

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 2021 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

**на тему: «Розроблення плану заходів з підвищення енергоефективності
будівлі офісно-складського комплексу»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ОН-72

Прищепя Ярослав Олександрович _____

Керівник:

к.т.н., доц. Замулко Анатолій Ігорович _____

Консультанти:

Теплова частина

(назва розділу)

к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков О.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Охорона праці та пожежна безпека д.т.н., проф. Третьякова Л.Д.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Нормоконтроль

(назва розділу)

ас. Прокопенко І.Д.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

Яворський Є.А.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2021 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Прищепі Ярославу Олександровичу

1. Тема проєкту «Розроблення плану заходів з підвищення енергоефективності офісно-складського комплексу»,

керівник проєкту *к.т.н., доц. Замулко А.І.*, затверджені наказом по університету від «27» травня 2021 р. №1353-с

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту “11” червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту технічний паспорт будівлі, параметри будівлі, споживання енергетичних ресурсів, перелік обладнання, режим роботи.

4. Перелік розділів, які мають бути розроблені

а) електрична частина: - аналіз ефективності використання електричної енергії в офісно-складському комплексі;

б) теплова частина: - визначення енергетичної ефективності та заходів з її підвищення;

в) охорона праці та пожежна безпека:- охорона праці та пожежна безпека під час модернізації електричного котла.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Однолінійна схема електропостачання об'єкту.
2. Опис ЗЕЗів в системі електропостачання об'єкту.
3. Структурна схема електричного котла.
4. Опис ЗЕЗів в системі теплопостачання об'єкту.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ (частина)	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Теплова частина</i>	<i>к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков В.О.</i>		
<i>Охорона праці та пожежна безпека</i>	<i>д.т.н., проф. Третькова Л.Д.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>ас. Прокопенко І.Д.</i>		

7. Дата видачі завдання “17” травня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання дипломного проєкту

студентом Прищепю Ярославом Олександровичем

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту	Позначки керівника про виконання завдань
1	Розрахунок електричної частини	20.05.-05.06.21	
2	Розрахунок теплової частини	23.05.-03.06.21	
3	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	31.05.-03.06.21	
4	Підготовка графічного матеріалу	10.06.-13.06.21	
5	Захист дисертації	15.06.21	

Студент

Я.О. Прищепа

Керівник проєкту

А.І. Замулко

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: «Розроблення плану заходів з підвищення енергоефективності офісно-складського комплексу»

Київ – 2021 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту за темою «Розроблення плану заходів з підвищення енергоефективності будівлі офісно-складського комплексу» складається з 5 розділів, 104 сторінки. Основний текст пояснювальної записки містить 20 рисунків, 39 таблиць та 16 джерел в переліку посилань.

Метою дипломного проєкту є підготовка комплексної програми підвищення енергетичної ефективності офісно-складського комплексу. Запропоновані типові заходи з енергозбереження, які мають невеликий простий термін окупності.

Ключові слова: АНАЛІЗ, ЕНЕРГІЯ, ОФІСНО-СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ВТРАТИ, СПОЖИВАННЯ, РОЗРАХУНОК, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

An explanatory note to the graduation project on the topic "Breaking down the plan of entry from the adjustment of the energy efficiency of the office-warehouse complex" consist of 5 sections, 104 pages. The main text of the memorandum is to revenge 28 pictures, 39 tables and 16 items of bibliographical references.

The aim of the diploma project was to preparation of complex programs for the promotion of the energy efficiency of the office-warehouse complex. Proposed types come in from the savings, as there may be a small simple term of payback.

Key words: ANALIZ, ENERGY, OFFICE-WAREHOUSE COMPLEX, LOSS, CONSUMPTION, CALCULATION, ENERGY SAVING.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОФІСНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСА	10
1.1 Характеристика об'єкту	10
1.1.1 Характер використання будівлі	10
1.1.2 Огороджувальні конструкції будівлі.....	12
1.1.3 Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК)	13
1.1.4 Система централізованого гарячого водопостачання (ГВП)	13
1.1.5 Вентилятори та насоси	13
1.1.6 Освітлення (зовнішнє та внутрішнє)	13
1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки	14
1.3 Існуючі тарифи на енергоносії	19
1.4 Попередні заходи з енергозбереження.....	19
Висновки до розділу 1.....	19
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ОФІСНО-СКЛАДСЬКОМУ КОМПЛЕКСІ	21
2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз	21
2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії.....	23
2.3 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту (будівлі).....	24
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення)	26
2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії на об'єкті	29
2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті	31
2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.....	31
2.7.1 Заміна кабелів (ЗЕЗ№2.1).....	31
2.7.2 Заміна світильників (ЗЕЗ№2.2).....	41
2.7.3 Встановлення датчиків освітленості на вуличних ліхтарях (ЗЕЗ№2.3) .	43

