було розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки. Пояснювальна записка складається з 91 сторінок, 17 рисунків, 40 таблиць, 2 додатків та має 4 робочі креслення.

Метою проекту є формування плану заходів для підвищення рівня енергоефективності підприємства з переробки насіння. В процесі розробки проекту був проведений аудит систем теплопостачання та електропостачання і запропоновано відповідні заходи з енергозбереження.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПЕРЕРОБКА НАСІННЯ, ЧАСТОТНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ.

## ABSTRACT

Diploma project on "Formation of a plan of measures to improve the energy efficiency of the enterprise for seed processing." The diploma project addressed the following issues: analysis of fuel efficiency, the possibility of using alternative energy sources, analysis of electricity use, as well as issues of labor protection and fire safety. The explanatory note consists of 91 pages, 17 figures, 40 tables, 2 appendices and has 4 working drawings.

The aim of the project is to form fuel measures to increase the energy efficiency of the seed processing plant. In the process of project development, the audit of heat supply and electricity supply systems was conducted and appropriate energy saving measures were proposed.

Keywords: ENERGY EFFICIENCY, FREQUENCY REGULATION, HEAT LOSS, POWER SUPPLY, SEED PROCESSING.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ .....	12
1.1 Короткий опис об'єкту .....	12
1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки .....	13
1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки .....	13
1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних .....	15
1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності .....	15
Висновки до розділу.....	16
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА МОЛОКОЗАВОДІ.....	17
2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз .....	17
2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії .....	18
2.3 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту (будівлі, цеху) .....	19
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (цеху, приміщення).....	22
2.5 Оцінка завантаженості ТП (ввідних кабельних ліній) .....	25
2.6 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту .....	30
2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі .....	30
2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті .....	32

2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії.....	32
Висновки до розділу:.....	41
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	42
3.1 . Схеми паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз .....	42
3.2 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії.....	43
3.3 Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту (будівлі, цеху) .....	43
3.4 Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі об'єкту.....	54
3.5 Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту .....	55
3.6 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі .....	55
3.7 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії (ЦТП, ІТП, власна котельня тощо) .....	56
3.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті .....	57
3.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії (Короткий опис поточного стану (проблеми), обґрунтований вибір оптимального типового проектного рішення, опис суті заходу, розрахунок енергетичного та економічного ефекту від реалізації заходу, розрахунок витрат на реалізацію заходу, визначення простого терміну окупності) .....	57
Висновки до розділу:.....	68
4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ МОЛОКОЗАВОДУ ....	69

4.1 Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020 .....	69
4.2 Визначення базового рівня споживання електроенергії та показника ..	69
4.3 Представлення «Енергетичної політики» підприємства .....	70
4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності, запропонованих в розділах 2 та 3 .....	71
Висновки до розділу.....	72
<b>5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА МОЛОКОЗАВОДІ.....</b>	<b>73</b>
5.1 Короткий опис можливостей застосування геліоколекторів на об'єкті	73
5.2 Визначення оптимального кута нахилу панелей .....	74
5.3 Базові теоретичні відомості про геліоколекторам .....	75
5.4 Визначення нормативної витрати води на ГВП.....	76
5.5 Вибір геліоколектору та перевірка .....	77
5.6 Економічне обґрунтування доцільності встановлення геліоколекторів	78
Для фінансового розрахунку визначимо капітальні витрати, експлуатаційні витрати та економію: .....	78
1. Вартість основного обладнання системи, доставка буде здійснюватись силами підприємства:.....	78
Висновок до розділу .....	79
<b>6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА .....</b>	<b>80</b>
6.1 Загальна характеристика об'єкта .....	80
6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт .....	81
6.3 Визначення показників умови праці .....	81



6.4 Визначення небезпек .....	82
6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці .....	82
6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників .....	83
6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж та вибухів	84
6.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації .....	85
Висновки до розділу.....	87
ВИСНОВКИ .....	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	90
ДОДАТКИ .....	92

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТП – трансформаторна підстанція;  
ТМ – трансформатор масляний;  
ТМГ – трансформатор масляний герметичний;  
ТМЗ – трансформатор масляний заземлений;  
ГВП – гаряче водопостачання;  
ЕП – електроприймач;  
ДБН – державні ;  
ДСТУ – державний стандарт України;  
СЗС – суха знежирена сироватка;  
ГРП – газорозподільний пункт;  
ПДВ – податок на додану вартість;  
ПАТ – приватне акціонерне товариство;  
КЛ – кабельна лінія;  
ЗС – зовнішні стіни;  
ОК – огорожувальна конструкція;  
КУ – конденсаторна установка;  
ПЕЕ – показник енергоефективності;  
СЕС – сонячна електростанція;  
БРЕ – базовий рівень енергоефективності;  
ЕУ – електроустановка;  
ЗІЗ – засіб індивідуального захисту;

## ВСТУП

Метою проекту є формування плану заходів з підвищення енергоефективності підприємства з переробки насіння. Підвищення енергетичної ефективності є принциповим питанням не тільки для промисловості, а й для країни в цілому. Підприємства мають постійно підвищувати рівень своєї енергетичної ефективності та встановлювати систему енергоменеджменту, така діяльність сприяє не тільки зниженню плати за енергетичні ресурси, а й підвищенню конкурентноздатності підприємства. Сертифікація підприємства по міжнародним стандартам по енергоефективності та енергоменеджменту відкриває дорогу українській промисловаості на ринки Європи.

В рамках дипломного проекту було виконано наступні завдання:

- проаналізовано динаміку виробничої діяльності підприємства;
- виконано аналіз динаміки споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- надано коротку характеристику попередньої діяльності у сфері енергоефективності;
- виконано аналіз ефективності використання електричної енергії на підприємстві;
- запропоновано заходи з енергоефективності для суттєвих споживачів;
- ароведено аналіз ефективності використання палива та теплової енергії;
- запропоновано заході з енегоефективності для споживачів теплової енергії;
- виконано оцінку системи енергоменеджменту підприємства;
- запропоновано можливості використання альтернативних джерел енергії;
- розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки;

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

## 1.1 Короткий опис об'єкту

Основним видом діяльності підприємства з переробки насіння є рослинництво. До рослинництва відноситься: виробництво основних сільгоспкультур (кукурудза, пшениця, соняшник, ріпак), вирощування посівного матеріалу кукурудзи і соняшнику, вирощування посівного матеріалу цукрових буряків української селекції. Зберігання вирощеної продукції рослинництва відбувається на власному сертифікованому елеваторі. Елеватор надає послуги з приймання, очищення, сушіння, зберігання і відвантаження сільськогосподарських культур іншим підприємствам. Завод має такі структурні будівлі: головний виробничий корпус, елеватор, котельня, ремонтно-механічний цех, склад та адміністративно-побутовий корпус.



Рисунок 1.1 –Будівлі та споруди підприємства

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ							
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.	Варич С.О.				Загальний опис об'кту				Літ	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Находов В.Ф.										12	91
Реценз.									ІЕЕ, гр. ОН-71			
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.											
Затвер.												

## 1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

Основними видами виробничої діяльності заводу є переробка та протравлювання насіння, дані про обсяги виробництва продукції за видами діяльності підприємства наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Дані про обсяги переробки та протравлювання насіння на підприємстві за попередні три роки

Вид діяльності	Річне виробництво, ц		
	2018	2019	2020
Переробка насіння	27600	15500	22286
Протравлювання насіння	11000	10800	11037

## 1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Підприємство споживає електричну енергію, газ та воду. В таблиці 1.2 наведено дані про обсяги споживання електричної енергії підприємством за 2018 – 2020 роки.

Таблиця 1.2 – Обсяги споживання електричної енергії на підприємстві

Місяць	Обсяги споживання електроенергії		
	2017	2018	2019
1	1216963	1272246	950232,1
2	1928265	1247154	1473355
3	1231852	1100393	1061093
4	1702359	1105728	1463803
5	953667,4	629308,1	989924,1
6	804728,2	742765,2	1016055
7	506374,2	552697,4	758552,5
8	599895,2	423484,6	670458
9	938873,3	589377,1	814329,1
10	1354105	1023699	1193036
11	1959756	769441,4	1532497
12	1693464	911158,7	1819447

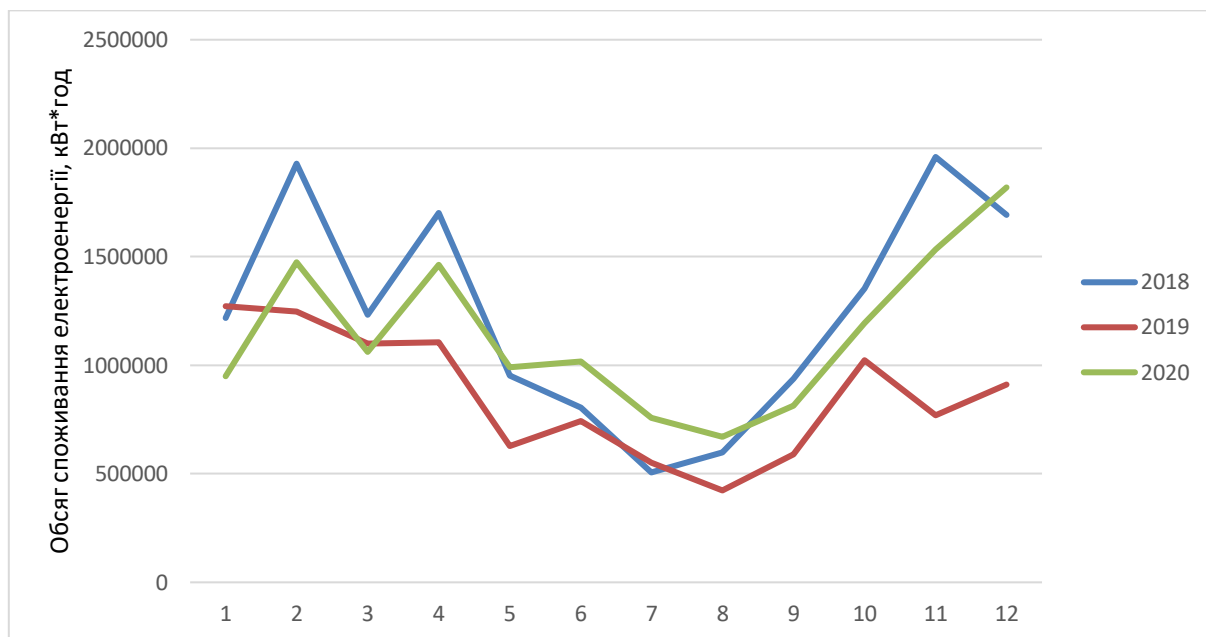


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання електричної енергії на підприємстві за 2018 – 2020 рр

В таблицю 1.3 наведено дані споживання теплової енергії на підприємстві.

Таблиця 1.3 –Обсяги споживання теплової енергії на підприємстві

Місяць	Обсяги споживання теплової енергії, Гкал		
	2018	2019	2020
1	1274,1	1028,25	1537,1
2	1591,95	1393,1	1200,95
3	1260,2	723,915	1161,65
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	392,8	774,875	486,7
11	1145,15	1020,04	1092,18
12	1205,15	940,04	1042,18

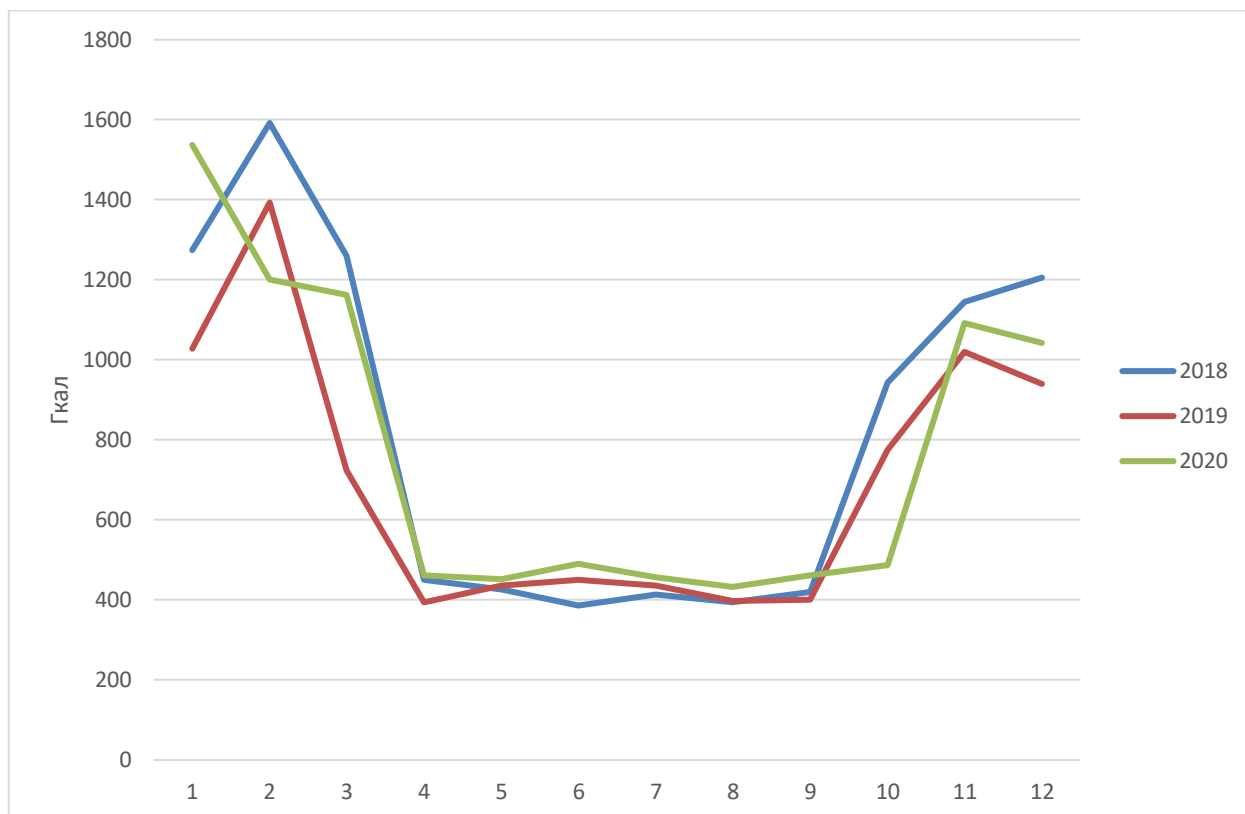


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання теплової енергії на підприємстві за 2018 – 2020 рр

#### 1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних

Підприємство купує електричну енергію у ПАТ «Сумиенерго», за тарифом (Ц<sub>ел.ен.</sub>) - 3 гривні 45 копійок за 1 кВт\*год. Тариф на газ для підприємства від ТОВ «Сумитеплоенерго» складає 12 гривень 68 копійок за 1 куб.м природного газу з теплотворною здатністю 8000 ккал/куб.м. Холодна вода споживається з власної скважини, тому будемо вважати, що вона коштує 0 гривень 0 копійок. Всі вищевказані тарифи актуальні на 2021 рік.

#### 1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

Енергетичний аудит на підприємстві не проводився, заходи з енергоефективності не реалізовувалися.

## Висновки до розділу

Об'єм протравлювання насіння за останні три роки змінився несуттєво. Обсяги переробки насіння мають нерівномірний характер: обсяг переробки насіння в 2019 році зменшився на 43% порівняно з 2018 роком. В 2020 році обсяг переробки насіння збільшився на 44 % порівняно з 2019 роком, але все ще не досяг рівня, який був в 2018 році. Спостерігається суттєве зменшення споживання електричної енергії в 5 – 9 місяцях кожного року, причиною такого зменшення є те, що насіння висівають навесні, а збирають восени. Споживання теплової енергії суттєво збільшується в опалювальний період, тому графік споживання дуже нерівномірний.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	16
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		



## 2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

### 2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз

Електропостачання підприємства(рисунок 2.1) здійснюється від трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ. На підстанції встановлені 2 трансформатори ТМ-630. Реактивна потужність не компенсується.

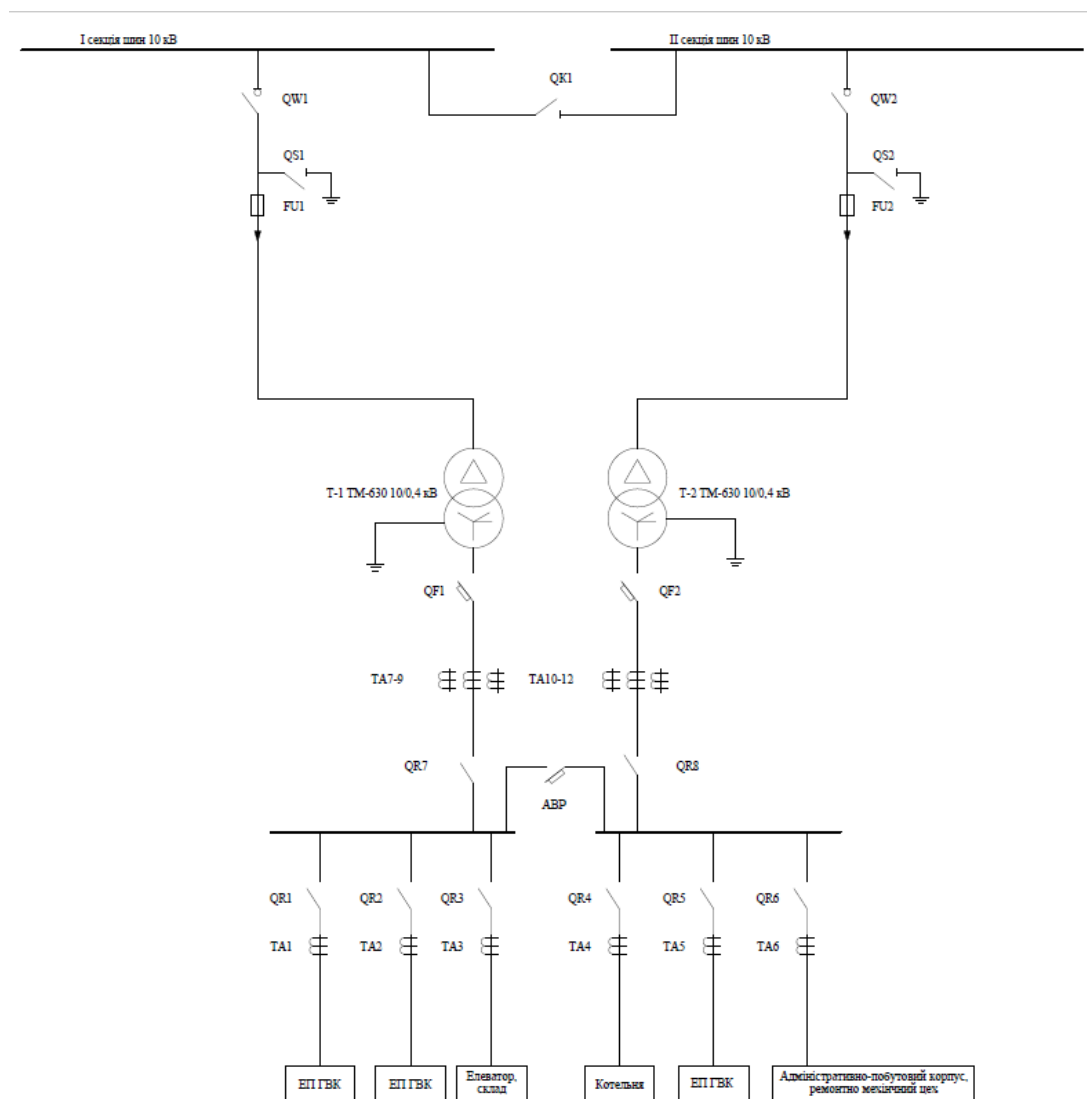


Рисунок 2.1 – Однолінійна схема електропостачання

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ							
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Варич С.О.			Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті		Літ		Аркуш		Аркушів	
Перевір.		Находов В.Ф.							17		91	
Реценз.							ІЕЕ, гр. ОН-71					
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.										
Затвер.												