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Висновки до розділу 2.....	45
3.1 Загальні відомості.....	46
3.2 Обстеження огорожувальних конструкцій	47
3.3 Розрахунок максимальних теплових втрат	52
3.4 Теплова потужність.....	55
3.5 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій та інженерних мереж	60
3.5.1 Утеплення стін (ЗЕЗ№3.1)	60
3.5.2 Заміна вікон (ЗЕЗ№3.2).....	62
3.5.3 Утеплення даху (ЗЕЗ№3.3)	67
3.5.4 Очищення системи опалення (ЗЕЗ№3.5)	68
3.5.3 Оптимізація роботи електричного котла за допомогою реле часу (ЗЕЗ№3.4).....	70
Висновки до розділу 3.....	71
4 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	74
4.1 Обґрунтування розміщення сонячної електростанції	74
4.2 Характеристика кліматичних умов на майданчику будівництва сонячної електростанції.....	76
4.3 Енергетичні дані.....	76
4.4 Електротехнічні рішення	79
4.5 Розрахунок необхідних інвестицій для будівництва	84
4.6 Економічні розрахунки	85
Висновки до розділу 4.....	88
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОТЛА	89
5.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання	89
5.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту.....	91
5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	91

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

5.4 Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків	92
5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці	93
5.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників	94
5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів	95
5.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації.....	96
Висновки до розділу 5.....	99
ВИСНОВКИ	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	102

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Розроблення плану заходів з підвищення енергоефективності офісно-складського комплексу передбачає собою повний аналіз об'єкта та аналіз використання всіх енергетичних ресурсів. Це дозволить розробити виявити проблеми та розробити найефективні типові заходи з енергоефективності.

Об'єктом дипломного проєкту є офісно-складський комплекс. Це будівля, яка об'єднує в себе офісні та складські приміщення. Будівля була збудована в 1965 році. В Україні є багато старих будівель типу офісно-складського комплексу, які потребують енергетичну та теплову модернізацію. В складах найчастіше всього розміщується складське обладнання, яке є потенціальним споживачем реактивної енергії. Також для людей, які працюють в офісах, повинні бути створені умови для комфортної та продуктивної роботи.

Для вирішення проблем, написаних вище, потрібно детально розглянути об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова», з точки зору характеристик та подивитися на його технологічні особливості. Завдання енергоудитора є визначення ефективності енерговитрат об'єкта, пошук нових рішень або вибір між декількома задля їхнього скорочення.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОФІСНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСА

1.1 Характеристика об'єкту

1.1.1 Характер використання будівлі

Офісно-складський комплекс на Федорова побудований в 1965 році і представляє собою складські та офісні приміщення, які здаються в оренду підприємствам. Форма власності - приватна.

Місце розташування об'єкту та кліматичні умови.

Фактична та юридична адреса: вул. Івана Федорова 32, м. Київ, 03038, Україна. Відстань об'єкту від:

- зупинки швидкісного трамваю - 9 км;
- зупинки тролейбусу - 4,3 км;
- станції метро - 1,1 км;
- залізничного вокзалу – 0,1 км;
- річкового порту – 4,8 км;
- аеропорту Київ Жуляни - 8 км.

Клімат Київщини — помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить +7,2°. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) +19,5°, а найхолоднішого (січня) – 6°. Опадів випадає в середньому 500—600 мм за рік; найбільша їх кількість припадає на червень-липень. Осінь часто буває тепла й суха. Для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. Сучасний ґрунтовий покрив території: урбанозем (штучно утворена в процесі формування міського середовища

					НТУУ КП.001.7210.082 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальний опис офісно-складського комплексу	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Прищепя Я.О.					9	
Перевір.		Замулко А.І.				ІЕЕ, ОН-72		
Реценз.								
Н. Контр.		Прокопенко І. Д.						
Затверд.								

грунт, що є біокосні багатофазної системою, що складається з твердої, рідкої і газової фаз з неодмінною участю живої фази, яка функціонує під впливом тих же факторів ґрунтоутворення, що і природні ґрунту, але з додаванням специфічного в міському середовищі антропогенного чинника). Середня швидкість вітру: 2,5 м/с. Київ відноситься до I температурної зони України.

Технічна характеристика.