## 2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії

Споживачів електричної енергії на підприємстві можна поділити на групи, занесемо їх назви, потужності та час роботи в рік до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік споживачів електричної енергії та їх параметри

Назва	Кількість, шт	Середній час роботи в рік, год	Загальна потужність, кВт
Аспіратори	11	816	407
Шнеки	73	830,336	137,5
Інше технологічне обладнання	114	533,676	165,68
Шліфувальні машини	16	985	64
Вентилятори	23	226,99	227
Норії	33	783,15	83,5
Машина для очистки насіння	8	985,01	77,6
Пневмоствол	4	985,02	26,4
Конвейери	12	459,37	57,4
Компресори	2	422,467	27,5
Прямоточні барабани	2	660,989	56

Найбільшу загальну потужність мають аспіратори, вентилятори, інше технологічне та шнеки. Згідно проведеного в пункті 2.7 електричного балансу (без урахування втрат), найсуттєвішими споживачами є аспіратори, шнеки та інше технологічне обладнання, разом ці 3 групи споживачів складають 65,16%. Вентилятори, не дивлячись на суттєву загальну потужність не є суттєвими споживачами. Все обладнання знаходиться в справному стані, до використання придатне. Всі силові споживачі електроенергії на підприємстві мають II категорію по надійності електропостачання[1].

### 2.3 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту

Проведемо повірочний розрахунок силових навантажень для цеху очистки та сушки насіння [2]. Перелік обладнання, та його параметри, такі як: назва, тип, потужність, коефіцієнт використання, час роботи на рік та коефіцієнт реактивного навантаження занесемо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Обладнання цеху очистки та сушки світлонасіння

Назва	Тип	Потужність, кВт	Кількість, шт	Загальна потужність, кВт	Коеф використ
1	2	3	4	5	6
Конвеєр стрічковий	500мм	2,2	1	2,2	0,6
Розтрачувач мішків	КРМ	2,2	1	2,2	0,55
Норія	НЦГ-20	1	3	3	0,75
Машина для очищення зерна	Si-70	3,7	1	3,7	0,65
Шнек	УШЧ	2,2	3	6,6	0,6
Барабан прямооточний	БПС	28	2	56	0,65
Аспіратор	ЦП7-40	34,5	3	104	0,65
Норія	НЦГ-20	1	2	2	0,6
Шнек	УШЧ	2,2	3	6,6	0,6
Мішкозашивна машина	33Е-М	1,7	1	1,7	0,65
Стрічковий конвеєр	500мм	2,2	1	2,2	0,55

Приклад розрахунку показано нижче для першого електроприймача(стрічковий конвеєр) інші електроприймачі розрахуємо аналогічно, результати в таблиці 2.3.

1. Проміжна активна потужність обладнання:

$$P_{\Pi} = P_{\text{н}} \cdot n \cdot K_{\text{в}} \quad (2.1)$$

де  $K_{\text{в}}$  - коефіцієнт використання.

$n$  – кіль-к електроприймачів;

$P_n$  – номінальна потужність одного електроприймача, кВт.

За формулою (2.1):

$$P_{п1} = 2,2 \cdot 1 \cdot 0,6 = 1320 \text{ кВт}$$

2. Проміжна реактивна потужність обладнання:

$$Q_n = P_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad (2.2)$$

Підставивши значення у формулу (2.2) отримаємо:

$$Q_{п1} = 1320 \cdot 1,02 = 1346,4 \text{ кВАр}$$

Таблиця 2.3 – Проміжні активні та реактивні потужності

Назва обладнання	Проміжна активна потужність, кВт	Проміжна реактивна потужність, кВАр
Конвеєр стрічковий	1,320	1,347
Розтрачувач мішків	1,210	0,586
Норія	2,250	1,394
Машина для очищення зерна	2,405	1,165
Шнек	3,960	2,454
Барабан прямоточний	36,400	35,084
Аспіратор	67,275	50,456
Норія	1,200	0,744
Шнек	3,960	2,454
Мішкозашивна машина	1,105	1,473
Стрічковий конвеєр	1,210	1,234

3. Груповий коефіцієнт використання:

$$K_v = \frac{\sum P_{пi}}{\sum p_n \cdot n} = \frac{1,32 + \dots + 1,21}{2,2 \cdot 1 + \dots + 2,2 \cdot 1} = 0,642$$

4. Ефективна кількість електроприймачів:

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{34,5}{1} = 34,5 > 3, \text{ отже}$$

$$n_e = \frac{2 \cdot (\sum P_{hi})}{P_{max}} = \frac{2 \cdot 190,2}{34,5} = 11,026$$

5. Коефіцієнт розрахункового навантаження[1](довідкові дані ОН ОТ)

$$K_b = 0,9$$

6. Розрахункове навантаження силових електроприймачів:

$$P_p = \sum P_{ni} \cdot K_p = (1,32 + \dots + 1,21) \cdot 0,9 = 110,065 \text{ кВт}$$

$$Q_p = \sum Q_{ni} \cdot K_p = (1,347 + \dots + 1,234) \cdot 0,9 = 98,392 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{110,065^2 + 98,392^2} = 147,632 \text{ кВА}$$

Повірочний розрахунок по іншим підрозділам виконаємо методом укрупнень, за формулами:

$$P_p = \sum P_{hi} \cdot K_{вик} \quad (2.3)$$

$$Q_p = \sum P_{hi} \cdot tg \varphi_i \cdot K_{вик} \quad (2.4)$$

де  $K_{вик}$  – коефіцієнт використання для структурного підрозділу, значення коефіцієнта взяті з РТМ 36.18.32.4 – 92.

За формулами (2.3) та (2.4) визначимо навантаження всіх підрозділів, результати розрахунку засенесо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення розрахункових навантажень для цехів

Назва	Встановлена потужність, кВт	Розрахункова активна потужність, кВт	Розрахункова реактивна потужність, кВАр	Кв	cos Phi
Цех зберігання та транспортування світлонасіння	384,700	269,290	166,891	0,700	0,850
Цех очистки й калібровки світлонсіння	674,100	498,834	374,126	0,740	0,800
Цех обробки світло насіння захисними та стимулюючими речовинами	195,600	136,920	66,313	0,700	0,900
Цех сушки та очистки світлонасіння	190,200	110,065	98,392	0,900	0,746
Сумарно	1444,600	1015,109	705,722	0,760	0,824

## 2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення будівель підприємства

Розрахуємо потужність системи внутрішнього освітлення [3] на прикладі адміністративно-побудового корпусу. В корпусі встановлені лампи типу ЛД-40 у кількості 42 шт. Довідкові дані:  $\cos\varphi = 0,95$ ,  $\tan\varphi = 0,33$ , коефіцієнт попиту  $K_{\Pi} = 1$ . Розраховуємо навантаження на ЩО.

Розрахуємо активну потужність:

$$P_{p.осв} = K_{\Pi} \cdot P_{ЛД-40} \cdot n, \quad (2.5)$$

де  $n$  – кількість ламп, шт;

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт попиту ламп;

$P_{ЛД-40}$  – потужність однієї лампи, кВт;

Згідно з формулою (2.11) будемо мати:

$$P_{p.осв} = 1 \cdot 0,04 \cdot 72 = 2,88 \text{ кВт}$$

Розрахуємо реактивну потужність:

$$Q_{p.осв} = P_{p.осв} \cdot \tan\varphi_{осв} \quad (2.6)$$

За формулою (2.12) будемо мати:

$$Q_{p.осв} = 2,88 \cdot 0,33 = 0,947 \text{ кВАр}$$

Розрахуємо повне навантаження:

$$S_{p.осв.} = \sqrt{P_{p.осв.}^2 + Q_{p.осв.}^2} \quad (2.7)$$

Згідно з формулою (2.7) будемо мати:

$$S_{p.осв.} = \sqrt{2,88^2 + 0,947^2} = 3,032 \text{ кВА}$$

Проведемо повірочний розрахунок системи внутрішнього рівня освітленості адміністративно-побутового корпусу. Площа корпусу складає – 128 м<sup>2</sup>, висота приміщення – 5 метрів. Згідно [4] нормоване значення освітленості на

робочому місці складає 400 люкс. Стеля приміщення біла  $\rho_{сл} = 70\%$ , стіни мають сірий колір  $\rho_{сн} = 50\%$ , підлога коричнева  $\rho_{п}=30\%$ . Висота робочої поверхні  $h_p = 0,8$  м.

Підрахуємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{(h \cdot (a+b))} \quad (2.8)$$

де,  $a = 10$  м – довжина приміщення;

$b = 12$  м – ширина приміщення;

$h$  – висота підвісу світильника, м;

Відомо, що висота стелі приміщення  $H$  становить 5 м. Відстань від стелі до світильника  $h_c = 0,2$  м. Висота робочої поверхні  $h_p = 0,8$  м.

Тоді висоту підвісу світильника визначимо за формулою:

$$h = H - h_p - h_c, \quad (2.9)$$

Тоді за формулою (2.9) будемо мати:

$$h = 5 - 0,2 - 0,8 = 4 \text{ м}$$

За формулою (2.8) індекс приміщенні буде дорівнювати:

$$i = \frac{16 \cdot 8}{4 \cdot (16 + 8)} = 1,333$$

Виходячи з індексу приміщення ( $i=1,333$ ) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ( $\rho_{сл}=70\%$ ,  $\rho_{сн}=50\%$ ,  $\rho_{п}=30\%$ ), для світильника ПВЛ [5], визначимо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,40$ .

Визначимо фактичне значення освітленості в приміщенні  $E_\phi$ :

$$E_\phi = \frac{F_{л} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_z \cdot z} = \frac{2500 \cdot 18 \cdot 4 \cdot 0,4}{128 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 393,35 \text{ лк}$$

де  $F_{л} = 2500$  лм – світловий потік лампи;

$N = 18$  – кількість світильників;

$n = 4$  – кількість ламп в світильнику;

$k_z$  – коефіцієнт запасу;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності.

Порівняємо фактичне значення освітленості від загального освітлення з нормативним, беручи до уваги, що допускається відхилення фактичного значення від нормативного на  $\pm 10\%$ , оскільки зменшення освітленості неприпустимо з гігієнічної точки зору, а збільшення - економічно недоцільно.

$$\left| \frac{E_n - E_{\phi}}{E_n} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{400 - 393,35}{400} \right| \cdot 100\% = 1,66 \%$$

Освітлення встановлене в приміщенні відповідає нормативним вимогам ДБН.

Аналогічний розрахунок проведемо для інших будівель підприємства, результати розрахунку наведено в таблиці 2.Х.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку освітлення

Назва	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА	Розрахункове значення освітленості, лк	Нормативне значення освітленості, лк	Кіль-к ламп, шт
Головний виробничий корпус	9,200	3,024	9,684	205,74	200	230
Елеватор	6,560	2,156	6,905	206,32	200	164
Котельна	3,400	1,118	3,579	309,87	300	85
Ремонтно механічний цех	3,280	1,078	3,453	297,17	300	82
Склад	4,000	1,315	4,211	143,68	150	100
Адміністративно побутовий корпус	2,880	0,947	3,032	393,350	400	72
Зовнішнє освітлення	32,500	10,682	34,211	106,69	100	130

Внутрішнє освітлення всіх будівель здійснюється лампами ЛД-40, їх загальна кількість 733 шт, сумарна повна потужність освітлення складає 65,074 кВт. У всіх будівлях забезпечується нормативне значення освітленості на робочих поверхнях.



## 2.5 Оцінка завантаженості ТП (ввідних кабельних ліній)

Підприємство живиться електричною енергією від двох трансформаторів ТМ-630, графік активного та реактивного навантаження підстанції наведено на рисунках 2.2 та 2.3 для першого трансформатора, на рисунках 2.4 та 2.5 наведені графіки для другого трансформатора. Перший трансформатор живить цех очистки й калібровки світлонасіння, другий живить цех зберігання та транспортування світлонасіння, цех обробки світлонасіння захисними та стимулюючими речовинами та цех з сушки та очистки світлонасіння.

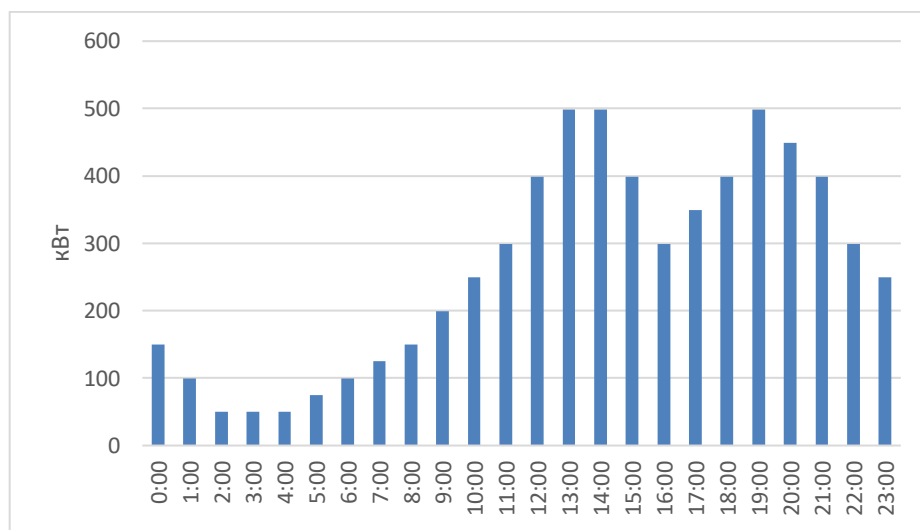


Рисунок 2.2 – Графік активного навантаження першого трансформатора

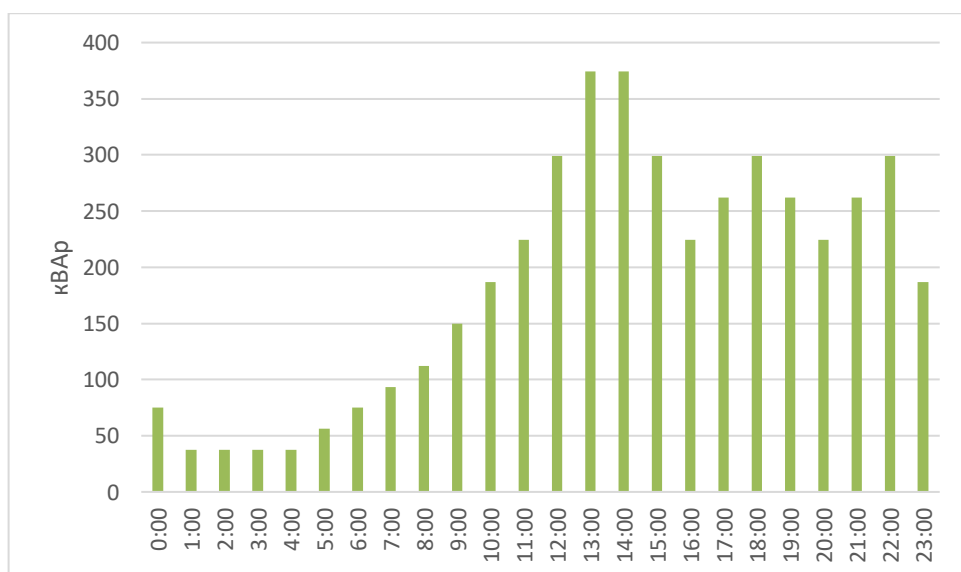


Рисунок 2.3 – Графік реактивного навантаження першого трансформатора

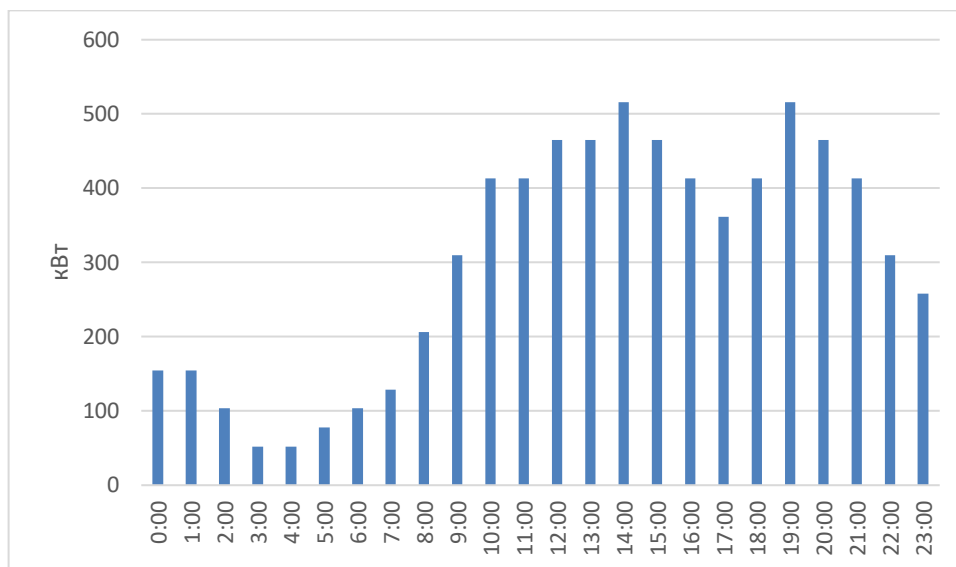


Рисунок 2.4 – Графік активного навантаження другого трансформатора

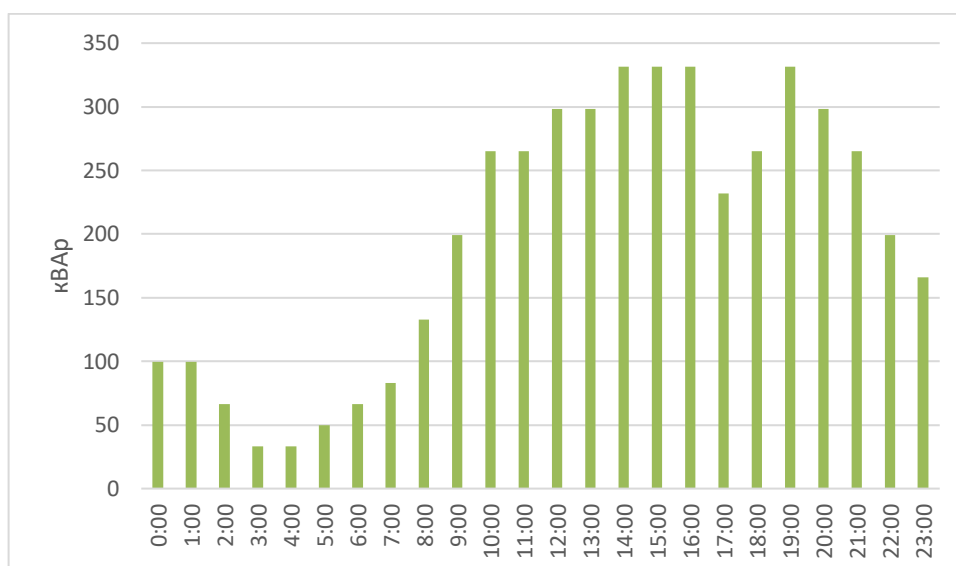


Рисунок 2.5 – Графік реактивного навантаження другого трансформатора

Максимальні значення активної та реактивної потужності згідно графіків складають 498,834 кВт та 374,125 кВАр, для першого трансформатора, та 516,275 кВт та 331,596 кВАр для другого трансформатора. Повне навантаження розрахуємо за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.10)$$

За формулою (2.10):

$$S_p^1 = \sqrt{498,834^2 + 374,125^2} = 623,542 \text{ кВА}$$

$$S_p^2 = \sqrt{516,275^2 + 331,596^2} = 613,592 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт завантаженості трансформатора розрахуємо за формулою:

$$K_3 = \frac{S_p}{S_{\text{ном}}} \quad (2.11)$$

Підставивши в формулу (2.11) значення, маємо:

$$K_3^1 = \frac{623,542}{630} = 0,989$$

$$K_3^2 = \frac{613,592}{630} = 0,973$$

Коефіцієнт завантаженості обох трансформаторів дуже високий, вони перевантажені, в разі відключення одного з них інший не зможе довго витримувати навантаження і підприємство залишиться без живлення.