Розташована об'єкт в двоповерховому будинку. Загальний об'єм 24000 м³. На 1-му поверсі знаходяться складські приміщення (23255,4 м³). На 2-му поверсі знаходяться офісні приміщення (744,6 м³).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд об'єкта

Кількість працюючих.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» постійних робітників: 75 чоловік. 24 робітників працюють в офісних приміщеннях. Тимчасових робітників: 20 чоловік. Середня кількість робітників протягом графіку перебування: 85 чоловік.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.1.2 Огороджувальні конструкції будівлі

Обстеження вікон.

Під час обстеження об'єкту «Офісно-складський комплекс на Федорова» було виявлено 31 вікно з однокамерним склопакетом(4-16-4). Всі вони знаходяться у прийнятному стані. Тип матеріалу – пластик. Загальна площа засклення – 78,12 м². Коефіцієнт теплопередачі вікон $k_{\text{вік}} = 2,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ [1].

Обстеження дверей.

Об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова» має 2 типа дверей. Їх загальна кількість – 19. Вони мають різний тип. Загальна площа дверей – 100,2 м². Тип матеріалу входних дверей – сталь. Перший тип має товщину 5 см, другий тип має товщину 10 см. Теплопровідність сталі $\lambda = 17,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ [2].

Обстеження стін.

Стіни – цегла повнотіла. Товщина $\delta = 0,12 \text{ м}$. Коефіцієнт теплопередачі стін $k_{\text{стін}} = 0,67 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ [3].

Обстеження стелі.

Стеля складається з таких складових [4]:

- залізобетонні плити з $\lambda = 1,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta = 0,3 \text{ м}$,
- цементно-пісочна стяжка з $\lambda = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta = 0,02 \text{ м}$,
- руберойд з $\lambda = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta = 0,0025 \text{ м}$,

Обстеження підлоги між поверхами.

Підлога виконана з залізобетону $\lambda = 1,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Товщина слою 0,3 м.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.3 Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК)

Система опалення на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» виконана в виді локального теплозабезпечення, яка складається з: електричного котла моделі Prothem скат 24К потужністю 24 кВт та водяної системи. Труби – металопластикові. Ця система опалює офісне приміщення взимку. На даний момент на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» не працює вентиляція, кондиціонування повітря здійснюється за допомогою вікон та кондиціонерів Cooper&Hunter серії Air-Master Plus CH-S12XP7 потужності 0,82 кВт, які встановлені в офісних приміщеннях.

1.1.4 Система централізованого гарячого водопостачання (ГВП)

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» не підключена до централізованого ГВП. Всі потреби на ГВП задовольняють 4 бойлери BOSCH Tronic 1000 TR1000T 100 В потужністю 2 кВт. Їх об'єм 100 літрів.

1.1.5 Вентилятори та насоси

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» працює один циркулярний насос Wilo Class H, потужністю 0,05 кВт, який встановлений у локальній водяній системі.

1.1.6 Освітлення (зовнішнє та внутрішнє)

Зовнішнє освітлення: встановлено 10 світильників типу ДРЛ потужністю 250 Вт на вулиці. Вмикання та вимикання ліхтарів проводиться вручну охороною. Внутрішнє освітлення: встановлено 40 флуоресцентних світильників потужністю 100 Вт на 2-му поверсі. Також в складських приміщеннях встановлено 6 контактних ламп розжарювання потужністю 60 Вт та 18 ламп ДРЛ потужністю 250 Вт. Управління відбувається за допомогою вимикача.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Послуги з централізованого ГВП об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова» не користується, тому було встановлено електричний котел, який опалює офісне приміщення взимку. Можливості споживання газу на об'єкті не має. Це зумовлено тим, що газ не був підведений к будівлі із за складнощів розташування об'єкта. Річне споживання електроенергії за 2018 рік наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Споживання електроенергії за 2018 рік

Місяць	Електроенергія	Оплата за ЕЕ
	кВт*год	грн
Січень	21732	51791,702
Лютий	24918	59384,578
Березень	24888	59313,082
Квітень	21017	50087,714
Травень	9213	21956,422
Червень	8228	19608,970
Липень	7654	18241,013
Серпень	7173	17094,694
Вересень	7012	16710,998
Жовтень	7116	16958,851
Листопад	8374	19956,917
Грудень	19673	46884,694
Всього	166998	397989,634

Річне споживання електроенергії за 2019 рік представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Споживання електроенергії за 2019 рік

Місяць	Електроенергія	Оплата за ЕЕ
	кВт*год	грн
1	2	3
Січень	22631	62923,2324
Лютий	25977	72226,4508
Березень	24783	68906,6532
Квітень	19200	53383,68

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Травень	6912	19218,1248
Червень	7184	19974,3936
Липень	7321	20355,3084
Серпень	7812	21720,4848
Вересень	7620	21186,648
Жовтень	7139	19849,2756
Листопад	9024	25090,3296
Грудень	21714	60373,6056
Всього	167317	465208,1868