Методом поелементних розрахунків визначимо річні втрати в ТМ-630, параметри трансформатора наведені в таблиці 2.4.

$$\Delta W_{\text{ТП}} = \frac{1}{N_{\text{тр}}} \cdot \frac{\Delta P_{\text{кз}}}{S_{\text{н}}^2} \cdot \sum_{i=1}^n (P_i^2 + Q_i^2) \cdot \Delta t_i + N_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{xx}} \cdot T_p \quad (2.12)$$

де  $N_{\text{тр}}$  – кількість трансформаторів ТП;

$T_p$  – час роботи трансформатора.

Таблиця 2.4 – Параметри ТМ-630 [6]

Параметр	Значення
Номінальна напруга ВН, кВ	6,10
Номінальна напруга НН, кВ	0,4
Втрати ХХ, кВт	1,3
Втрати КЗ, кВт	7,6
Струм ХХ, %	0,9
Напруга КЗ, %	5,5

Втрати потужності в першому трансформаторі складуть, за формулою(2.12):

$$\Delta W_1 = 1 \cdot \frac{7,6 \cdot 10^{-3}}{0,63^2} \cdot ((149,65^2 + 74,82^2) \cdot 195 + \dots + (249,41^2 + 187,06^2) \cdot 195) \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8760 = 23942,074 \text{ кВА} \cdot \text{год}$$

$$\Delta W_2 = 1 \cdot \frac{7,6 \cdot 10^{-3}}{0,63^2} \cdot ((154,88^2 + 99,47^2) \cdot 195 + \dots + (258,138^2 + 165,79^2) \cdot 195) \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 8760 = 26269,371 \text{ кВА} \cdot \text{год}$$

Сумарні втрати в трансформаторах складуть:

$$\Delta W_{\text{ТП}} = \Delta W_1 + \Delta W_2 = 23942,074 + 26269,371 = 50211,445 \text{ кВА} \cdot \text{год}$$

Визначимо втрати потужності в лініях електропередач, в таблицю 2.5 занесемо перерізи, марки та параметри кабелів, що відходять від трансформаторів.

Таблиця 2.5 – Параметри кабелів

Т	Марка кабелю	Навантаження на кабель, кВт	Опір жил, Ом/км		Довжина ліній, км	Максимальний струм, А
			Активний	Індуктивний		
Т-1 ТМ-630	АВВГ 4х240	164,5	0,125	0,0587	0,016	343
		168,4	0,125		0,015	
		161,64	0,125		0,012	
Т-2 ТМ-630	АВВГ 4х240	162,98	0,125	0,0587	0,025	343
		166,8	0,125		0,019	
		164,59	0,125		0,018	

Визначимо втрати потужності методом числа годин максимальних втрат, за формулою:

$$\Delta W = \frac{P_{\text{max}}^2 + Q_{\text{max}}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot r_l \cdot L \cdot \tau_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot r_l \cdot L \cdot \tau_{\text{max}} \quad (2.13)$$

де L – довжина лінії, км;

$r_l$  – питомий опір, Ом/км;

$\tau_{\text{max}}$  – число годин максимальних втрати, що визначається за формулою:

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		28

$$\tau_{\max} = \frac{K_3 + 2 \cdot K_3^2}{3} \cdot T_p \quad (2.14)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт завантаженості;

$T_p$  – час роботи трансформатора, год;

Розрахуємо втрати для першого кабелю першого трансформатора ТМ-630, за формулами (2.13) та (2.14):

$$\Delta W_{1 \text{ АВВГ } 4 \times 240} = \frac{\left(\frac{164,5}{1000}\right)^2}{0,38^2} \cdot 0,125 \cdot 0,016 \cdot 8600,106 \cdot 10^{-3} = 3223,28 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$\tau_{\max} = \frac{0,989 + 2 \cdot 0,989^2}{3} \cdot 8760 = 8600,106 \text{ год}$$

Аналогічний розрахунок проведемо для інших ліній, результати занесемо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Втрати в лініях

Т	Марка табелю	Число годин макс втрат, год	Втрати, кВт*год
Т-1 ТМ-630			
Т-1 ТМ-630	АВВГ 4х240	8600,106	3223,282803
		8600,106	3166,810362
		8600,106	2334,132757
Т-2 ТМ-630	АВВГ 4х240	8370,057	4811,49314
		8370,057	3830,16011
		8370,057	3533,056892
Всього			20898,93606

Загальні втрати електроенергії(в трансформаторах та лініях електропередач) складають:

$$\Delta W_{\text{ТР+ЛЕП}} = \sum \Delta W_{\text{ТР}} + \sum \Delta W_{\text{ЛЕП}} \quad (2.15)$$

Тоді, підставивши у формулу (2.15), отримаємо:

$$\Delta W_{\text{ТР+ЛЕП}} = 50211,445 + 20898,936 = 71201,381 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

## 2.6 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту

На підприємстві відсутні конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності. Визначимо коефіцієнт реактивного навантаження на кожен трансформатор окремо, за формулою:

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{тр}}}{S_{\text{тр}}} \quad (2.16)$$

Значення навантажень на трансформатори розраховані в підрозділі 2.5. За формулою (2.16):

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{498,834}{623,54} = 0,8 \\ \cos \varphi_2 &= \frac{516,275}{613,592} = 0,841 \end{aligned}$$

Коефіцієнт реактивної потужності має бути більшим від 0,95 [7], як бачимо з розрахунків коефіцієнт має незадовільне значення, необхідна установка компенсуючого обладнання, це дозволить збільшити  $\cos \varphi$ .

## 2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі

Побудуємо електричний баланс по типам обладнання, на підприємстві є наступні типи: норії, шнеки, конвейери, компресори, аспіратори, вентилятори, пневмостволи, машини для шліфівки насіння, машини для очистки насіння, промоточні барабани, інше технологічне обладнання(мішалки, затвори, сепаратори, дозатори і.т.д). Більш детальний список облднання та проміжні розрахунки наведено в додатку А. Споживання розраховано за формулою:

$$W_{\text{обл}} = n \cdot P_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}} \cdot T \quad (2.17)$$

де  $n$  – кількість обладнання, шт;

$P_{\text{н}}$  – номінальна потужність одиниці, кВт;

$K_{\text{в}}$  - коефіцієнт використання;

$T$  – час роботи в рік, год;

За формулою (2.17) визначимо споживання, всі результати розрахунки занесемо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Дані про споживання групами обладнання

Назва	Споживання, кВт*год	Частка споживання, %
Аспіратори	215872,8	34,87%
Втрати в трансформаторах та лініях	71201,381	11,50%
Шнеки	68301	11,03%
Інше технологічне обладнання	49575,33	8,01%
Машина для очистки насіння	47773	7,72%
Машина для шліфувки насіння	40976	6,62%
Вентилятори	36955	5,97%
Норії	28913	4,67%
Прямоточні барабани	24060	3,89%
Пневмостволи	16903	2,73%
Конвейери	10467	1,69%
Компресори	8104	1,31%
Всього	619101,511	100,00%

Як бачимо, основну частку в споживанні електричної енергії складають аспіратори, шнеки, інше технологічне обладнання, шліфувальні машини, машини для очистки насіння та вентилятори разом складають 81,6% від загального споживання. Для наглядності покажемо баланс на прикладі кругової діаграми(рисунк 2.6).

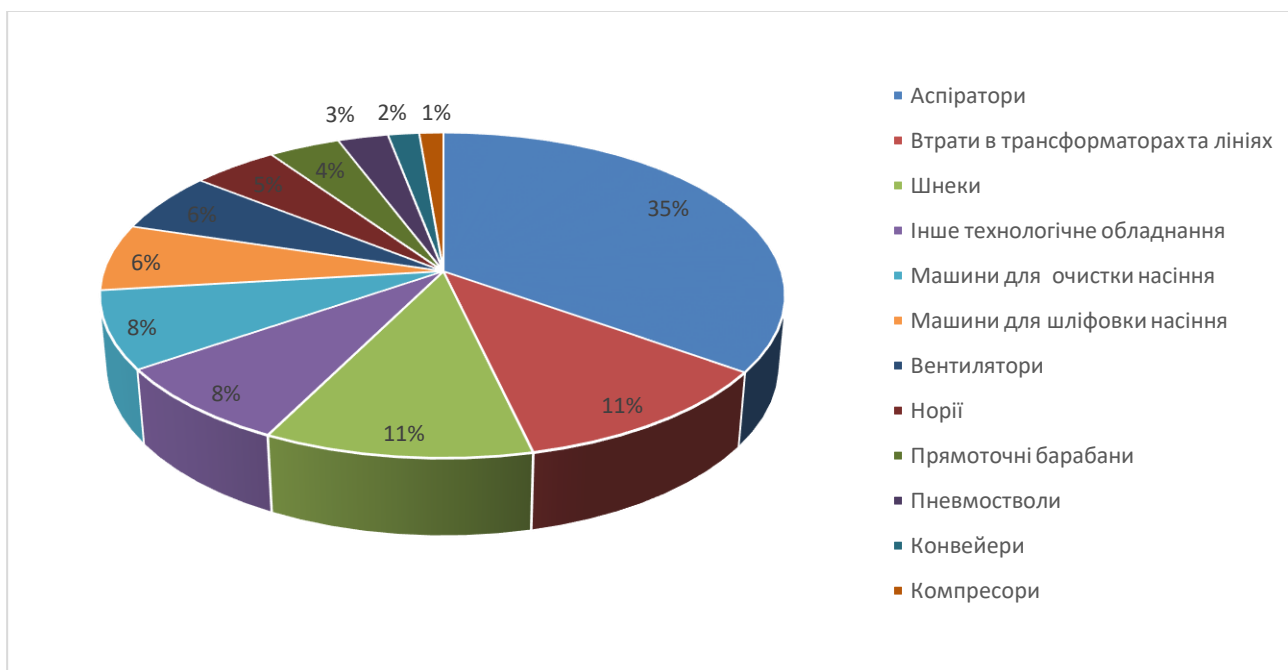


Рисунок 2.6 – Витратна частина електричного балансу підприємства

## 2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті

Облік електричної енергії здійснюється на стороні високої напруги трансформаторів ТМ-630, від яких здійснюється живлення підприємства. Наявна система комерційного обліку, технічного обліку немає. Встановлені лічильники реактивної та активної електроенергії. Загалом систему обліку можна оцінити як неефективну, вона не відповідає стандарту ISO-50001.

## 2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії

### 2.9.1 Заміна ламп внутрішнього освітлення

Зараз внутрішнє освітлення приміщень підприємства здійснюється лампами ЛД-40, що мають досить низьку світловіддачу, близько 50 лм/Вт. Сучасні енергозбеігаючі лампи з аналогічним цоколем G13 мають світловіддачу в кілька разів більше, а саме близько 100 лм/Вт. Пропонується замінити лампи ЛД-40 на LED лампу EVROLIGHT 24 G31 T8. До таблиці 2.8 занесемо параметри ламп.

Таблиця 2.8 – Парметри ламп

Параметр	Наявні лампи	Пропоновані на заміну
Тип	ЛД	LED
Потужність одиниці, кВт	0,04	0,028
Світловий потік, Лм	2200	2200
Кількість, шт.	733	733
Час роботи, год/рік	3650	3650
Коефіцієнт втрат пуско-регулюючої апаратури	1,1	1
Термін служби год	10 000	10 000



Споживання електричної енергії старими ЛЛ лампами складає:

$$W_{\text{лд}} = N_{\text{лл}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot P_{\text{лл}} \cdot T_p = 733 \cdot 1,1 \cdot 0,04 \cdot 3650 = 117719,8 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Споживання електричної енергії новими LED лампами складає:

$$W_{\text{LED}} = N_{\text{LED}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot P_{\text{LED}} \cdot T_p = 733 \cdot 1 \cdot 0,028 \cdot 3650 = 74912,6 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Економія електричної енергії буде складати:

$$\Delta W = W_{\text{лл}} - W_{\text{LED}} = 117719,8 - 74912,6 = 42807,2 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

$$\Delta E = \Delta W \cdot C_{\text{ел.ен.}} = 42807,2 \cdot 3,45 = 147684,84 \text{ грн}$$

Вартість однієї LED лампи складає 125 гривень, їх потрібно 733 штуки, отже загальна вартість ламп складатиме 91625 грн. Вартість робіт заміни буде складати 20000 грн, доставка безкоштовна. Загальні капітальні витрати(КВ) складуть 111625 грн.

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{КВ}{\Delta E} = \frac{111625}{147684,84} = 0,755 \text{ роки}$$

## 2.9.2 Встановлення частотних перетворювачів

Аспіратори є найсуттєвішими споживачами електричної енергії, двигуни аспіраторів знаходяться нормальному стані, регулювання відсутнє. Аспіратор весь час працює на максимальну продуктивність 13,4 тис. м³/год, хоча необхідна продуктивність складає 11 тис. м³/год(поливину часу). Тому пропонується встановити частотне регулювання приводу аспіратора.

Визначимо споживання аспіраторів до впровадження заходу:

$$W_{\text{асп}} = N_{\text{асп}} \cdot K_{\text{в}} \cdot P_{\text{асп}} \cdot T_p = 17 \cdot 0,6 \cdot 37 \cdot 816 = 307958,4 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Для визначення економії знайдемо потужність яку буде споживати аспіратор при роботі з пониженою продуктивністю. Залежність потужності при різних видах регулювання має вид (рисунок 2.7):

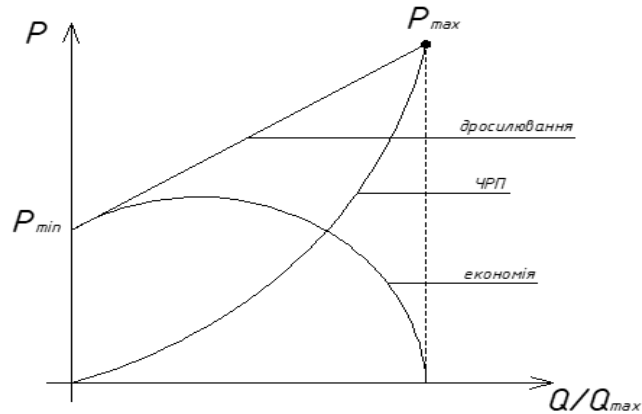


Рисунок 2.7 –Залежність потужності від продуктивності аспіратора

Відповідно залежність можна записати наступним чином:

$$P_{\text{чрп}} = P_{\text{макс}} \cdot \left( \frac{Q}{Q_{\text{макс}}} \right)^3 \quad (2.18)$$

Визначимо потужність аспіратора, при частотному регулюванні:

$$P_{\text{чрп}} = 37 \cdot \left( \frac{11}{13,4} \right)^3 = 20,467 \text{ кВт}$$

Така продуктивність необхідна не завжди, а лише половину часу роботи вентилятора, споживання енергії з урахуванням частотного регулювання буде складати:

$$W_{\text{чрп}} = N_{\text{асп}} \cdot K_{\text{в}} \cdot P_{\text{чрп}} \cdot T_{\text{р}} = 17 \cdot 0,6 \cdot 20,467 \cdot 816 = 170350,934 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія електричної енергії складе:

$$\Delta W = W_{\text{асп}} - W_{\text{чрп}} = 307958,4 - 170350,934 = 137632,43 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Грошова економія складатиме:

$$\Delta E = \Delta W \cdot C_{\text{ел.ен.}} = 137632,435 \cdot 3,45 = 474831,9 \text{ грн/рік}$$

Для реалізації заходу знадобиться закупити 17 частотних перетворювачів вартістю 30352,5 грн кожен. Вартість доставки та установки орієнтовно буде складати 100000 грн. Капітальні витрати складуть(КВ) – 615992,5 грн.

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{КВ}}{\Delta E} = \frac{615992,5}{474831,9} = 1,3 \text{ роки}$$

### 2.9.3 Компенсация реактивной мощности

Пристрої для компенсації реактивної потужності на підприємстві відсутні, а значення коефіцієнта реактивного навантаження як було розраховано в пункті 2.6 не забезпечується, доцільним буде встановити конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності. Реалізація даного заходу суттєво зменшить рахунки заводу за електроенергію. Значення реактивної потужності яку необхідно компенсувати для кожного трансформатора наведені в підрозділі 2.5, згідно цих значень оберемо конденсаторну установку для кожного трансформатора, їх параметри занесемо до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Реактивна потужність після компенсації

Трансформатор	Потужність яку необхідно компенсувати, кВАр	Назва установки	Набір батарей	Потужність після компенсації, кВАр
T-1 ТМ-630	374,125	KPM «БЕГ» 0,4 362,5/12,5кВАр	6*50+25+12,5+12,5	1,94
T-2 ТМ-630	331,596	KPM «БЕГ» 0,4 320/5 кВАр	5*50+25+20+10+10+5	11,596

Обрані конденсаторні установки мають певний набір батарей які дозволяють регулювати значення потужності згідно графіка реактивного навантаження для кожного трансформатора. Необхідно розробити закон регулювання реактивної потужності.

Згідно договору про постачання електричної енергії, підприємство сплачує тариф за перетоки реактивної потужності, а саме 0,19 грн/кВАр\*год.

Розрахуємо споживання реактивної енергії, за допомогою графіків навантаження трансформаторів, за формулою:

$$W^{\text{реакт}} = 365 \cdot \sum_{i=1}^n Q \cdot \Delta t \quad (2.19)$$

Розрахуємо значення споживання в рік на прикладі першого трансформатора ТМ-630:

$$W_{\text{ТМ-630}}^{\text{реакт}}(1) = 365 \cdot (74,825 \cdot 1 + \dots + 187,063 \cdot 1) = 1638670 \text{ кВАр} \cdot \text{год}$$

Аналогічний розрахунок виконаємо для другого трансформатора, результати розрахунку занесемо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Споживання реактивної енергії

Трансформатор	Споживання реактивної потужності, кВАр*год
Т-1 ТМГ-1600	1638670
Т-2 ТМГ-1600	1730767
Всього	3369437

Приймаємо, що після встановлення конденсаторних установок споживання реактивної потужності буде дорівнювати 0 кВАр · год , економія в такому випадку складатиме:

$$\Delta E = \sum W_{\text{реакт}} \cdot C_{\text{ел.ен.}} = 3369437 \cdot 0,19 = 640193,03 \text{ грн/рік}$$

Вартість конденсаторних установок занесемо до таблиці 2.11, підключення установок буде виконуватись силами фахівців підприємства. Орієнтовна вартість 10 тис. грн у вигляді надбавки до заробітної плати, доставка буде коштувати 2 тис. грн.

Таблиця 2.11 – Вартість конденсаторних установок та їх встановлення

Назва установки	Вартість, грн
КРМ «ВЕГ» 0,4 362,5/12,5кВАр	80000
КРМ «ВЕГ» 0,4 320/5 кВАр	70000
Роботи по встановленню	10000
Доставка	2000
Капітальні витрати	162000

Капітальні витрати(КВ) складають 162000 грн. Термін експлуатації конденсаторних установок складає 30 років. Як експлуатаційні витрати(ЕВ) приймемо витрати на амортизацію, що при часі життя проекту 30 років будуть 3,33%, в гривнях це складе:

$$ЕВ = КВ \cdot \frac{3,33}{100} \quad (2.20)$$

В формулу (2.20) підставимо і отримаємо:

$$ЕВ = 162000 \cdot \frac{3,33}{100} = 5394,6 \text{ грн}$$

Грошовий потік(ГП) визначимо за формулою:

$$ГП_n = \Delta E_n - (КВ_n + ЕВ_n) \quad (2.21)$$

Де n – відповідний рік життя;

Підставимо значення в формулу (2.21), та отримаємо:

$$ГП_0 = 0 - 162000 = -162000 \text{ грн}$$

Грошовий потік КУСУМ визначимо за формулою:

$$ГП_n \text{ КУСУМ} = ГП_n + ГП_{n-1} \quad (2.22)$$

Підставивши в формулу (2.22), отримаємо:

$$ГП_0 \text{ КУСУМ} = -162000 + 0 = -16200 \text{ грн}$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{КВ}{\Delta E} = \frac{162000}{640193,03} = 0,253 \text{ року}$$

Аналогічно розрахуємо економічні показники для Економічні показники занесемо до таблиці 2.12

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		37

Таблиця 2.12 – Економічні показники

n	Капітальні витрати, грн	Щорічні експлуатаційні витрати, грн	Економія, грн	Грошовий потік, грн	Грошовий потік КУСУМ, грн
0	162000	0	0	-162000	-162000
1	0	5394,6	640193,03	634798,43	472798,43
2	0	5394,6	640193,03	634798,43	1107596,86
3	0	5394,6	640193,03	634798,43	1742395,29
4	0	5394,6	640193,03	634798,43	2377193,72
5	0	5394,6	640193,03	634798,43	3011992,15
6	0	5394,6	640193,03	634798,43	3646790,58
7	0	5394,6	640193,03	634798,43	4281589,01
8	0	5394,6	640193,03	634798,43	4916387,44
9	0	5394,6	640193,03	634798,43	5551185,87
10	0	5394,6	640193,03	634798,43	6185984,3
11	0	5394,6	640193,03	634798,43	6820782,73
12	0	5394,6	640193,03	634798,43	7455581,16
13	0	5394,6	640193,03	634798,43	8090379,59
14	0	5394,6	640193,03	634798,43	8725178,02
15	0	5394,6	640193,03	634798,43	9359976,45
16	0	5394,6	640193,03	634798,43	9994774,88
17	0	5394,6	640193,03	634798,43	10629573,31
18	0	5394,6	640193,03	634798,43	11264371,74
19	0	5394,6	640193,03	634798,43	11899170,17
20	0	5394,6	640193,03	634798,43	12533968,6
21	0	5394,6	640193,03	634798,43	13168767,03
22	0	5394,6	640193,03	634798,43	13803565,46
23	0	5394,6	640193,03	634798,43	14438363,89
24	0	5394,6	640193,03	634798,43	15073162,32
25	0	5394,6	640193,03	634798,43	15707960,75
26	0	5394,6	640193,03	634798,43	16342759,18
27	0	5394,6	640193,03	634798,43	16977557,61
28	0	5394,6	640193,03	634798,43	17612356,04
29	0	5394,6	640193,03	634798,43	18247154,47
30	0	5394,6	640193,03	634798,43	18881952,9

Проведемо розрахунок дисконтованих економічних показників. Коефіцієнт дисконту розраховується за формулою:

$$R_n = \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{r_1}{100}\right)\right)^n} \quad (2.23)$$

де  $r_1$  – ставка дисконту (<https://bank.gov.ua/>), %;

$n$  – відповідний рік життя проекту;

Дисконтований грошовий потік визначено за формулою:

$$\Gamma\Pi_{n \text{ дисконт}} = R \cdot \Gamma\Pi_n \quad (2.24)$$

Дисконтований грошовий потік КУСУМ визначається аналогічно до звичайного. Підставимо значення у формули (2.23) та (2.24), отримаємо:

$$R_0 = \frac{1}{(1 + (\frac{7,5}{100}))^0} = 1$$

$$\Gamma\Pi_{0 \text{ дисконт}} = 1 \cdot (-162000) = -162000 \text{ грн}$$

До таблиці 2.13 занесемо розраховані економічні показники.

Таблиця 2.13 – Дисконтовані економічні показники

n	Коеф дисконту	Дисконтований грошовий потік	Дисконтований грошовий потік КУСУМ
0	1	-162000	-162000
1	0,930	590510,167	428510,167
2	0,865	549311,784	977821,951
3	0,805	510987,706	1488809,657
4	0,749	475337,401	1964147,058
5	0,697	442174,326	2406321,384
6	0,648	411324,955	2817646,338
7	0,603	382627,865	3200274,203
8	0,561	355932,897	3556207,101
9	0,522	331100,370	3887307,470
10	0,485	308000,344	4195307,814
11	0,451	286511,948	4481819,762
12	0,420	266522,742	4748342,504
13	0,391	247928,132	4996270,637
14	0,363	230630,821	5226901,457
15	0,338	214540,298	5441441,756
16	0,314	199572,371	5641014,126
17	0,292	185648,717	5826662,843
18	0,272	172696,481	5999359,324
19	0,253	160647,889	6160007,213
20	0,235	149439,897	6309447,109
21	0,219	139013,857	6448460,967
22	0,204	129315,216	6577776,183
23	0,189	120293,224	6698069,408
24	0,176	111900,674	6809970,082

## Продовження таблиці 2.22

25	0,164	104093,650	6914063,732
26	0,153	96831,302	7010895,034
27	0,142	90075,630	7100970,664
28	0,132	83791,284	7184761,948
29	0,123	77945,380	7262707,329
30	0,114	72507,331	7335214,659

Чиста приведена вартість(збиток або прибуток після реалізації проєкту з урахуванням знецінення грошей у часті), визначається за формулою:

$$NPV = \sum ГП_i_{\text{дисконт}} \quad (2.25)$$

Підставивши значення у формулу (2.25) отримаємо:

$$NPV = -162000 + 72507,331 = 7335214,659 \text{ грн}$$

Для розрахунку внутрішньої норми рентабельності IRR, задамося такою ставкою дисконту, при якій NPV буде від'ємним. Такою ставкою буде  $r_2 = 400\%$ . Розрахунки занесемо до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Економічні показники для визначення IRR

n	Коеф дисконту при $r_2=400\%$	ГП, при $r_2=400\%$ , грн	ГП <sub>КУСУМ</sub> , грн
0	1	-162000	-162000
1	0,2	126959,686	-35040,314
2	0,04	25391,937	-9648,377
3	0,008	5078,387	-4569,989
4	0,0016	1015,677	-3554,312
5	0,00032	203,135	-3351,176
6	0,000064	40,627	-3310,549
7	0,0000128	8,125	-3302,424
8	0,00000256	1,625	-3300,799
9	0,000000512	0,325	-3300,474
10	1,024E-07	0,065	-3300,409
11	2,048E-08	0,013	-3300,396
12	4,096E-09	0,003	-3300,393
13	8,192E-10	0,001	-3300,393
14	1,6384E-10	0,000	-3300,393
15	3,2768E-11	0,000	-3300,393
16	6,5536E-12	0,000	-3300,393
17	1,31072E-12	0,000	-3300,393



## Продовження таблиці 2.23

18	2,62144E-13	0,000	-3300,393
19	5,24288E-14	0,000	-3300,393
20	1,04858E-14	0,000	-3300,393
21	2,09715E-15	0,000	-3300,393
22	4,1943E-16	0,000	-3300,393
23	8,38861E-17	0,000	-3300,392
24	1,67772E-17	0,000	-3300,392
25	3,35544E-18	0,000	-3300,392
26	6,71089E-19	0,000	-3300,392
27	1,34218E-19	0,000	-3300,392
28	2,68435E-20	0,000	-3300,392
29	5,36871E-21	0,000	-3300,392
30	1,07374E-21	0,000	-3300,392

Знайдемо IRR за формулою:

$$IRR = r_1 + NPV \cdot \frac{r_2 - r_1}{NPV - NPV_{IRR}} \quad (2.26)$$

де  $NPV_{IRR}$  – чиста приведена вартість при ставці дисконту  $r_2$ , грн;

За формулою (2.26) IRR буде дорівнювати:

$$IRR = 7,5 + 7335214,659 \cdot \frac{400 - 7,5}{7335214,659 + 330,392} = 399,82 \%$$

Висновки до розділу:

В розділі був проведений аналіз системи розподілу та постачання електричної енергії. Суттєвими споживачами електроенергії є: аспіратори, шнеки та інше технологічне обладнання. Варто зазначити, що наявні дуже суттєві втрати електричної енергії в трансформаторах та кабельних лініях низької напруги, це пов'язано з високим коефіцієнтом завантаженості трансформаторів. Як заходи з енергозбереження було запропоновано: заміна ламп внутрішнього освітлення, встановлення частотного регулювання аспіраторів та установка конденсаторних батарей для компенсації реактивної потужності. Дані заходи дозволять вирішити проблеми підприємства, а саме: суттєво знизити споживання енергії освітленням та аспіраторами, усунути плату за перетоки реактивної потужності та зменшити завантаженість трансформаторів за рахунок компенсації реактивної потужності. Реалізувавши всі запропоновані заходи підприємство зможе зекономити 692709,77 грн на рік.

## 3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

### 3.1 . Схеми паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз

Підприємство забезпечується теплом на опалення, гаряче водопостачання та технологічні процеси з власної котельні, де встановлені 2 котли ТВГ-8М (рисунок 3.1). В таблицю 3.1 занесемо параметри котлів та витрату умовного палива на виробництво теплової енергії.

Таблиця 3.1 – Параметри котлів

№	Назва параметри	Одиниця вимірювання	Величина	
			Котел № 1	Котел № 2
1	Середнє значення ККД брутто	%	91,6	90,23
2	Витрата палива на власні потреби котельної	$\frac{\text{кг. у. т.}}{\text{Гкал}}$	1,56	1,58
3	Питома витрата палива, що виробляється котельною	$\frac{\text{кг. у. т.}}{\text{Гкал}}$	155,9	158,28
4	Частка власних потреб котельної від питомої витрати	%	1,0	0,998
5	ККД котельної без урахування тепла на власні потреби	%	90,68	89,33
6	Норма витрати умовного палива на одиницю виробленого тепла	$\frac{\text{кг. у. т.}}{\text{Гкал}}$	157,5	159,8



Рисунок 3.1 – Котел ТВГ-8М

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті			Літ	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Варич С.О									
Перевір.		Виноградов В.О.								42	91
Реценз.								ІЕЕ, гр. ОН-71			
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.									
Затвер.											

### 3.2 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії

Теплова енергія на підприємстві витрачається на опалення та гаряче водопостачання. Споживачі пари відсутні.

### 3.3 Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту (будівлі, цеху)

Виконаємо повірочний розрахунок теплового навантаження для адміністративно-побутового корпусу. По перше визначимо термічний опір( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт огорожувальних конструкцій за формулою:

$$R_j = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.1)$$

де  $\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  – коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої сторони будівлі;

$\alpha_3 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі, для

підлоги він складає  $17 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ , згідно із [3];

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності  $i$ -го шару конструкції,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ ;

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

Занесемо до таблиці 3.2 склад огорожувальних конструкцій(ОК) корпусу та запишемо їх коефіцієнти теплопередачі.

Таблиця 3.2 – Склад ОК адміністративно-побутового корпусу

Приміщення	ОК	Шар	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/м · К
Адміністративний корпус	ЗС	Розчин цементно-піщаний	0,008	0,81
		Цегла з керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,24	0,52
		Штукатурка	0,007	0,21
	Дах	З/б плити	0,15	1,55
		Керамзит	0,07	0,075
		Стяжка	0,05	0,58
	Підлога	Бетон	0,2	1,3
		Керамзит	0,07	0,075
		Ц-м розчин	0,03	0,35
		Плитка	0,01	0,64

Розрахуємо термічний опір для кожної з огорожувальних конструкцій корпусу, за формулою (3.1).

Опір зовнішніх стін:

$$R_{\text{зс}} = \frac{1}{23} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,24}{0,52} + \frac{0,007}{0,21} + \frac{1}{8,7} = 0,663 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Опір даху:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{23} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{1}{8,7} = 1,274 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Опір підлоги:

$$R_{\text{підлога}} = \frac{1}{17} + \frac{0,3}{1,3} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,03}{0,35} + \frac{0,01}{0,64} + \frac{1}{8,7} = 1,439 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Всі вікна в корпусі дерев'яні їх термічний опір складає  $0,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ , всі двері будівлі дерев'яні з термічним опором  $0,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ . Порівняємо значення термічних опорів конструкцій з нормативними [8]. Згідно стандарту мінімальні опори для І-ї температурної зони становлять:

- зовнішні стіни –  $3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
- світлопрозорі огорожувальні конструкції –  $0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
- суміщені покриття –  $5,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
- горищні перекриття та перекриття неопалюваних горищ  $4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
- перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами –  $3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
- вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків –  $0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

Значення опору жодної конструкції не відповідає нормативному значенню. Далі визначи коефіцієнт теплопровідності  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , для кожної конструкції, за формулою (3.2):

$$K_j = \frac{l}{R_j} \quad (3.2)$$

За формулою 3.2 визначимо коефіцієнт теплопровідності:

Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін:

$$K_{зс} = \frac{1}{0,663} = 1,507 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі даху:

$$K_{дах} = \frac{1}{1,274} = 0,784 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги:

$$K_{підлога} = \frac{1}{1,439} = 0,694 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі вікон:

$$K_{вікна \text{ м-п}} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт теплопередачі дверей:

$$K_{двері} = \frac{1}{0,18} = 5,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Втрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції будівель підприємства визначаються за формулою:

$$Q = F \cdot K \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{п.о.}}) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n, \quad (3.3)$$

де  $F$  – площа огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$ ;

$K$  – коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$t_{\text{вн}}$  – температура всередині приміщення,  $t_{\text{вн}} = 18^\circ \text{C}$ ;

$t_{p.o.}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки,  $t_{вн} = -25^{\circ}C$  для першої температурної зони, в якій знаходиться місто Суми [8];

$\Sigma\beta$  – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат [1];

$n$  – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [8].

Для визначення втрат теплоти необхідно знати площу та орієнтацію відповідних конструкцій, ці дані занесемо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Прощі ОК адміністративно-побудового корпусу

Приміщення	ОК	Орієнтація	Площа, кв.м	К, Вт/кв.м · К	$n$	$1 + \Sigma\beta$
Адміністративний корпус	ЗС	Сх	80	1,508	1	1,1
		Зх	80	1,508	1	1,05
		Пн	40	1,508	1	1,1
		Пд	40	1,508	1	1
	Вікна	Сх	8,64	2,500	1	1,1
		Зх	8,64	2,500	1	1,05
	Дах		128	0,784	0,9	1
	Підлога		128	0,695	0,4	1
	Двері	Сх	4	5,560	1	1,1
		Зх	4	5,560	1	1,05

В таблиці також наведено значення коефіцієнта додаткових втрат, воно було визначено згідно діаграми, що наведено на рисунку 3.2.

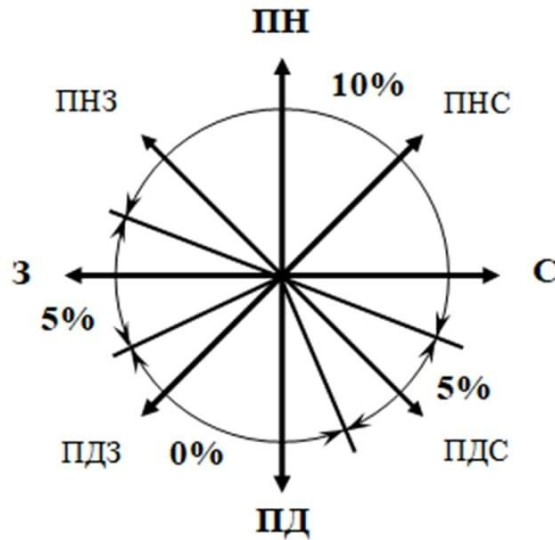


Рисунок 3.2 – Діаграма додаткових втрат

За формулою 3.3 визначимо тепловтрати кожної огорожувальної конструкції:

Тепловтрати з ЗС:

$$Q_{ЗС\ Сх} = 1,508 \cdot 80 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 5705,935 \text{ Вт}$$

$$Q_{ЗС\ Зх} = 1,508 \cdot 80 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,05 = 5446,574 \text{ Вт}$$

$$Q_{ЗС\ Пнх} = 1,508 \cdot 40 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 2852,967 \text{ Вт}$$

$$Q_{ЗС\ Пд} = 1,508 \cdot 40 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1 = 2593,606 \text{ Вт}$$

Тепловтрати в вікнах дерев'яних вікнах:

$$Q_{\text{вікна}\ Сх} = 2,5 \cdot 8,64 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 1021,68 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вікна}\ Зх} = 2,2 \cdot 8,64 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,05 = 975,24 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу:

$$Q_{\text{підлога}} = 0,695 \cdot 128 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 0,4 = 1529,73 \text{ Вт}$$



Тепловтрати через дах:

$$Q_{\text{дах}} = 0,784 \cdot 128 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 0,9 = 3885,983 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через двері:

$$Q_{\text{двері Сх}} = 5,56 \cdot 4 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 1051,952 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{двері Зх}} = 5,56 \cdot 4 \cdot (18 - (-21)) \cdot 1 \cdot 1,05 = 1004,136 \text{ Вт}$$

Втрати теплоти на вентиляцію визначаються за формулою:

$$Q_{\text{вент}} = 0,337 \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}) \cdot n \quad (3.4)$$

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

$n$  – кратність повітрообміну,  $\text{год}^{-1}$ .

Втрати теплоти на вентиляцію приміщення розрахуємо за формулою 3.4:

$$Q_{\text{вент}} = 0,337 \cdot 640 \cdot (18 + 25) \cdot 1 = 9274,24 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати адміністративного корпусу:

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_{\text{ОК}} + Q_{\text{вент}} = 5705,935 + \dots + 9274,24 = 35342,045 = 35,342 \text{ кВт}$$

При розрахунку теплового навантаження на систему опалення необхідно враховувати теплові надходження  $Q_{\text{над}}$  в приміщення, які залежать від його призначення, місця розташування, кількості людей та сумарної потужності працюючого обладнання і визначаються за формулою [6]:

$$Q_{\text{над}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{сл}} + Q_{\text{п}} \quad (3.5)$$

де теплові надходження:  $Q_{\text{л}}$  - від людей;  $Q_{\text{осв}}$  - від освітлювальних приладів;  $Q_{\text{сл}}$  - від сонячної радіації крізь скління;  $Q_{\text{п}}$  - від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі.

Теплонадходження від людей – це теплота, яка надходить в приміщення у вигляді явної  $q_{\text{я}}$  (суха тепловіддача тіла) і прихованої  $q_{\text{п}}$  теплоти (випаровуванням з поверхні шкіри і вологою, що видихається разом з повітрям).