Річне споживання електроенергії за 2020 рік наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Споживання електроенергії за 2020 рік

Місяць	Електроенергія	Оплата за ЕЕ
	кВт*год	грн
Січень	25170	84812,832
Лютий	26421	89028,2016
Березень	24701	83232,4896
Квітень	16112	54290,9952
Травень	6873	23159,2608
Червень	7594	25588,7424
Липень	7642	25750,4832
Серпень	7735	26063,856
Вересень	7470	25170,912
Жовтень	6998	23580,4608
Листопад	8974	30238,7904
Грудень	25240	85048,704
Всього	170930	575965,728

Споживання електроенергії сумісно за 3 роки наведено на рисунку 1.2. Проаналізувавши графік зроблений висновок, що споживання в усіх трьох роках є подібним, аномальних років не має. На протязі цих років заходи з енергозбереження не застосовувалися. З грудня по квітень знаходяться максимуми споживання ЕЕ. Це пов'язано з тим, що взимку на об'єкті «Офісно-

складський комплекс на Федорова» працює електричний котел та кондиціонери, які споживають більшу частину електричної енергії взимку.

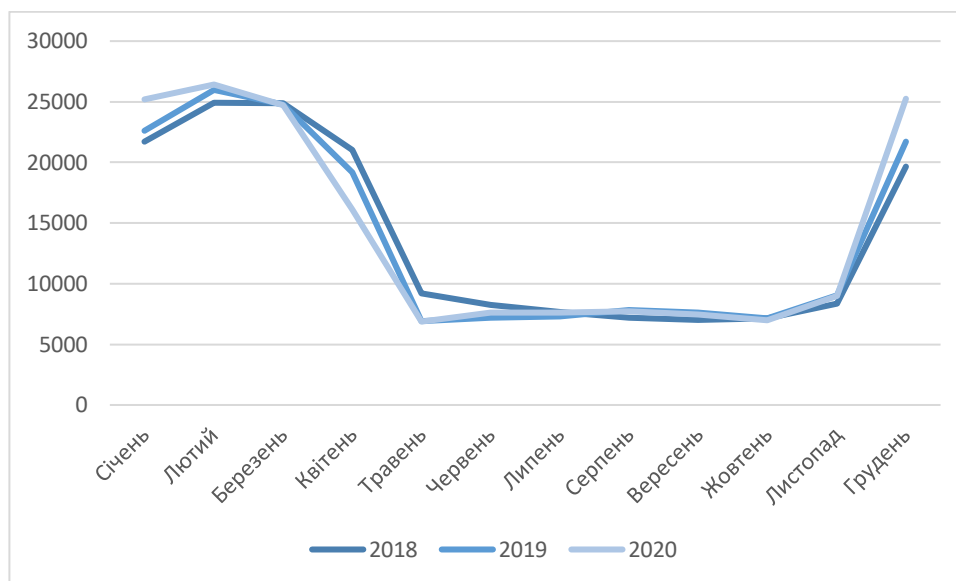


Рисунок 1.2 – Споживання електроенергії на об’єкті за 3 роки (кВт*год)

У літні місяці на графіку спостерігається зменшення споживання електроенергії за рахунок збільшення світлового дня та періоду відпусток. Річне споживання холодної води за 2020 рік наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Споживання води за 2020 рік

Місяць	Вода	Оплата за воду
	м ³	грн
Січень	59	2765,448
Лютий	65	3046,68
Березень	64	2999,808
Квітень	64	2999,808
Травень	60	2812,32
Червень	61	2859,192
Липень	65	3046,68
Серпень	64	2999,808
Вересень	59	2765,448
Жовтень	64	2999,808
Листопад	64	2999,808
Грудень	58	2718,576
Всього	747	35013,384

Споживання холодної води наведено на рисунку 1.3.