Для встановлення розрахункового теплового навантаження системи опалення враховується тільки явна теплота, оскільки лише вона підвищує температуру приміщення. Кількість явних тепловиділень, що припадає на одну людину, залежить від характеру виконуваної роботи і від метеорологічних параметрів навколишнього повітря.

Надходження теплоти від людей  $Q_{\text{л}}$  визначається за формулою, Вт:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q_{\text{я}} \quad (3.6)$$

де  $q_{\text{я}}$  – питома кількість явної теплоти, що виділяється однією людиною (таблиця 3.4), Вт/люд.;

$n$  – кількість людей, які одночасно знаходяться в приміщенні.

Зробимо примітку, що жінки виділяють 85% теплоти та вологи, а діти 75% теплоти та вологи, які виділяють чоловіки.

Надходження теплоти від людей становить, вважаємо, що в адміністративному корпусі легка робота:

$$Q_{\text{л}} = 23 \cdot 108 + 9 \cdot 0,85 \cdot 108 = 3310,2 \text{ Вт}$$

Таблиця 3.4 – Теплота (Вт) та волога (г/год), які виділяються дорослим чоловіком:

Показники	Температура повітря в приміщенні, °С					
	10	15	20	25	30	35
В стані спокою						
Теплота:						
явна	140	116	87	58	41	12
прихована	23	29	29	35	52	81
повна	163	145	116	93	93	93
Волога	30	40	40	50	75	115
При легкій роботі						
Теплота:						
явна	151	122	99	64	41	6
прихована	29	35	52	81	104	139
повна	180	157	151	145	145	145
Волога	40	55	75	115	150	200

Теплонадходження від освітлювальних приладів визначаються за формулою 3.7, Вт:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot k_{\text{в.осв}} \quad (3.7)$$

де  $N_{\text{осв}}$  – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт;

$k_{\text{осв}}$  – коефіцієнт показує, яка частина електроенергії переходить в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні;

$k_{\text{в.осв}}$  – коефіцієнт використання світильників.

У ліцеї освітлення здійснюється переважно люмінесцентними лампами, теплові надходження від яких за формулою 3.7 становлять:

$$Q_{\text{осв}} = 2800 \cdot 1,1 \cdot 0,6 = 1900,8 \text{ Вт}$$

Теплота від сонячної радіації поступає в приміщення крізь світлові отвори зовнішніх огорож (вікна, ліхтарі)  $Q_{\text{сл}}$ , а також крізь зовнішні стіни і плоскі покрівлі  $Q_{\text{п}}$ . Теплонадходження від сонячної радіації крізь стіни незначні і їх можна не враховувати.

Кількість теплоти, внесеної до приміщення сонячною радіацією, залежить від географічної широти місця будівництва, пори року, орієнтації огорож за сторонами світу, матеріалів зовнішньої огорожі та ін.

Теплові надходження крізь вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду визначаються за формулою 3.8:

$$Q_c = \xi_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} (F_{\text{пн}} \cdot I_{\text{пн}} + F_{\text{с}} \cdot I_{\text{с}} + F_{\text{пд}} \cdot I_{\text{пд}} + F_{\text{з}} \cdot I_{\text{з}}) + \xi_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} \cdot F_{\text{пдд}} \cdot I_{\text{пдд}}, \quad (3.8)$$

де  $\xi_{\text{в}}$ ,  $\xi_{\text{зл}}$  – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення;

$I_{\text{пн}}$ ,  $I_{\text{с}}$ ,  $I_{\text{пд}}$ ,  $I_{\text{з}}$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період (таблиця 3.5), що поступає на вертикальні поверхні, при дійсних умовах хмарності, відповідно орієнтовані за чотирма фасадами будинку;

$I_{\text{г}}$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період на горизонтальну поверхню при дійсних умовах хмарності;

$\varepsilon_{\text{в}}$ ,  $\varepsilon_{\text{зл}}$  – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації відповідно для світлопропускаючих заповнень вікон і zenітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій; мансардні вікна з кутом нахилу заповнень до горизонту  $45^\circ$  і більше варто вважати як вертикальні вікна, з кутом нахилу менш  $45^\circ$  – як zenітні ліхтарі;

$F_{\text{пн}}$ ,  $F_{\text{с}}$ ,  $F_{\text{пд}}$ ,  $F_{\text{з}}$  – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{зл}}$  – площа світлових прорізів zenітних ліхтарів будинку,  $\text{м}^2$ .

Для того щоб визначити потужність теплонадходжень від сонячного випромінювання, розділимо отриману енергію на тривалість опалювального періоду ( $187 \cdot 24$  год). Тоді теплонадходження від сонячної радіації для адміністративно-побутового корпусу становитимуть:

$$Q_{\text{осв}} = \frac{0,75 \cdot 0,65 (8,64 \cdot 145 + 8,64 \cdot 145) \cdot 10^3}{4488} = 272,165 \text{ Вт}$$

Таблиця 3.5 – Середня величина сонячної радіації, кВт·год /м<sup>2</sup>

Характеристи ка скляної поверхні	Орієнтація поверхні															
	Південь				Південний схід Південний захід				Схід Захід				Північний схід Північний захід			
	Градуси географічної широти															
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
	Вікна з подвійним склінням (дві рами):															
з дерев'яними рамами	128	145	145	169	99	128	145	169	145	145	170	170	76	76	76	70
з металевими рамами	163	186	186	210	128	163	186	210	186	186	210	210	93	93	93	93

Теплонадходження від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі визначають за формулою:

$$Q_{\Pi} = F_{\Pi} \cdot q_{\Pi} \cdot \frac{1}{R_{\Pi}^{\text{пот}}} \quad (3.9)$$

де  $F_{\Pi}$  – площа покрівлі, м<sup>2</sup>;

$q_{\Pi}$  – середня величина сонячної радіації на 1 м<sup>2</sup> покрівлі, Вт /м<sup>2</sup> (таблиця 3.8);

$R_{\Pi}^{\text{пот}}$  – безрозмірний коефіцієнт, чисельно рівний опору теплопередачі покриття.

Таблиця 3.6 – Кількість сонячної радіації  $q_{\text{п}}$ , Вт /м<sup>2</sup>

Характеристика покриття	Градуси географічної широти	$q_{\text{п}}$
Плоске (без горища)	35	23
	45	21
	55	17,5
	65	13
З горищем	Для усіх широт	5,8

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{\text{п}} = 128 \cdot 5,8 \cdot \frac{1}{1,274} = 582,731 \text{ Вт}$$

Тоді сумарні теплові надходження в ліцеї становитимуть:

$$Q_{\text{над}} = 3310,2 + 1900,8 + 272,165 + 582,731 = 6065,986 \text{ Вт}$$

Розрахункова теплова потужність:

$$Q = Q_{\Sigma} - Q_{\text{над}} = 35342,04 - 6065,896 = 29276,144 \text{ Вт}$$

#### 3.4 Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі об'єкту

Стан огорожувальних конструкцій будівель підприємства незадовільний. Зовнішній огляд будівель не показав суттєвих тріщин чи інших пошкоджень огорожувальних конструкцій. Так як стіни в нормальному стані можна виконувати теплову ізоляцію, для зменшення втрат теплоти та навантаження на систему опалення. Як приклад можна привести адміністративник корпус, занесемо в таблицю 3.7 термінчі опори огорожувальних конструкцій корпусу, на мінімальне значення.

Таблиця 3.7 – Термічні опори

Назва ОК	$R$ , кв.м·к/Вт	$R_{\min}$ , кв.м·к/Вт	Відношення $R_{\min}$ до $R$
Зовнішні стіни	0,663	3,3	4,977
Вікна	0,400	0,75	1,875
Дах	1,274	5,35	4,2
Підлога	1,439	3,75	2,6
Двері	0,180	0,6	3,33

Бачимо, що огорожувальні конструкції мають термічний опір суттєво менший за мінімально допустимий, отже будівля потребує утеплення.

### 3.5 Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту

На підприємстві теплові мережі представлені трубопроводами, по яким циркулює гаряча вода та пара на технологічні потреби. Загальна довжина трубопроводів складає 250 м, вони виконані зовнішнім діаметром 0,06 м, утеплені базальтовими циліндрами товщиною 0,03 м. Трубопроводи прочищалися минулого року. В цілому стан розподільних тепломереж можна оцінити як задовільний.

### 3.6 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі

Виконаємо тепловий баланс по втратах теплової енергії, для цього в таблицю 3.8 занесемо втрати теплоти з кожної огорожувальної конструкції адміністративно-побудового корпусу, на рисунку 3.Х наведено діаграму втрат.

Таблиця 3.8 – Значення втрат

Огороджувальна конструкція	Втрати, Вт
Зовнішні стіни	16599,084
Вікна	1996,920
Дах	3885,983
Підлога	1529,730
Двері	2056,088

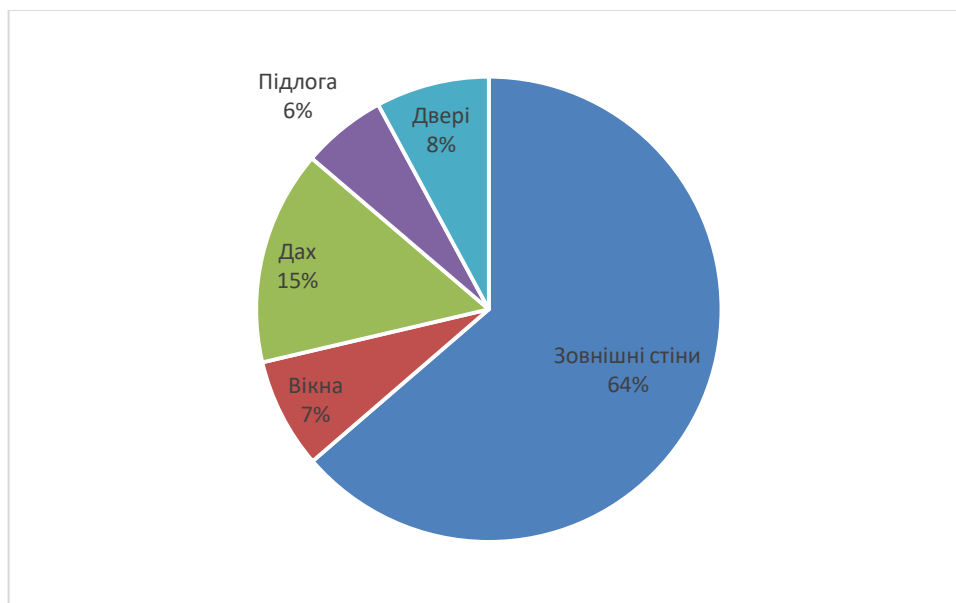


Рисунок 3.3 – Тепловий баланс

Як бачимо з рисунку 3.3 найбільше теплоти адміністративний корпус втрачає через зовнішні стіни. Такі втрати пов'язані з тим, що стіни мають найбільшу площу, та дуже низький термічний опір.

3.7 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії (ЦТП, ІТП, власна котельня тощо)

Джерелом теплової енергії на заводі є власна котельня, на якій встановлено 2 водогрійні котли ТВГ-8М, їх параметри наведені в таблиці 3.1. Котлам по 15 років, вони добре доглядаються, капітальні та поточні ремонти робляться відповідно до норм експлуатації котлів. Манометри та термометри справні,



запірна арматура повністю та щільно закривається. Сучасні водогрійні котли мають ККД в діапазоні від 92 % до 95 %, котли підприємства мають ККД 91,6 % та 90,23 %, відповідно. Заміна обладнання на нове недоцільна.

### 3.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті

Система обліку та моніторингу споживання теплової енергії на підприємстві представлена лічильниками газу. Присутній окремий облік на кожен водогрійний котел, що дозволяє оцінити ефективність їх роботи.

3.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії (Короткий опис поточного стану (проблеми), обґрунтований вибір оптимального типового проектного рішення, опис суті заходу, розрахунок енергетичного та економічного ефекту від реалізації заходу, розрахунок витрат на реалізацію заходу, визначення простого терміну окупності)

#### 3.9.1 Утеплення стін

Як зрозуміло з балансу найбільша кількість тепла втрачається через зовнішні стіни, тому доцільним буде утеплити стіни. Для І-ї температурної зони мінімальний термічний опір складає 3.3 кв.м·К/Вт, на разі значення опору стін складає 0,663 кв.м·К/Вт. Як утеплювач оберемо мінеральну вату з коефіцієнтом теплопровідності 0,034 Вт/м·К, розрахуємо необхідну товщину утеплювача, з формули (3.1):

$$\delta_{i3} = \left[ R_{\min} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зв}}} \right) \right] \cdot \lambda_{i3};$$

$$\delta_{i3} = \left[ 3,3 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,24}{0,52} + \frac{0,007}{0,21} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,034 = 0,089 \text{ м}$$

Найближча стандартна товщина мінеральної вати складає 0,1 м. Новий термічний опір розрахуємо за формулою (3.1):

$$R_{\text{зс}}^{\text{ут}} = \frac{1}{23} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,24}{0,52} + \frac{0,1}{0,034} + \frac{0,007}{0,21} + \frac{1}{8,7} = 3,604 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Новий коефіцієнт теплопередачі, за формулою (3.2):

$$K_{\text{зс}}^{\text{ут}} = \frac{1}{3,604} = 0,277 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Тепловтрати після утеплення складуть, за формулою (3.3):

$$Q_{\text{зс Сх}} = 0,277 \cdot 80 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 1048,168 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{зс Зх}} = 0,277 \cdot 80 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,05 = 1000,524 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{зс Пнх}} = 0,277 \cdot 40 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1,1 = 524,084 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{зс Пд}} = 0,277 \cdot 40 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 \cdot 1 = 476,44 \text{ Вт}$$

Загальні втрати з зовнішніх стін складуть

$$Q_{\text{зс}}^{\text{ут}} = \sum Q_{\text{зс } i}^{\text{ут}} = 1048,168 + 1000,524 + 524,084 + 476,44 = 3049,216 \text{ Вт}$$

Річна економія енергії розраховується за формулою, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт):

$$\Delta Q_{\text{зс}} = Q_{\text{зс}} - Q_{\text{зс}}^{\text{ут}} = 16599,084 - 3049,216 = 13549,868 \text{ Вт}$$

$$\Delta Q_{\text{рік зс}} = \Delta Q \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{со}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}} \cdot n_0 \cdot 24 \quad (3.10)$$

де  $t_{\text{со}}$  -розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$n_0$  - розрахункова кількість днів опалювального періоду.

За формулою (3.10) річна економія, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт) складе:

$$\Delta Q_{\text{рік зс}} = 13549,868 \cdot \frac{18 + 1,4}{18 + 25} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 23,59 \text{ Гкал/рік}$$

Річна економія газу (опалення здійснюється котлом ТВГ-8М з ККД 91%, паливо – природний газ з теплотворною здатністю 8000 ккал/куб.м):

$$\Delta B = \frac{\Delta Q \cdot 10^6}{Q_H^p \cdot \eta} = \frac{23,59 \cdot 10^6}{8000 \cdot 0,91} = 3240,384 \text{ куб. м газу}$$

Економія коштів при вартості газу для підприємства Ц = 12,68 грн:

$$E = \Delta B \cdot Ц = 3240,384 \cdot 12,68 = 41088,069 \text{ грн/рік}$$

Для реалізації заходу необхідно буде закупити мінеральну вату, допоміжні матеріали та заплатити за роботу, питома вартість утеплення мінеральною ватою товщиною 100 мм (<https://kievrem.com.ua/price/uteplenie-fasadov-cena/>) складає 730 грн/кв.м.

Капітальні витрати складуть 175200 грн. Розрахуємо економічні показники для заходу, термін служби мінеральної вати складає близько 40 років, цей термін і візьмемо як час життя проекту. Витрати на амортизацію при часі життя проекту 40 років будуть складати 2,5%, експлуатаційні витрати визначимо за формулою (2.20):

$$KB = 175200 \cdot \frac{2,5}{100} = 4380 \text{ грн}$$

За формулою (2.21) визначимо грошовий потік(ГП):

$$ГП_0 = 0 - 4380 = -4380 \text{ грн}$$

Грошовий потік КУСУМ також визначимо за формулою (2.21):

$$ГП_0 \text{ кусум} = 0 - 4380 = -4380 \text{ грн}$$

Простий термін окупності, за формулою (2.23):

$$T_{\text{ок}} = \frac{175200}{41088,069} = 4,264 \text{ роки}$$

Економічні показники занесемо до таблиці 3.9.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		59

Таблиця 3.9 – Економічні показники

Час життя проекту	Капітальні витрати, грн	Щорічні експлуатаційні витрати, грн	Економія, грн	Грошовий потік, грн	Грошовий потік КУСУМ, грн
0	175200	0	0	-175200	-175200
1	0	4380	41088,069	36708,069	-138491,931
2	0	4380	41088,069	36708,069	-101783,862
3	0	4380	41088,069	36708,069	-65075,793
4	0	4380	41088,069	36708,069	-28367,724
5	0	4380	41088,069	36708,069	8340,345
6	0	4380	41088,069	36708,069	45048,414
7	0	4380	41088,069	36708,069	81756,483
8	0	4380	41088,069	36708,069	118464,552
9	0	4380	41088,069	36708,069	155172,621
10	0	4380	41088,069	36708,069	191880,69
11	0	4380	41088,069	36708,069	228588,759
12	0	4380	41088,069	36708,069	265296,828
13	0	4380	41088,069	36708,069	302004,897
14	0	4380	41088,069	36708,069	338712,966
15	0	4380	41088,069	36708,069	375421,035
16	0	4380	41088,069	36708,069	412129,104
17	0	4380	41088,069	36708,069	448837,173
18	0	4380	41088,069	36708,069	485545,242
19	0	4380	41088,069	36708,069	522253,311
20	0	4380	41088,069	36708,069	558961,38
21	0	4380	41088,069	36708,069	595669,449
22	0	4380	41088,069	36708,069	632377,518
23	0	4380	41088,069	36708,069	669085,587
24	0	4380	41088,069	36708,069	705793,656
25	0	4380	41088,069	36708,069	742501,725
26	0	4380	41088,069	36708,069	779209,794
27	0	4380	41088,069	36708,069	815917,863
28	0	4380	41088,069	36708,069	852625,932
29	0	4380	41088,069	36708,069	889334,001
30	0	4380	41088,069	36708,069	926042,07
31	0	4380	41088,069	36708,069	962750,139
32	0	4380	41088,069	36708,069	999458,208
33	0	4380	41088,069	36708,069	1036166,277
34	0	4380	41088,069	36708,069	1072874,346
35	0	4380	41088,069	36708,069	1109582,415
36	0	4380	41088,069	36708,069	1146290,484
37	0	4380	41088,069	36708,069	1182998,553
38	0	4380	41088,069	36708,069	1219706,622
39	0	4380	41088,069	36708,069	1256414,691
40	0	4380	41088,069	36708,069	1293122,76

Розрахуємо дисконтовані економічні показники, для цього за формулою (2.24) визначимо коефіцієнт дисконту та за формулою (2.25) дисконтований грошовий потік:

$$R_0 = \frac{1}{(1 + (\frac{7,5}{100}))^0} = 1$$

$$\Gamma\Pi_{0 \text{ дисконт}} = 1 \cdot (-175200) = -175200 \text{ грн}$$

До таблиці 3.10 занесемо дисконтовані економічні показники.