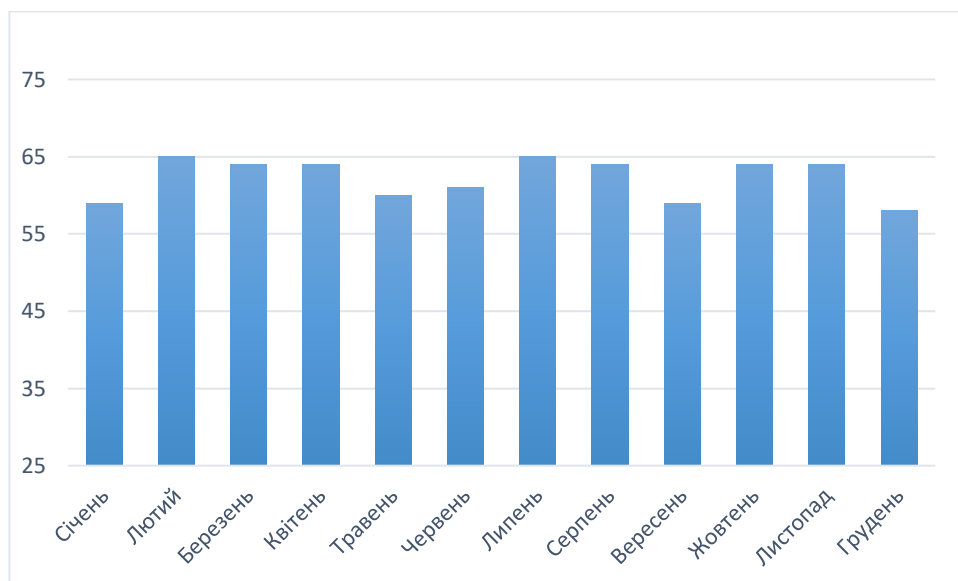


Рисунок 1.3 – Рівень споживання води у 2020 році (м³)

На графіку споживання холодної води зображено досить рівномірне споживання протягом року. Це пов'язано з тим, що у технологічних процесах на об'єкті вода не використовується.

Профіль використання електроенергії

Електроенергія, що, споживається на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова», витрачається на постачання установок, на кондиціювання повітря, на освітлення складу та офісу, кабінетів, коридорів. Чималий відсоток від споживання припадає на електричний котел. Добовий графік електричного навантаження за 18.12.2020 р. зображений на рисунку 1.4. Дані для його побудови представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Добове споживання електроенергії 18.12.2009 р.

Електроспоживання, кВт*год		12	58,3
Години	18.12.2020	13	48,9
1	16	14	49,3
2	16	15	58,4

Продовження таблиці 1.5

3	16	16	69,9
4	16	17	68,5
5	16	18	55,1
6	16	19	38,2
7	21,4	20	17,3
8	68,2	21	16,5
9	60,4	22	16,5
10	61,1	23	16
11	55,7	24	16

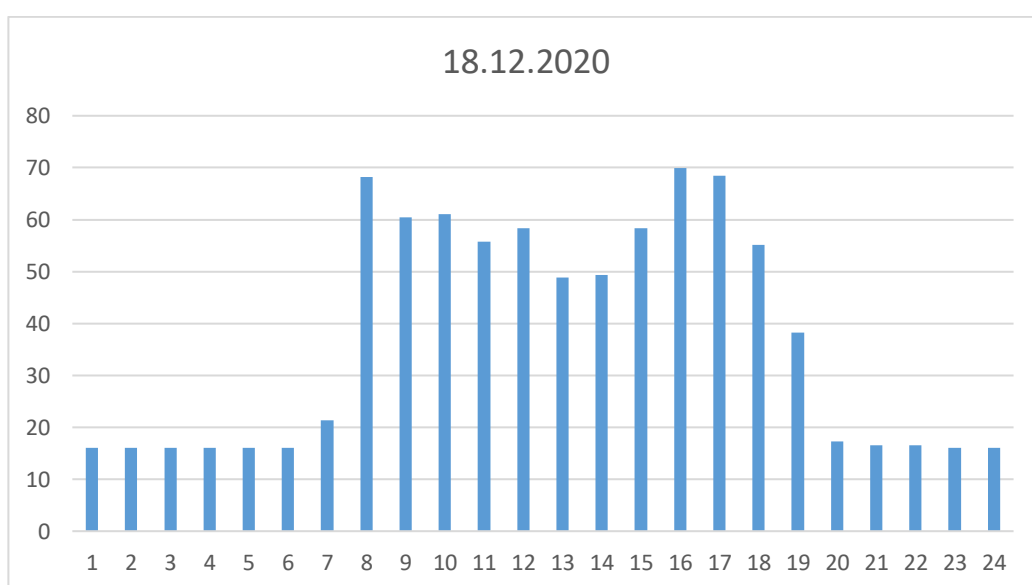


Рисунок 1.4 – Добове навантаження 18.12.2020 р.

Співвідношення використаних ресурсів наведено у 2020 році

Таблиця 1.6 – Співвідношення використаних ресурсів у 2020 році

Енергоносії	Річне споживання енергоносія	Річна вартість енергоносія, грн	Річна вартість енергоносія, %
Електрична енергія	170930 кВт*год	575965,728	94,27
Вода	747 м ³	35013,384	5,73
Тепло	-	-	-
Всього	-	610979,112	100

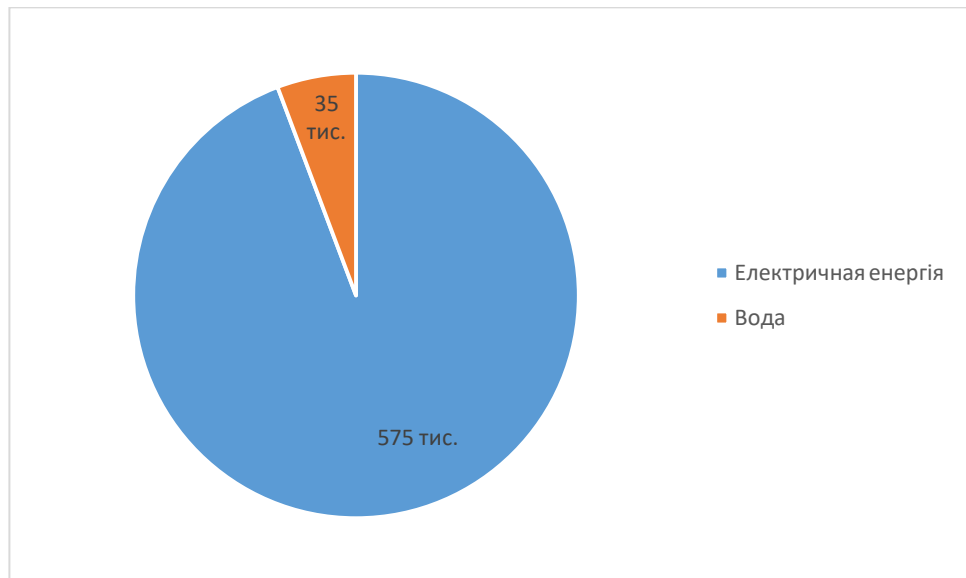


Рисунок 1.5 – Структура витрат на енергоресурси, грн

На Рисунку 1.5 наведено споживання:

1. Електричної енергії
2. Води

1.3 Існуючі тарифи на енергоносії

Об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова» платить за воду 46,872 грн./м³. За електроенергію – 3,6083 грн/кВт*год. Постачальником електричної енергії є АТ «Укрзалізниця»

1.4 Попередні заходи з енергозбереження

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» не виконувався енергоаудит та не застосовувались заходи з енергозбереження.

Висновки до розділу 1

В цьому розділі був проведений аналіз та розроблений загальний опис об'єкта «Офісно-складський комплекс на Федорова», де був проаналізований

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

особливості клімату та розміщення об'єкта. Створені характеристики загальних огорожувальних конструкцій будівлі. Була проаналізована система опалення, кондиціонування повітря та зовнішнє і внутрішнє освітлення. Також були зібрані проаналізовані дані про споживання паливно-енергетичних ресурсів за 3 роки.

На об'єкті існують проблеми пов'язані зі споживанням електричної енергії взимку. Це пов'язано з тим, що взимку на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» працює електричний котел та кондиціонери, які споживають більшу частину електричної енергії взимку. Також велике споживання електричної енергії взимку пов'язано з проблемами в огорожувальних конструкціях. Коефіцієнт теплопередачі в деяких конструкціях є достатньо низькій, тому теплові втрати можуть бути достатньо великі.

Для того, щоб вирішити проблеми написані вище, потрібно дослідити більш глибоко систему опалення об'єкту, оскільки опалення споживає більшу частину електричної енергії взимку, та його огорожувальну конструкцію

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

					НТУУ КП.001.7210.082 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз ефективності використання електричної енергії в офісно- складському комплексі			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Прищепя Я.О.									
Перевір.		Замулко А.І.							20		
Реценз.								ІЕЕ, ОН-72			
Н. Контр.		Прокопенко І. Д.									
Затверд.											