Таблиця 3.10 – Дисконтовані економічні показники

Час життя проекту	Коеф дисконту	Дисконтований грошовий потік	Дисконтований грошовий потік КУСУМ
0	1	-175200	-175200
1	0,930	34147,041	-141052,959
2	0,865	31764,689	-109288,270
3	0,805	29548,548	-79739,722
4	0,749	27487,022	-52252,700
5	0,697	25569,322	-26683,378
6	0,648	23785,416	-2897,962
7	0,603	22125,968	19228,007
8	0,561	20582,296	39810,303
9	0,522	19146,322	58956,625
10	0,485	17810,532	76767,157
11	0,451	16567,937	93335,094
12	0,420	15412,034	108747,129
13	0,391	14336,776	123083,905
14	0,363	13336,536	136420,441
15	0,338	12406,080	148826,521
16	0,314	11540,539	160367,060
17	0,292	10735,386	171102,446
18	0,272	9986,405	181088,851
19	0,253	9289,679	190378,530
20	0,235	8641,562	199020,092
21	0,219	8038,662	207058,755
22	0,204	7477,825	214536,580
23	0,189	6956,117	221492,697
24	0,176	6470,806	227963,503
25	0,164	6019,355	233982,858
26	0,153	5599,400	239582,257
27	0,142	5208,744	244791,001
28	0,132	4845,343	249636,345
29	0,123	4507,296	254143,641
30	0,114	4192,833	258336,474
31	0,106	3900,310	262236,784
32	0,099	3628,196	265864,980
33	0,092	3375,066	269240,045

Продовження таблиці 3.10

34	0,086	3139,596	272379,641
35	0,080	2920,554	275300,196
36	0,074	2716,795	278016,990
37	0,069	2527,251	280544,241
38	0,064	2350,931	282895,172
39	0,060	2186,913	285082,085
40	0,055	2034,337	287116,422

Чиста приведена вартість(збиток або прибуток після реалізації проєкту з урахуванням знецінення грошей у часті), визначається за формулою (2.25):

$$NPV = -175200 + 2034,337 = 287116,422 \text{ грн}$$

Для розрахунку внутрішньої норми рентабельності IRR, задамося такою ставкою дисконту, при якій NPV буде від'ємним. Такою ставкою буде  $r_2 = 400\%$ . Розрахунки занесемо до таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Економічні показники для визначення IRR

Час життя проєкту	Коеф дисконту при ставці 25%	Дисконтований грошовий потік при ставці 25%, грн	Дисконтований грошовий потік КУСУМ, грн
0	1	-175200	-175200
1	0,8	29366,4552	-145833,5448
2	0,64	23493,16416	-122340,3806
3	0,512	18794,53133	-103545,8493
4	0,4096	15035,62506	-88510,22425
5	0,32768	12028,50005	-76481,7242
6	0,262144	9622,80004	-66858,92416
7	0,2097152	7698,240032	-59160,68413
8	0,16777216	6158,592026	-53002,0921
9	0,134217728	4926,87362	-48075,21848
10	0,107374182	3941,498896	-44133,71959
11	0,085899346	3153,199117	-40980,52047
12	0,068719477	2522,559294	-38457,96117
13	0,054975581	2018,047435	-36439,91374
14	0,043980465	1614,437948	-34825,47579
15	0,035184372	1291,550358	-33533,92543
16	0,028147498	1033,240287	-32500,68515
17	0,022517998	826,5922293	-31674,09292

Продовження таблиці 3.11

18	0,018014399	661,2737835	-31012,81913
19	0,014411519	529,0190268	-30483,80011
20	0,011529215	423,2152214	-30060,58489
21	0,009223372	338,5721771	-29722,01271
22	0,007378698	270,8577417	-29451,15497
23	0,005902958	216,6861934	-29234,46877
24	0,004722366	173,3489547	-29061,11982
25	0,003777893	138,6791638	-28922,44066
26	0,003022315	110,943331	-28811,49732
27	0,002417852	88,7546648	-28722,74266
28	0,001934281	71,00373184	-28651,73893
29	0,001547425	56,80298547	-28594,93594
30	0,00123794	45,44238838	-28549,49355
31	0,000990352	36,3539107	-28513,13964
32	0,000792282	29,08312856	-28484,05651
33	0,000633825	23,26650285	-28460,79001
34	0,00050706	18,61320228	-28442,17681
35	0,000405648	14,89056182	-28427,28625
36	0,000324519	11,91244946	-28415,3738
37	0,000259615	9,529959568	-28405,84384
38	0,000207692	7,623967654	-28398,21987
39	0,000166153	6,099174123	-28392,1207
40	0,000132923	4,879339299	-28387,24136

За формулою (2.26) IRR буде дорівнювати:

$$IRR = 7,5 + 287116.442 \cdot \frac{25 - 7,5}{287116.442 + 28387.2} = 23.425 \%$$

### 3.9.2 Утеплення даху

Термічний опір даху менший за мінімально необхідний для I-ї температурної зони, він має складати 5,35 кв.м·К/Вт, а реально складає 1,274 кв.м·К/Вт. Утеплення буде проводитись матеріалами наведеними в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Матеріали для утеплення даху

Назва	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/м·К
Керамзит	0,4	0,13
Вермікулітобетон	0,2	0,1
Шар руберойду	0,003	0,17

Визначимо термічний опір з урахуванням шарів ізоляції, за формулою (3.1):

$$R_{\text{дах ут}} = \frac{1}{23} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{0,4}{0,13} + \frac{0,2}{0,1} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{1}{8,7} = 6,369 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

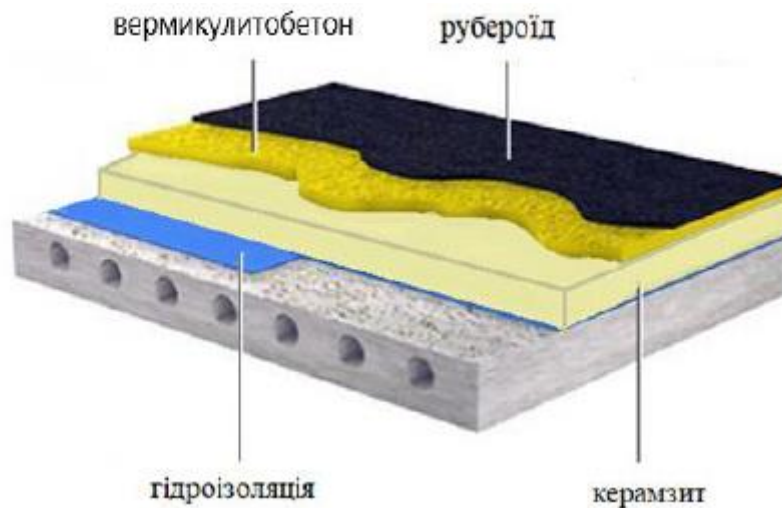


Рисунок 3.4 – Склад ізоляції для даху

Тепловтрати з горищного перекриття протягом опалювального сезону:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{рік дах}} &= \left( \frac{1}{R_{\text{дах}}} - \frac{1}{R_{\text{дах ут}}} \right) \cdot F \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{со}}) \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \\ &= \left( \frac{1}{1,274} - \frac{1}{6,369} \right) \cdot 128 \cdot (18 + 1,4) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = \\ &= 6997,905 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 4,215 \text{ Гкал} \end{aligned}$$



Річна економія газу (опалення здійснюється котлом ТВГ-8М з ККД 91%, паливо – природний газ з теплотворною здатністю 8000 ккал/куб.м):

$$\Delta B = \frac{\Delta Q \cdot 10^6}{Q_H^p \cdot \eta} = \frac{4,215 \cdot 10^6}{8000 \cdot 0,91} = 578,98 \text{ куб. м газу}$$

Економія коштів при вартості газу для підприємства Ц = 12,68 грн:

$$E = \Delta B \cdot Ц = 578,98 \cdot 12,68 = 7515,206 \text{ грн/рік}$$

Інвестиції на виконання робіт з утеплення покрівлі «під ключ» (з урахуванням демонтажних, монтажних та висотних робіт, вартості обладнання і матеріалів) 1600 грн/м<sup>2</sup>, загальні капітальні витрати складають 204800 грн

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{Кап. витр}}{E} = \frac{204800}{7515,206} = 27,25 \text{ років}$$

### 3.9.3 Заміна вікон

Вікна встановлені в адміністративно побутовому корпусі, мають термічний опір нижче за мінімальний необхідний. Нові вікна мають термічний опір  $0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ . Визначимо новий коефіцієнт теплопровідності та втрати після заміни, за формулами (3.2) та (3.3):

$$K_{\text{вікна}}^{\text{ут}} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$Q_{\text{вікна ЗХ}}^{\text{ут}} = 1,33 \cdot 8,64 \cdot (18 + 25) \cdot 1 \cdot 1,05 = 518,827 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$Q_{\text{вікна СХ}}^{\text{ут}} = 1,33 \cdot 8,64 \cdot (18 + 25) \cdot 1 \cdot 1,1 = 543,533 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Річна економія енергії розраховується за формулою, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт):

$$\Delta Q_{\text{вінка}} = Q_{\text{вікно}} - Q_{\text{вікно}}^{\text{ут}} = (1021,68 + 975,24) - (518,827 + 543,533) = 934,56 \text{ Вт}$$

За формулою (3.10) річна економія, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт) складе:

$$\Delta Q_{\text{рік вікна}} = 934,56 \cdot \frac{18 + 1,4}{18 + 25} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 1,627 \text{ Гкал/рік}$$

Річна економія газу (опалення здійснюється котлом ТВГ-8М з ККД 91%, паливо – природний газ з теплотворною здатністю 8000 ккал/куб.м):

$$\Delta B = \frac{\Delta Q \cdot 10^6}{Q_{\text{H}}^{\text{p}} \cdot \eta} = \frac{1,627 \cdot 10^6}{8000 \cdot 0,91} = 223,5 \text{ куб. м газу}$$

Економія коштів при вартості газу для підприємства Ц = 12,68 грн:

$$E = \Delta B \cdot \text{Ц} = 223,5 \cdot 12,68 = 2834,011 \text{ грн/рік}$$

Для реалізації заходу знадобиться 18 енергозберігаючих вікон 0,8 x 1,2 м, вартістю 1900 грн кожне, з урахуванням монтажу. Капітальні витрати складають 34200 грн.

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{Кап. витр}}{E} = \frac{34200}{2834,011} = 12,06 \text{ років}$$

### 3.9.4 Заміна дверей

Двері, що встановлені в адміністративно-побутовому корпусі мають дуже низький термічний опір. Заміна дверей допоможе суттєво знизити втрати,

провівши опір до мінімального значення -  $0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ . Двері пропоновані на заміну утеплені мінеральною ватою, та мають термічний опір  $1,28 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ .

$$K_{\text{дверей}}^{\text{ут}} = \frac{1}{1,28} = 0,781 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$Q_{\text{двері 3х}}^{\text{ут}} = 0,781 \cdot 4 \cdot (18 + 25) \cdot 1 \cdot 1,05 = 141,048 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

$$Q_{\text{двері Сх}}^{\text{ут}} = 0,781 \cdot 4 \cdot (18 + 25) \cdot 1 \cdot 1,1 = 147,765 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Річна економія енергії розраховується за формулою, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт):

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{двері}} &= Q_{\text{двері}} - Q_{\text{двері}}^{\text{ут}} = (1051,952 + 1004,136) - (141,048 + 147,765) \\ &= 1767,275 \text{ Вт} \end{aligned}$$

За формулою (3.10) річна економія, з урахуванням коефіцієнта перерахунку (1 ккал/год = 1,163 Вт) складе:

$$\Delta Q_{\text{рік двері}} = 1767,275 \cdot \frac{18 + 1,4}{18 + 25} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 3,076 \text{ Гкал/рік}$$

Річна економія газу (опалення здійснюється котлом ТВГ-8М з ККД 91%, паливо – природний газ з теплотворною здатністю 8000 ккал/куб.м) складає:

$$\Delta B = \frac{\Delta Q \cdot 10^6}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta} = \frac{3,076 \cdot 10^6}{8000 \cdot 0,91} = 422,648 \text{ куб. м газу}$$

Економія коштів при вартості газу для підприємства Ц = 12,68 грн:

$$E = \Delta B \cdot \text{Ц} = 422,648 \cdot 12,68 = 5359,181 \text{ грн/рік}$$

Для реалізації заходу знадобиться 4 енергозберігаючі двері загальною площею 8 кв.м, один квадратний метр таких дверей коштує 3500 грн, з урахуванням монтажу та доставки, отже капітальні витрати складуть 28000 грн

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		67

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{Кап. витр}}{E} = \frac{28000}{5359,181} = 5,224 \text{ років}$$

Висновки до розділу:

Аналіз системи теплопостачання показав, що підприємство використовує газ для підігріву води за допомогою котлів типу ТВГ-8М, для потреб опалення та гарячого водопостачання. Найбільші тепловтрати в адміністративному корпусі втрачається через зовнішні стіни. Це пов'язано з їв високим коефіцієнтом теплопередачі та великою площею відносно інших огорожувальних конструкцій. Стан огорожувальних конструкцій будівель заводу – незадовільний, вони мають високі тепловтрати, термічний опір конструкцій не відповідає вимогам стандартів. Як заходи з енергоефективності було обрано: утеплення стін, утеплення даху, заміна вікон, заміна дверей. Сумарна економія енергії становить 4465,52 куб. м газу, що в коштах складає 56796,78 грн/рік.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		68

## 4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

### 4.1 Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020

Система енергетичного менеджмент [9] – частина загальної системи управління підприємством, яка включає в себе організаційну структуру, функції управління, обов'язки та відповідальність, процедури, процеси, ресурси для формування, впровадження, досягнення цілей політики енергозбереження. СЕНМ на підприємстві практично відсутня. Енергетична політика не розроблена, показники енергоефективності не розроблені, базові рівня енергоспоживання не встановлені, відділу енергоменеджменту немає, технічний облік енергії відсутній. Якщо 0 – це дуже низький рівень відповідності стандарту, а 5 – повна відповідність стандарту, то СЕНМ заводу можна оцінити на 1

### 4.2 Визначення базового рівня споживання електроенергії

Базовий рівень енергоефективності(БРЕ) - Кількісний показник, що дає основу для порівняння рівня досягнутої енергоефективності. БРЕ побудуємо за допомогою пакету регресійного аналізу в MS Excel. Факторами, що впливають на споживання обрано середню температуру за місяць, кількість переробленого та протравленого насіння. Визначення базового рівня допоможе оцінювати ефективність роботи підприємства в цілому, але для більш детального аналізу необхідно визначити базові рівня для всіх суттєвих споживачів електроенергії. Для цього необхідно буде встановити системи комерційного обліку електроенергії та газу. Значення споживання та факторів занесемо до таблиці 4.1.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Варич С.О			Система енергетичного  менеджменту об'єкту			Лім	Аркуш	Аркушів	
Перевір.		Бориченко О.В.								69	91
Реценз.								ІЕЕ, гр. ОН-71			
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.									
Затвер.											

Таблиця 4.1 – Значення споживання та факторів впливу

Місяць	Споживання, кВт*год	Середня температура, С	Переробка насіння, ц	Протравлювання насіння, ц
Січень	950232,1	-4,5	1155,733	649,756
Лютий	1473355	0,6	1655,745	1115,861
Березень	1061093	5,1	1161,769	872,878
Квітень	1463803	10,6	1707,972	1229,355
Травень	989924,1	17	1155,501	808,949
Червень	1016055	23,6	1186,973	832,484
Липень	758552,5	19,8	679,545	625,121
Серпень	670458	20,7	714,186	666,891
Вересень	814329,1	15,9	865,453	590,954
Жовтень	1193036	11,1	1282,583	965,568
Листопад	1532497	4,6	1713,449	1149,339
Грудень	1819447	2,7	2221,090	1292,844

За результатами регресійного аналізу факторами, що впливають на споживання є: кількість переробленого( $X_1$ ) та протравленого насіння( $X_2$ ).

Базовий рівень має вигляд:

$$W = 57062,535 + 558,68 \cdot X_1 + 407,267 \cdot X_2$$

де,  $X_1$  – кількість переробленого насіння, ц;

$X_2$  – кількість протравленого насіння, ц;

#### 4.3 Представлення «Енергетичної політики» підприємства

Енергетична політика – це офіційна заява найвищого керівництва організації про основні наміри та напрямки діяльності у сфері енергоефективності. Представимо енергетичну політику у вигляді діаграм(рисунок 4.1), де будуть відображені основні цілі та зобов'язання підприємства у сфері енергоефективності.



Рисунок 4.1 – Енергетична політика

#### 4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності, запропонованих в розділах 2 та 3

Заходи запропоновані в 2 та 3 розділах розподілимо на 3 категорії (таблиця 4.2) по простим термінам окупності: короткострокові – окупність до 1-го року, середньострокові – окупність від 1-го до 3-х років, довгострокові – окупність більше 3-х років.

Таблиця 4.2 – Перелік заходів та їх терміни окупності

Категорія	Назва	Термін окупності, роки
Короткострокові	Компенсація реактивної потужності	0,253
Середньострокові	Модернізація системи освітлення	1,5
	Встановлення частотних перетворювачів	1,3
Довгострокові	Утеплення стін	4,75
	Утеплення даху	27,25
	Заміна вікон	12,06
	Заміна дверей	5,224

Найбільш доцільно спершу впроваджувати короткострокові та середньострокові заходи з енергозбереження. Заходи, що не потребують суттєвих капітальних витрат варто впроваджувати за власні кошти, для реалізації більш дорогих заходів необхідно залучати кредитні кошти.

#### Висновки до розділу

На даний час система енергетичного менеджменту підприємства з переробки насіння повністю не відповідає вимога ДСТУ ISO 50001:2020. Як вирішення даної проблеми була розроблена енергетична політика підприємства у вигляді діаграми. Також, через те, що наявний лише комерційний облік електроенергії був побудований базовий рівень енергоспоживання підприємства. Суттєвий вплив на споживання має кількість переробленого та протравленого насіння. Розроблено стратегію впровадження заходів з енергоефективності. В першу чергу необхідно реалізовувати компенсацію реактивної потужності.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		72



## 5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

### 5.1 Короткий опис можливостей застосування геліоколекторів на об'єкті

Однією з можливостей застосування альтернативних джерел енергії на підприємстві є використання геліоколекторних систем, для гарячого водопостачання адміністративно побутового корпусу, в якому розташовані душові для персоналу підприємства. Сумська область входить до вологого континентального клімату зі спекотним літом (рисунок 5.1). Щоб клімат місцевості відповідав цьому типові, середня температура її найтеплішого місяця року повинна бути нижче  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зими за такого типу клімату є помірно холодними: середні температури січня для Західної України —  $-3\ldots-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для Північної —  $-4\ldots-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Січень і лютий зазвичай є місяцями з найнижчими температурами протягом року — деколи вони знижуються до  $-20\ldots-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в окремі роки короткостроково до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Літо в місцевостях із таким кліматом тепле, не спекотне: середня температура найтеплішого літнього місяця на заході країни —  $+18\ldots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на півночі та на сході —  $+20\ldots+21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Деколи, однак, можливі короткострокові підвищення температур аж до  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

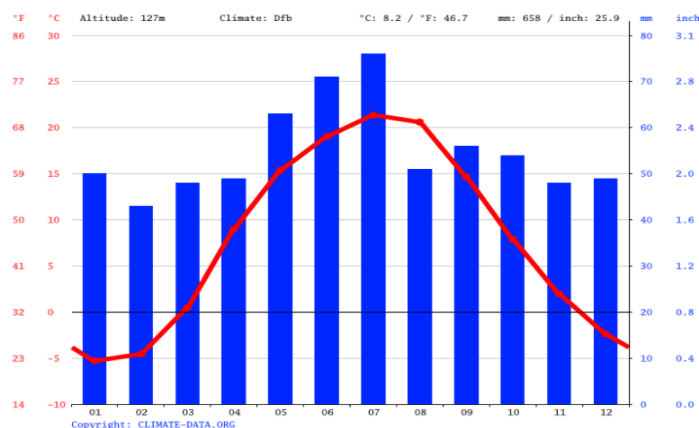


Рисунок. 5.1 – Кліматограма

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ		
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Варич С.О			Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті	Літ	Аркуш
Перевір.		Костюк В.О.					73
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-71	
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.					
Затвер.							
						Аркушів	91

## 5.2 Визначення оптимального кута нахилу панелей

Розрахунок оптимального кута нахилу панелей виконуємо за формулою:

$$\text{Широта}^\circ \cdot 0,76 + 3,1^\circ = \alpha_{\text{опт}}$$

Підприємство знаходиться на  $50,581^\circ$  широті, тому:

$$\alpha_{\text{опт}} = 50,581^\circ \cdot 0,76 + 3,1^\circ = 41,54^\circ$$

На сайті ([https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)) візьмемо річний графік сонячної інсоляції та сонячної потужності (рисунки 5.2 та 5.3). Для цього нам потрібно ввести дані про оптимальний кут нахилу панелі, розрахований вище.

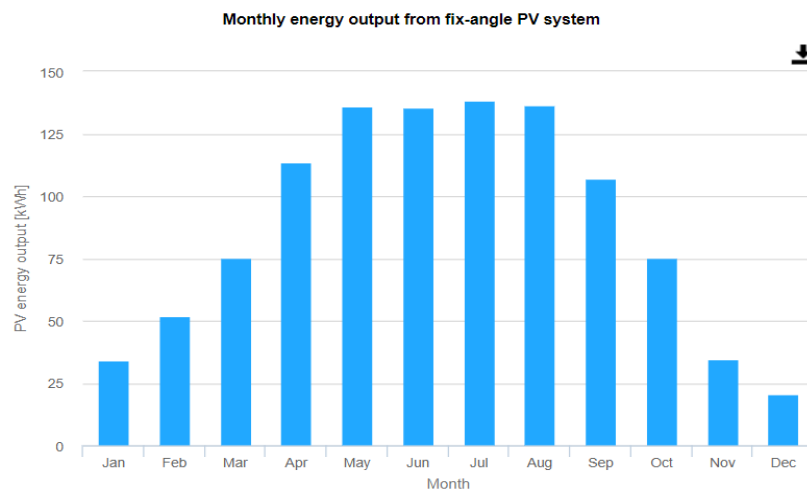


Рисунок 5.2 - Рівень сонячної потужності

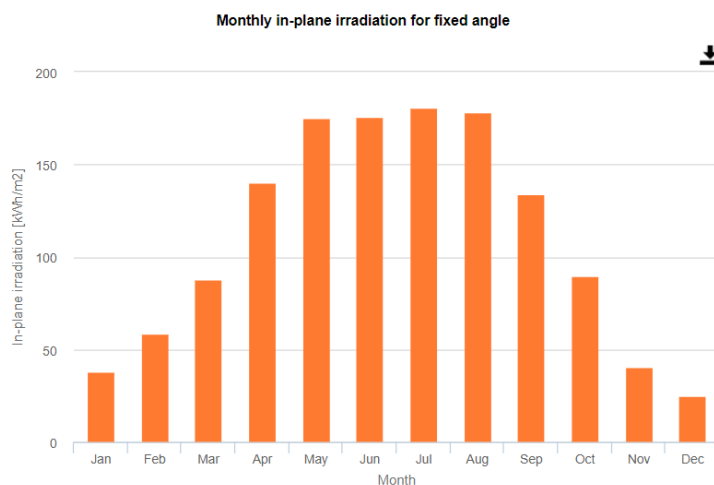


Рисунок 5.3 - Рівень сонячної інсоляції

### 5.3 Базові теоретичні відомості про геліоколекторам

Енергія сонця безпечна для довкілля. Її можна одержувати поки світитиме Сонце. Використання сонячного випромінювання доцільне для виробництва теплової та електричної енергії й можливе на всій території України.

Станції, що працюють на сонячній енергії (геліостанції), безшумні. Істотний недолік полягає у тому, що такі станції займають великі площі. Кожен 1 МВт потужності СЕС потребує відведення щонайменше 1,5 га землі. Мінусом також є те, що вихід енергії – непостійний. На СЕС сьогодні припадає близько 4% виробленої електроенергії з відновлюваних джерел енергії у світі. Перетворення сонячної енергії в електричну відбувається в основному за рахунок використання фотоелектричних елементів.

У приватних будинках для виробництва тепла в системі гарячого водопостачання можна застосовувати сонячні колектори (СК). Сонячні колектори здатні нагрівати воду до 70°C. Вдень СК перетворює енергію Сонця в теплову, яка гріє воду, що накопичується в теплоізованих ємностях (баках-акумуляторах). Із баків-акумуляторів вода подається в систему гарячого водопостачання. СК встановлюються на даху будинку, а накопичувальна ємність та допоміжне обладнання монтуються в технічному приміщенні.

Види сонячних колекторів представлені на рисунку 5.4:

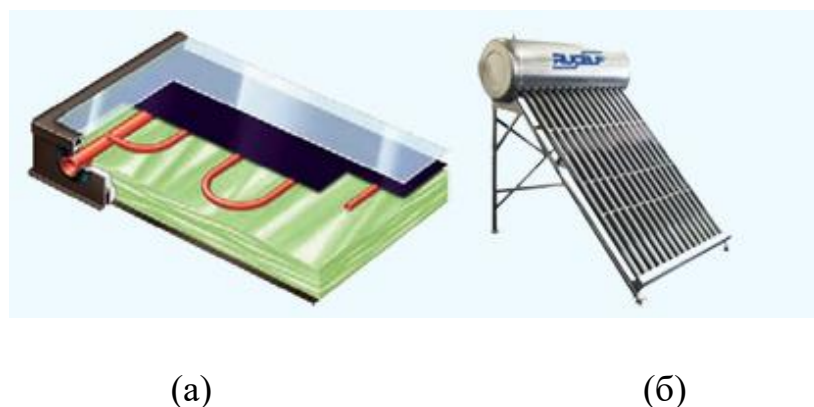


Рисунок. 5.4 – Види сонячних колекторів: а) плоский б) вакуумний із прямою передачею тепла воді

Вакуумні колектори – це щось схоже на термос. Головною частиною їх структури є ряд скляних трубок. Це не звичайні трубки, а подвійні, між якими

знаходиться вакуум для якісної теплоізоляції. Завдяки цьому використовується 95% енергії. До плюсів колектора належить доступність установки в країнах з помірним чи холодним кліматом (він працює навіть при  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Ключовий недолік – значна сума початкових інвестицій. Плaskі колектори зараз займають лідируючі позиції завдяки. Плaskі колектори мають іншу конструкцію. Це проста панель з абсорбера, зверху з прозорим покриттям, найкраще із загартованого скла. Як його плюси, так і недоліки пов'язані з зимовим періодом року. Він здатний до самоочищення від снігу та інею, що є безсумнівним плюсом, але в той же час, його результативність в холодний сезон значно падає.

Переваги геліоколектора для побутових потреб:

- Незалежність від централізованих постачальників тепла;
- Відсутність шкоди для природи;
- Відсутність необхідності спеціального обслуговування;
- Довговічність.

Недоліки використання сонячних колекторів:

- Залежність від погоди;
- Сезонність показників виробництва тепла;
- Висока початкова вартість проекту;
- Можливі складнощі з установкою габаритних систем.

#### 5.4 Визначення нормативної витрати води на ГВП

Характеристики об'єкта для якого виконуються розрахунок – це адміністративно-побутовий корпус, де знаходиться 6 душових сіток. Для того щоб визначити навантаження на ГВП нам потрібно звернутися до [ДБН 2.5 – 64], обираємо категорію душові в приміщеннях побутових підприємств, та виписуємо розрахункову середню добову витрату гарячої води:

$$q_T^h = 270 \text{ л/добу}$$

Так як в корпусі 6 душових сіток:

$$Q_T^h = 6 \cdot 270 = 1620 \text{ л/добу}$$

### 5.5 Вибір геліоколектору та перевірка

За каталогом (додаток Б) обираємо геліоколектор об'ємом на 2000 літрів.  
Вартість обладнання: 9941 \$. Детально розберемо складові:

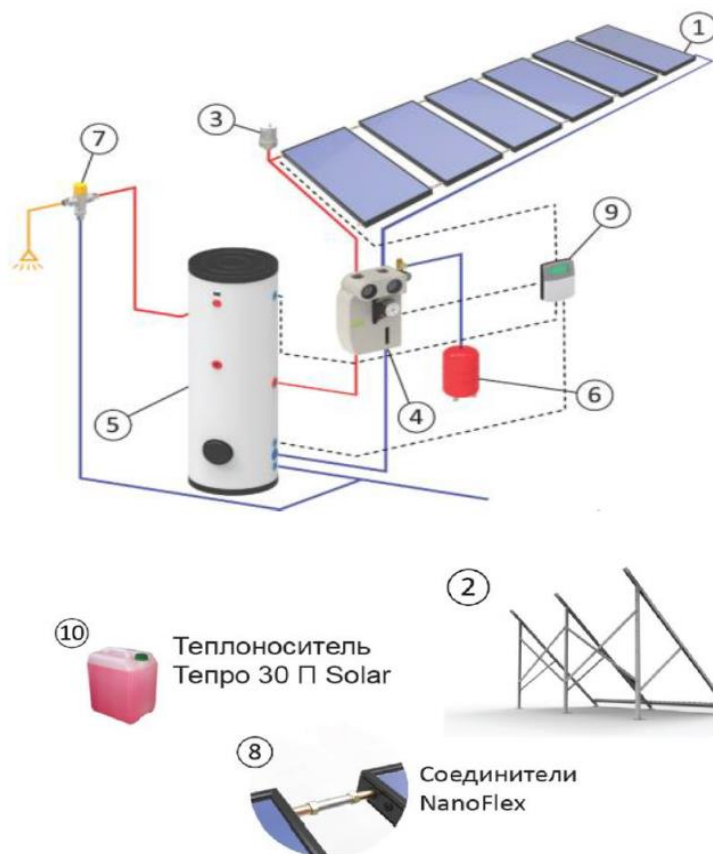


Рисунок 5.5 – Складові геліоколектронної системи

На рисунку 5.5 ми можемо бачити: (1) – Плаский сонячний колектор СПК-2m2, (2) – Кріплення на похилому даху для 2-х колекторів, (3) – Автоматичний повітропровід + кран, (4) – Насосна група, (5) – Бак накопичувач АТМОСФЕРА (Україна) 2000л, (6) – Бак розширювач, (7) – Кріплення розш. бака, (8) – З'єднувачі NanoFlex, (9) – Контролер для сонячних систем, (10) – Рідина для геліосистем ТЕПРО-30П Солар.

Виконаємо перевірку порівняємо розрахункове навантаження на ГВП на об'єкті та у паспорті обраної системи:

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		77

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \cdot 365 = 1,1676 \cdot 1620 \cdot 45 \cdot 365 \cdot 10^{-3} \\ = 31068,084 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

де  $c$  – теплоємність води,  $\text{кг/кВт} \cdot \text{год}$ ;

$m$  – маса води,  $\text{кг}$ ;

$\Delta t$  – різниця температур між гарячою та холодною водою,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Теплове навантаження яке може забезпечити геліоколекторна система, згідно комерційної пропозиції, складає  $36460 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$ .

Порівняння з розрахованим навантаженням на ГВП:

$$Q_{\text{сум колектор}}^1 > Q \Rightarrow 36460 > 31068,084 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

## 5.6 Економічне обґрунтування доцільності встановлення геліоколекторів

Для фінансового розрахунку визначимо капітальні витрати, експлуатаційні витрати та економію:

1. Вартість основного обладнання системи, доставка буде здійснюватись силами підприємства:

$$B = 9941 \$ \cdot 27,45 = 272880,45 \text{ грн}$$

2. Вартість пусконаладжувальних робіт згідно [комерційної пропозиції] складає  $8800 \text{ грн}$ . Вартість монтажу обладнання  $21700 \text{ грн}$ .

3. Загальні капітальні витрати складатимуть:

$$KB = 272880,45 + 8800 + 21700 = 303380,45 \text{ грн}$$

4. Так як потреба в ГВП складає  $1650$  літрів води на добу, можемо розрахувати економію.

Холодна вода підприємства береться зі скважини, і підігрівається на потреби ГВП до  $60$  градусів по Цельсію, розрахуємо вартість газу, необхідного для підігріву одного кубічного метра води, температура холодної води  $5^{\circ}\text{C}$ . Кількість теплоти нехобіда для підігріву холодної води до  $60^{\circ}\text{C}$  визначається за формулою:

$$Q_{\text{нагів води}} = c \cdot m \cdot \Delta t = 4,218 \cdot 1000 \cdot (60 - 5) = 231990 \text{ кДж}$$

де  $c$  – теплоємність води,  $\text{кг/кВт} \cdot \text{год}$ ;

$m$  – маса води,  $\text{кг}$ ;

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		78

$\Delta t$  – різниця температур між гарячою та холодною водою,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Енергія, яка виділяється при спалюванні  $1 \text{ м}^3$  природного газу складає  $33500 \text{ кДж}$ . Отже визначимо скільки газу потрібно для підігріву  $1 \text{ м}^3$  води, ККД котла згідно паспортних даних складає  $90\%$ :

$$N_{\text{газу}} = \frac{Q_{\text{нагрів води}}}{Q_{\text{газу}} \cdot \text{ККД}} = \frac{231990}{33500 \cdot 0,9} = 7,69 \text{ м}^3 \text{ природного газу}$$

$$C_{\text{гар води}} = N_{\text{газу}} \cdot C_{\text{газ}} = 7,69 \cdot 8,5 = 65,365 \text{ грн}$$

$$C_{\text{хол води}} = 0 \text{ грн}$$

Отже річна вартість гарячої води становить:

$$B_{\text{ГВП}} = 1620/1000 \cdot 65,365 \cdot 365 = 38650,325 \text{ грн/рік}$$

$$B_{\text{Хол.вода}} = 1620/1000 \cdot 0 \cdot 365 = 0 \text{ грн/рік}$$

Економія становить:

$$\Delta E = B_{\text{ГВП}} - B_{\text{Хол.вода}} = 38650,325 - 0 = 38650,325 \text{ грн/рік}$$

5. Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{KB}{\Delta E} = 8 \text{ років } 10 \text{ місяців}$$

Висновок до розділу

Як одну з можливостей застосування альтернативних джерел енергії було обрано геліоколекторну установку. Геліоколектор дозволить забезпечити потреби адміністративно-побудового корпусу в гарячій воді, тим самим зменшить навантаження на систему опалення. В результаті вибору установки та її розрахунку вдалося досягти економії в  $38650,325 \text{ грн}$  на рік.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

### 6.1 Загальна характеристика об'єкта

Об'єктом модернізації є аспіратори, вони є найсуттєвішими споживачами електричної енергії та необхідні для очищення насіння. Встановлення частотних перетворювачів дозволить суттєво знизити споживання електричної енергії, за рахунок регулювання частоти обертання приводів аспіраторів. Планується встановити 17 частотних перетворювачів на кожен аспіратор. Аспіратори мають другу категорію по надійності електропостачання та живляться від ТП-1.

Таблиця 6.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
Аспіратор	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на поверхні землі (60х40х6) м	Приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Д

Таблиця 6.2 – Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
Аспіратор	Напруга, В	380
	Потужність, кВт	37
	Маса, кг	265
	Частота, Гц	50
	Подуктивність, тис. куб.м/год	13,4
Частотний перетворювач FR500A, Frecon	Потужність, кВт	37
	Номінальний струм, А	75
	Перевантажувальний момент	150
	Напруга, В	380

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Варич С.О			Охорона праці та пожежна безпека під час монтажу частотного перетворювача	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Третьякова Л.Д.					80	91
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-71		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								



## 6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт

Встановлення частотних перетворювачів буде проводитись спеціалістами, з багаторічним досвідом, від компанії, що поставляє обладнання. Всього склад бригади робітників будет складати 4 чоловіка. Вони повинні мати, як мінімум III групу з електробезпеки [10]. Послідовність виконання робіт опишемо в таблиці 6.3

Таблиця 6.3 – Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки і розвантаження	Період і тривалість виконання робіт	Кількісний склад бригади	Група з електробезпеки
Розвантаження обладнання	Транспорт, використання транспортерів та мостових кранів	Літній, 1-2 робочі дні	4 особи	Не менш як III
Встановлення та підключення частотних перетворювачів до двигунів	Мостові крани	Літній, 3-4 робочі дні		
Перевірка справності роботи.	-	Літній, 1-2 робочі дні		

## 6.3 Визначення показників умови праці

Показники умов праці, під час виконання вказаних робіт для бригади працівників надані у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Чинники умов праці

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення	Визначення допустимості або шкідливості показників
1	2	3	4
Параметри мікроклімату	Шум	100 дБа	Дуже шкідливий
	Температура повітря	(18...20) °C	Допустимий
	Вологість	(60...80) %	Допустимий

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4
Важкість праці	Переміщення вантажів	До 10 кг	Шкідливі
	Робоче положення	«стоячи», «стоячи зігнувшись»	Шкідливі
	Категорія робіт	II категорія	Шкідливі
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження	40 % робочого часу	Допустимий
	Тривалість активних дій	50 % робочого часу	Допустимий
	Змінність	1 зміна, 4 години	Допустимий
	Напруженість зору:	30 % робочого часу	Допустимий
	Категорія	III категорія	Допустимий
Освітлення	Рівень освітленості	200	Допустимий
Вібрація	Вібрація	Не впливає на робітника	Допустимий

#### 6.4 Визначення небезпек

До таблиці 6.5 занесемо перелік всіх небезпечних та шкідливих чинників [11], які можуть виникнути при встановленні частотного регулювання.

Таблиця 6.5 - Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
Фізичні	Робота назовні	Рідкий	Значний	III
	Робота на висоті	Малоймовірний	Значний	III
	Електричного походження	Імовірний	Катастрофічний	I
	Шум	Високо ймовірний	Значний	III
	Нагріті поверхні	Малоймовірний	Високий	II
Інші	Автомобіль	Імовірний	Високий	II
	Переміщення вантажів	Імовірний	Катастрофічний	I
	Незручні робочі положення	Імовірний	Високий	II

#### 6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Визначимо перелік технічних та організаційних заходів, занесемо їх до таблиці 6.6.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		82

Таблиця 6.6 – Перелік технічних і організаційних заходів

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
Технічні заходи з електробезпеки		
Від прямого дотику		
Ізоляція	Струмівідних частин електродвигунів	Полівінілхлорид, $R = 10^{15}$ Ом, $\text{tg } b = 0,02$
Знак безпеки	Трикутник	На усіх ЕУ
Від непрямого дотику		
Захисне автоматичне вимикання	Електродвигун аспіратора	Під час появи напруги непрямого дотику на корпусі
Ізольовані зони	Асфальтні доріжки на відкритій п-станції	Опір – 5 МОм
Система низької напруги	Для підключення ручного інструменту	Напруга 18 В, живлення – трансформатор 220/18. Мережа кабельна, перетин 10 мм <sup>2</sup> , довжина 80 м.
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги.	Наряд-допуск на 10 робочих днів
Технічні заходи щодо виключення інших небезпек		
Шум	Звукоізоляція обладнання	Установка спеціальних звукоізолюючих кожухів для обладнання
Способи освітлення приміщень та зовнішніх територій приміщень	Зовнішнє освітлення території п/ст в темні години	Лампи ДРЛ-250

6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

ЗІЗ [12] випускають та використовують для захисту окремих частин тіла людини. Наприклад, тулубу (захисний одяг) [13], голови (каска), очей (окуляри),

кінцівок рук (рукавички), кінцівок ніг (захисне взуття), органів слуху (навушники), органів дихання (респіратори) [14].