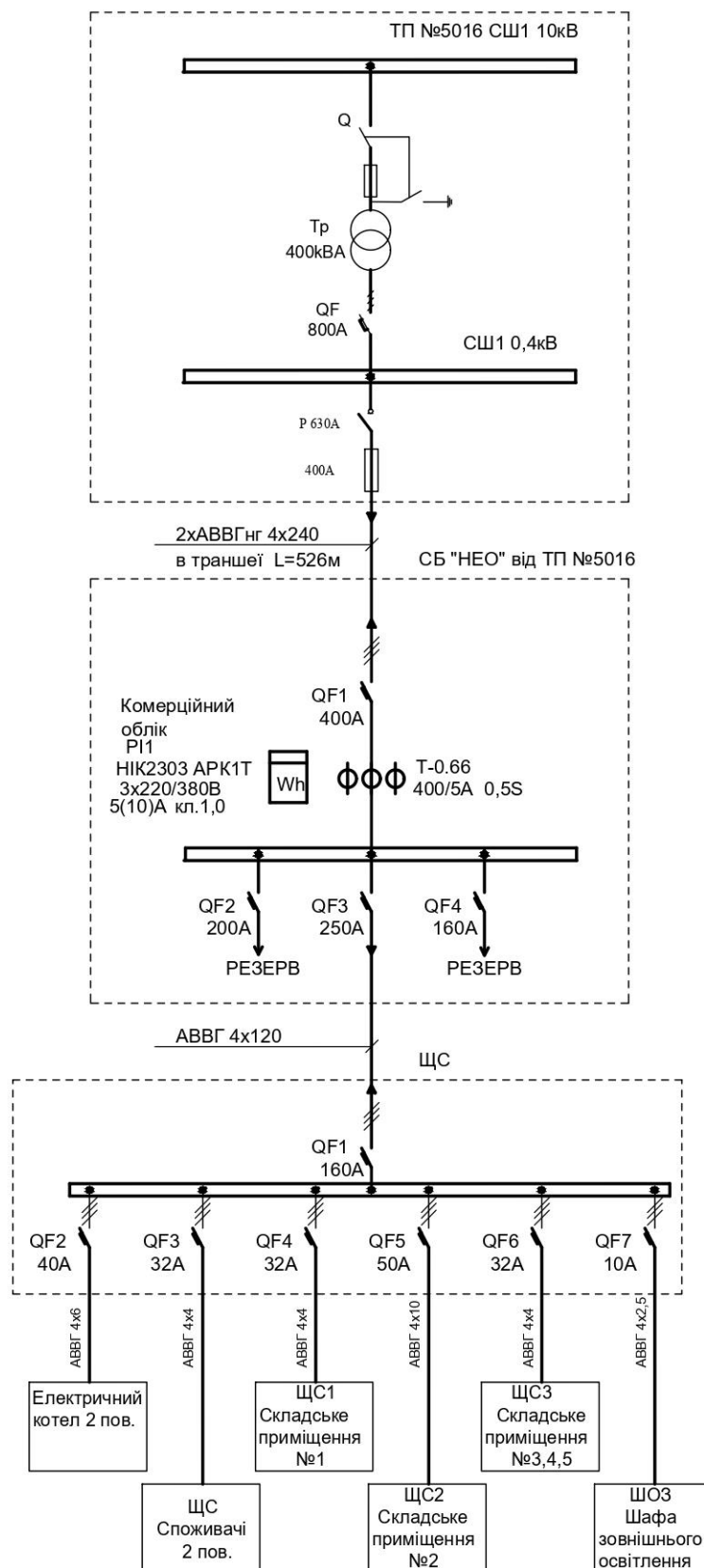


Рисунок 2.1 – Спрощена відновлена схема електропостачання

2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії

Однією із головних задач енергетичного аудитора є збирання, створення та виконання характеристики споживачів. Після складення загального списку обладнання на об'єкті, потрібно розподілити основне обладнання на групи споживачів для подальшого аналізу цих груп. В таблиці 2.1 представлені основні характеристики споживачів електричної енергії на об'єкті.

Таблиця 2.1 – Характеристики споживачів електричної енергії на об'єкті

Складське обладнання				
Найменування споживачів	n	k _в	P, кВт	T, год/рік
Холодильна камера	8	1	2	3300
Електрична таль	1	0,4	1	1300
Конвеєр	1	0,4	4	1600
Розеточна група	5	0,4	1	1200
Офісне обладнання (розеточна група)				
Найменування споживачів	n	k _в	P, кВт	T, год/рік
Комп'ютер	5	0,6	0,3	3200
Ноутбук	10	0,6	0,1	3200
Принтер	11	0,3	0,05	1200
Багатофункціональний пристрій	2	0,3	1	1340
Кавоварка	1	0,2	1	700
Опалення, ГВП та вентиляція				
Найменування споживачів	n	k _в	P, кВт	T, год/рік
Бойлер	4	0,8	2	3930
Кондиціонер	11	0,5	0,82	3000
Насос	1	0,5	0,05	3080
Електричний котел	1	0,5	24	3080
Освітлення				
Найменування споживачів	n	k _в	P, кВт	T, год/рік
Освітлення 2-го поверху	40	0,7	0,1	3250
Освітлення 1-го поверху	6	0,7	0,06	3250
Освітлення складів	18	0,7	0,25	3250
Зовнішнє освітлення	10	0,7	0,25	1300

В таблиці 2.1 споживачі об'єднані в 4 групи: складське обладнання, офісне обладнання, опалення, ГВП та вентиляція і освітлення. Найбільша

тривалість роботи у групі с опаленням, ГВП та вентиляцією. Це пов'язано з необхідністю опалювати то охолоджувати приміщення в різні періоди року, а також з потребою в гарячій воді.