Таблиця 6.7 – Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
Захист голови	Захист від механічних пошкоджень	Захисна каска 3M Peltor Optime 2	2 роки	Під час роботи в цеху
Захист органів слуху	Зниження рівня шуму на 15 дБА	наушники DNIPRO M	6 місяців	Під час роботи в цеху
Захист очей	Захист від електричної дуги та ультрафіолету	Окуляри UNIVET	2 роки	Під час робіт з ЕУ
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	Робоче взуття LOWA Z-8N	6 місяців	Під час переміщення вантажів
Захисний одяг	Захист забруднення	Костюм захисний URG-D	1,5 роки	Під час робіт в цеху та переміщення вантажу

До таблиці 6.8 занесемо електрозахисні засоби (ЕЗЗ), які допоможуть у випадку, коли працівники будуть здійснювати комутацію частотного перетворювача та приводу аспіратора.

Таблиця 6.8 – Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички	Для робіт під напругою до 1 кВ	Комутація частотного перетворювача та приводу аспіратора. Періодичні випробування - щод 6 місяців

## 6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж та вибухів

Відповідно до [15] з пожежної безпеки на енергетичних об'єктах вибирають первинні засоби до тушіння пожеж (вогнегасник, пожежний інвентар), а також

технічні та організаційні – у разі виникнення пожежі або вибуху. Результати вибору наведено у таблиці 6.9

Таблиця 6.9 - Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Вогнегасник вуглекислотний ВП-5 (ОП-5)	Пересувний, тривалість дії – 15 с, довжина струмені – 7м	У приміщенні, розміщено в коридорах через 70 м.
Блискавкозахист	металева сітка із сталевого дроту діаметром 6-8 мм (з чарункою 6х6 м)	II категорія, зони захисту будівлі – зона Б
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Протигаз	Бриз 4301	Температурний режим від -40 С до 50 С. Термін зберігання – 15 років

#### 6.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахуємо і оберемо блискавкозахист для головного виробничого корпусу.  
Параметри будівлі : довжина 60 м ; ширина 40 м; висота 6 м.

Розташування будівлі: Запорізька область.

Визначимо очікувану на рік кількість уражень блискавкою будівлі:

$$N = [(A + 6 \cdot H_M)(B + 6 \cdot H_M) - 7,7 \cdot H_M^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6.1)$$

де  $A = 60$  м і  $B = 40$  м - відповідно довжина і ширина будівлі, що має прямокутну форму;

$H_M = 6$  м - висота будівлі;

$n = 5,5$  – середньорічна кількість ударів блискавки на  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні в місці розташування будівлі (табл. 6.10).

Таблиця 6.10 – Очікувана середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км<sup>2</sup> земної поверхні  $n$  в залежності від інтенсивності грозової діяльності  $K$ .

Інтенсивність грозової діяльності $K$	Очікуване середньорічне число ударів блискавки $n$
10-20	1
20-40	2
40-60	4
60-80	5,5
80-100	7,0
100 і більше	8,5

Середньорічна кількість ударів блискавки на 1 км<sup>2</sup> земної поверхні  $n$  залежить від інтенсивності грозової діяльності  $K$  (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Середньорічна грозова діяльність,  $K$

Області	Середньорічна грозова діяльність, $K$
1. Республіка Крим	40-60
2. Закарпатська, Запорізька, Донецька	80-100
3. Інші області України	60-80

Отже, за формулою 6.1 маємо:

$$N = [(60 + 6 \cdot 6)(40 + 6 \cdot 6) - 7,7 \cdot 6^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,0386 \text{ рази, тобто } N < 1.$$

$$\Rightarrow r_x = 2 \text{ м}$$

Встановлюємо категорію блискавкозахисту і тип зони захисту.

Класифікація об'єктів визначається за небезпекою ударів блискавки для самого об'єкта і його оточення. Рівень цієї небезпеки визначається класифікацією, яка наведена в правилах улаштування електроустановок [3].

Для розглянутого цеху клас будівлі : В-Ia.

Таблиця 6.12 – Категорії пристроїв блискавкозахисту та типи зон захисту

Класи будівель та споруд за ПУЕ	Місце розташування	Тип зони захисту	Категорія пристроїв захисту
1. В-I, В-II	на всій території України	зона А	I
2. В-16, В-Ia	при $K \geq 10$	При $N < 1$ - зона Б	II
3. Зовнішні об'єкти класу В-Iг	на всій території України	зона Б	II
4. П-I, П-II, П-Ia	при $K \geq 20$	Для будівель та споруд I та II ступенів вогнестійкості при $0,1 < N < 2$ і для III, IV та V ступенів вогнестійкості при $0,02 < N < 2$ - зона Б;	III
		при $N < 2$ - зона А	
5. Зовнішні об'єкти класів II та III	при $K \geq 20$	при $0,1 < N < 2$ - зона Б при $N > 2$ - зона А	III
6. Об'єкти III-V ступенів вогнестійкості, котрі за ПУЕ не класифікуються	при $K \geq 20$	при $0,1 < N < 2$ - зона Б при $N > 2$ - зона А	III

Враховавши попередні розрахунки, із таблиці 6.12 випливає, що категорія пристроїв захисту – II та тип зони захисту будівлі – зона Б. Обирається тип і конструкції блискавководів. Захист від прямого удару блискавки будівель та споруд, які відносяться до II категорії.

За формулою для зони захисту В повна висота блискавкоприймача становить

$$h = \frac{r_x + 1,63 \cdot h}{1,5} = \frac{2 + 1,63 \cdot 6}{1,5} = 7,853 \text{ м}$$

#### Висновки до розділу

В результаті виконання аналізу з питань охорони праці було визначено чинники праці, а саме: категорія важкості робіт – II, напруженість робіт – III категорія, рівень освітленості на робочому складає 200 лк, що відповідає нормативному значенню. Основними небезпеками при встановленні частотних

перетворювачів є чинники електричного походження, шум та небезпека від автомобіля. Для усунення небезпек запропоновано такі технічні заходи: ізоляція струмопровідних частин електродвигунів, встановлення знаків безпеки, маркування обладнання, встановлення засобів автоматичного вимикання, заземлення, блискавкозахист. Організаційними заходами, щодо уникнення небезпек є план дій з попередження вибухів та пожеж, а також організація наряду-допуску. Як індивідуальні засоби захисту було обрано: захисне взуття, захист очей, каска, захисний одяг, протигаз та навушники для захисту слуху.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		88



## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту було виконано та опрацьовано всі поставлені завдання, а саме:

- проаналізовано динаміку виробничої діяльності підприємства;
- виконано аналіз динаміки споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- надано коротку характеристику попередньої діяльності у сфері енергоефективності;
- виконано аналіз ефективності використання електричної енергії на підприємстві;
- запропоновано заходи з енергоефективності для суттєвих споживачів;
- ароведено аналіз ефективності використання палива та теплової енергії;
- запропоновано заході з енегоефективності для споживачів теплової енергії;
- виконано оцінку системи енергоменеджменту підприємства;
- запропоновано можливості використання альтернативних джерел енергії;
- розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки;

Загалом після реалізації всіх запропонованих заходів з енергозбереження є можливість досягти дуже суттєвої економії, а саме 4465,52 куб.м газу, 180439 кВт\*год та 16386670 кВАр\*год енергії за рік, в грошовому еквіваленті це складає 749505,78 гривень.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		89

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок: вид.3-є, перероб. І доп. Офіц. Вид. Київ : Міненерговугілля України, 2018.
2. РТМ 36.18.32.4-92 "Указания по расчёту электрических нагрузок". Москва 1992.
3. Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення офісних та адміністративно-побудових приміщень методом світлового потоку. Режим доступу:[https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/zavdannya\\_na\\_kr\\_oop\\_praktyka.pdf](https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/zavdannya_na_kr_oop_praktyka.pdf).
4. ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення». Мін буд України : Київ, 2006. Режим доступу: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2006-prirodne—shtuchne-osvitlennya.html>.
5. Коефіцієнт використання світлового потоку: веб-сайт. URL: <https://minestage.ru/uk/sovety-i-idei/example-of-calculating-artificial-lighting-using-the-coefficient-of-utilization-the-territory-of-electrical-information-websor.html> (дата звернення 02.06.2020)
6. Паспортні дані трансформаторів: веб-сайт. URL: [http://cabex.com.ua/ru/produkcija/transformatori/transformatori\\_silovie\\_tipa\\_tm.html](http://cabex.com.ua/ru/produkcija/transformatori/transformatori_silovie_tipa_tm.html) (дата звернення 1.06.2021).
7. ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК З ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ / А. Чернявський, А. Сафьянц, Н. Усенко, О. Соловей, О. Бориченко, П. Пертко, Ю. Шишко, А. Гоєнко// За загальною редакцією Н. Усенко та А. Чернявського. – К.: Проект «Консультування підприємств щодо енергоефективності» Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), 2020.
8. ДСТУ –Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Мін. регіонального розвитку та будівництва України, Київ, 2011.

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	90
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

9. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 / О. Бориченко, Є. Іншеков, П. Пертко, О. Соловей, А. Чернявський.// Під редакцією Є. Іншекова та А. Чернявського. – UNIDO: Проєкт UNIDO-GEF UKR-IEE, 2021. – 130 с.

10. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: наказ від 26.01.2005 р. № 15. Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2005.

11. ГН 3.3.5-8-6.6.1-2014. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу: наказ від 08.04.2014.м. N 248. Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2014.

12. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2011.

13. ДСТУ ISO 13688:2001. Одяг захисний. Загальні вимоги. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002.

14. НПАОП 0.00-3.09-052004-11-01. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі). Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001.

15. Наказ МВС від 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» 2014.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Таблица А.1 – Повний перелік обладнання

№	Назва обладнання	Тип обладнання	Потужність одиниці, кВт	Кількість, шт	Кв	Час роботи, год
1	Автомобилеразгрузчик	ГУАР-15М	10	2	0,4	227
2	Конвейер (шир. 500мм)	ленточный	2,2-10,0	6	0,6	227,5058275
3	Нория	НЦГ	4,0-5,5	3	0,75	227,0222222
4	Шнек	УШ4-200	2,2	2	0,65	226,9230769
5	Нория	НЦГ	7,5	4	0,75	227,0222222
6	Клапан перекидной	КВ-8	0,27	4	0,2	226,8518519
7	Сепаратор	ЗМС-10	1,1	6	0,8	227,0833333
8	Тележка разгрузочная	ТР-65М-2	2,2	2	0,5	226,8181818
9	Шлюзовой затвор	ШЗ	0,6	21	0,6	226,984127
10	Вентилятор аспирации	ЦП7-40	4,0-17,0	17	0,7	227,0004316
11	Вент. активного вентиляр.	ВВД-9	13	3	0,8	226,9871795
12	Конвейер (шир. 500мм)	ленточный	10	2	0,8	227
13	Вентилятор аспирации	ЦП7-40	7,5	3	0,7	226,984127
14	Нория, шнек	НЦГ, УШ4	2,2	6	0,4	227,0833333
15	Шлюзовой затвор	ШУ-15	0,6	3	0,7	226,984127
16	Конвейер ленточный	500мм	2,2	1	0,6	661,3636364
17	Растариватель мешков	КРМ	2,2	1	0,55	661,1570248
18	Нория	НЦГ-20	1	3	0,75	660,8888889
19	Машина для очистки зерна	Si-70	3,7	1	0,65	661,1226611
20	Шнек	УШЧ	2,2	3	0,6	661,1111111
21	Барабан прямоточный	БПС	28	2	0,65	660,989011
22	Аспиратор	ЦП7-40	30,0-37,0	3	0,65	661,0059172

## Продовження таблиці А.1

23	Нория	НЦГ-20	1	2	0,6	660,8333333
24	Шнек	УЩЧ	2,2	3	0,6	661,1111111
25	Мешкозашивная машина	33Е-М	1,7	1	0,65	660,6334842
26	Ленточный конвейер	500мм	2,2	1	0,55	661,1570248
27	Машина для очистки семян	FA-1500	9,7	4	0,6	985,0085911
28	Шнек	УЩЧ	2,2	2	0,6	984,8484848
29	Нория	НЦГ-20	1	2	0,6	985
30	Нория	НЦГ-10	1,5	2	0,6	985
31	Триер цилиндрический	Н-700	1,5	4	0,6	985
32	Пневмостол	КА-2200	6,6	4	0,65	985,02331
33	Контрольный триер	Н-700	1,5	1	0,6	985,5555556
34	Нория	НЦГ-10	1,5	2	0,6	985
35	Шнек	УЩЧ	2,2	6	0,6	984,9747475
36	Автоматические весы	ДЛ-80-2	1	1	0,5	986
37	Нория	НЦГ-20	1	3	0,6	985
38	Шнек	УЩЧ	2,2	4	0,6	985,0378788
39	Дозатор	ДЗ	1,5	6	0,5	9,851111111
40	Шнек	УЩЧ	2,2	4	0,6	985,0378788
41	Нория	НЦГ-20	3	3	0,6	985
42	Шнек	УЩЧ	2,2	2	0,6	984,8484848
43	Калибровка	FB-1500	1,5	4	0,65	985,1282051
44	Шнек	УЩЧ	2,2	2	0,6	984,8484848
45	Шлифовальная машина	SKALE-75A	4	8	0,65	985
46	Шнек	УЩЧ	2,2	2	0,6	984,8484848
47	Аспиратор	И-1500	17,0-37,0	11	0,65	984,9988587
48	Шнек	УЩЧ	2,2	6	0,6	984,9747475
49	Нория	НЦГ-10	1,5	2	0,6	985
50	Шнек	УЩЧ	1,1	11	0,6	984,9862259
51	Делительная машина	KLYMA	1,5	10	0,65	985,025641
52	Шнек	УЩЧ	2,2	4	0,6	985,0378788
53	Нория	НЦГ-10	1,5	3	0,6	985,1851852
54	Машина тонкой очистки	FA-1500	9,7	4	0,65	985,0118953
55	Шнек	УЩЧ	2,2	3	0,6	985,1010101
56	Шнек	УЩЧ	1,1	10	0,6	985

НТУУ 001.7104.066 ПЗ

## Продовження таблиці А.1

57	Шлифовальная машина	SKALO-75	4	8	0,65	985
58	Нория	НЦГ-10	1,5	2	0,6	985
59	Шнек	УШЧ	2,2	3	0,6	519,9494949
60	Нория	НЦГ-10	1,5	2	0,6	525
61	Протравливатель	АПС-4	7,8	2	0,65	520,0197239
62	Насос	ЗК6	1,5	1	0,7	524,7619048
63	Автоматические весы	ДСП-100-2	1	2	0,6	525
64	Мешкозашивная машина	ЗЗЕ-М	1,7	2	0,65	519,9095023
65	Конвейер ленточный	500мм	2,2	2	0,55	519,8347107
66	Мешалка	МЭ	1,1	2	0,6	525
67	Нагреватель электрический	ТЭН	3,6	4	0,8	425
68	Шлюзовой затвор	ШЗ	1	34	0,65	420
69	Аспиратор	ЦП7-40	5,5-37,0	6	0,65	420
70	Компрессор	2ВУ-2,5	22	1	0,7	420
71	Компрессор	3АВ49	5,5	1	0,7	424,9350649

## Додаток Б

### Коммерческое предложение

**2 000 л** горячей воды в сутки

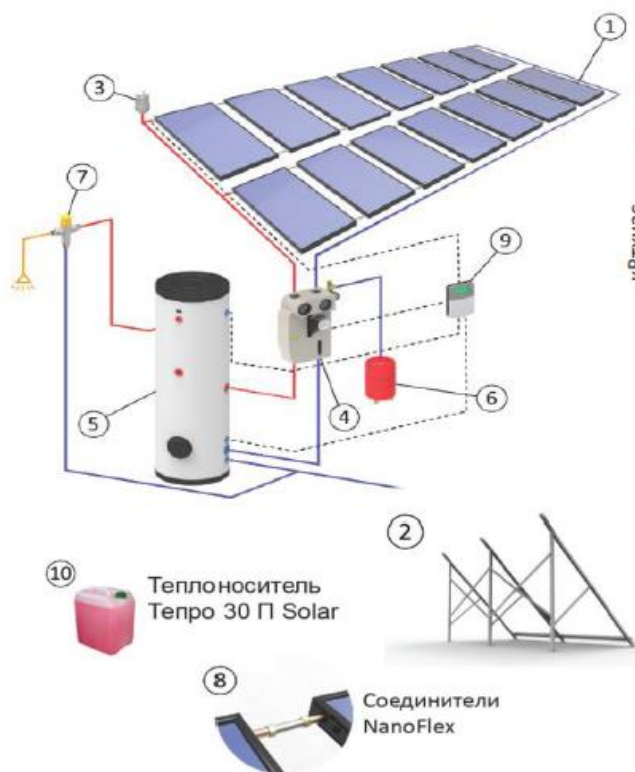


Температура холодного водоснабжения **12 °C**

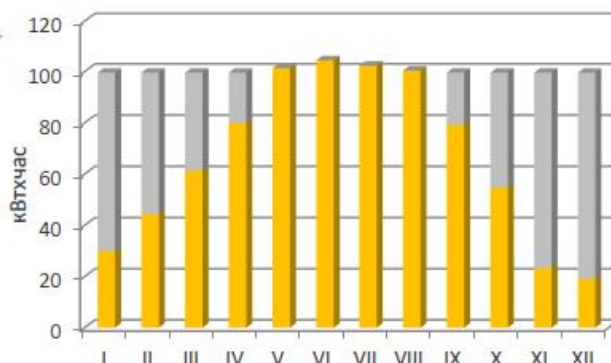
Требуемая температура горячего водоснабжения

**55 °C**

Такая система идеально подойдет для гостиницы, пансионата, АЗС, больницы, спортивного комплекса, промышленного объекта, коттеджа, индивидуальной установки или любого другого объекта с круглогодичным потреблением заданного количества ГВС.



Количество тепла, которая вырабатывает гелиосистема  
4 регион



данные	значение
Год. нагрузка ГВС	36 460 кВтхчас
Год. выработка гелиосистемы	24 416 кВтхчас
Год. нагрузка гарант.ист.	12 331 кВтхчас
Год. замещение тепла на ГВС	66 %

	Монтажная площадь на наклонную поверхность
	<b>30,8 м2</b>

Рисунок Б.1 – Фото та параметри геліоколектора

№	Наименование	Ед. изм	Цена, \$	К-во	Сумма, \$
1	Плоский солнечный коллектор СПК-2м2	шт.			
2	Крепления на наклонную крышу для 2-х коллекторов	шт.			
3	Автоматический воздухоотводчик + кран	шт.			
4	Насосная группа 1 линия 8-28 л/мин, Wilo ST25/7, 1"	шт.			
5	Бак накопительный ATMOSFERA (Украина) 1500л., 2т/о	шт.			
6	Бак расширительный СР 150л 3/4" на ножках	шт.			
7	Соединитель NanoFlex DN16 100mm	шт.			
8	Контроллер для солнечный систем СК91	шт.			
9	Жидкость для гелиосистем ТЕПРО-30П Солар	кг.			
10	Трубопровод гофртованный Nanoflex DN20	м.п			
11	Расходомер 1", 2-12 л/мин, накидная гайка	шт.			
12	Крестовина 3/4" с гильзой для датчика	шт.			
13					
Стоимость оборудования:					<b>9 941</b>

Рисунок Б.2 – Вартість обладнання

					НТУУ 001.7104.066 ПЗ	
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		95