2.3 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту (будівлі)

Для того, щоб виконати повірочний розрахунок навантажень об'єкту були використані Державні будівельні норми України: ДБН В.2.5-23:2010 [5]. Так як об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова» складається із складу на першому поверсі та офісу на другому поверсі, тому виконуються два повірочні розрахунки навантажень окремо. Сумарне навантаження об'єкту «Офісно-складський комплекс на Федорова» визначається за формулою:

$$\sum P = P_1 + P_2, \quad (2.1)$$

де P_1 - навантаження першого поверху, кВт;

P_2 - навантаження другого поверху, кВт.

Повірочний розрахунок навантажень офісного приміщення.

Навантаження другого поверху визначається за формулою:

$$P_2 = P_{\text{пит}2} \cdot F_2, \quad (2.2)$$

де $P_{\text{пит}2}$ - орієнтовне питоме розрахункове електричне навантаження другого поверху, кВт/м²;

F_2 - площа другого поверху, м².

В ДБН В.2.5-23:2010 в таблиці 3.15 – «Орієнтовні питомі розрахункові електричні навантаження будинків та споруд (приміщень) громадського призначення», обрані «Будівлі (приміщення) для науково-дослідних установ, проектних, управлінських, громадських організацій та культових будинків та споруд, адміністративні будинки промпідприємств з кондиціонування

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря» питоме навантаження якого складає 0,055 кВт/м². Загальна площа другого поверху об'єкта «Офісно-складський комплекс на Федорова» складає 248 м². За формулою (2.2):

$$P_2 = 0,055 \cdot 248 = 13,64 \text{ кВт.}$$

Повірочний розрахунок навантажень складського приміщення

Навантаження першого поверху визначається за формулою:

$$P_1 = P_{\text{пит1}} \cdot F_1 + P_{\text{доп}} \cdot F_{\text{доп}}, \quad (2.3)$$

де $P_{\text{пит1}}$ - орієнтовне питоме розрахункове електричне навантаження першого поверху, кВт/м²;

F_1 - площа першого поверху, м²;

$P_{\text{доп}}$ - орієнтовне питоме розрахункове електричне навантаження допоміжних приміщень, кВт/м²;

$F_{\text{доп}}$ - площа допоміжних приміщень, м².

В ДБН В.2.5-23_2010 в таблиці 3.15 – «Орієнтовні питомі розрахункові електричні навантаження будинків та споруд (приміщень) громадського призначення», обрані «Громадські будівлі багатофункціонального призначення» питоме навантаження якого складає 0,08 кВт/м². Загальна площа першого поверху об'єкта «Офісно-складський комплекс на Федорова» складає 1683,4 м². Площа складських приміщень становить 1349,2 м². Площа допоміжних приміщень становить 334,2 м². До допоміжних приміщень ми використаємо питоме навантаження 0,04 кВт/м². За формулою (2.3) отримаємо:

$$P_1 = 0,08 \cdot 1349,2 + 0,04 \cdot 334,2 = 121,304 \text{ кВт.}$$

Сумарне розрахункове навантаження об'єкту за формулою (2.1):

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum P = P_1 + P_2 = 121,304 + 13,64 = 134,944 \text{ кВт.}$$

2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення)

Освітлення робочого місця нормується згідно з Державними будівельними нормами України: ДБН В.2.5-28:2018 [6]. Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Так як об'єкт складається із складу та офісу, мінімальний рівень освітленості буде відрізнятися, тому розрахунки проводяться окремо.

Повірочний розрахунок освітлення у складському приміщенні.

Розрахунок проведемо за допомогою методу світлового потоку. У приміщенні використовуються лампи ДРЛ потужністю 250 Вт. Світловий потік 13500 лм. Кількість ламп – 8. За ДБН В.2.5-28:2018 [6] мінімальний рівень освітленості приймається $E_{\min} = 100$ лк. Світловий потік визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{S \cdot E_{\min} \cdot k_3 \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (2.4)$$

де $E_{\min}$ - мінімальний рівень освітленості, лк;

n – кількість ламп, шт.;

S – площа приміщення, м^2 ;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

k_3 – коефіцієнт запасу, $k_3=1,1$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z=1,15$.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Відомо, що висота стелі приміщення становить 6 м. Відстань від стелі до лампи $h_c = 0,1$ м. Висота робочої поверхні $h_p = 0$ м. Тоді висоту підвісу світильника визначимо за формулою:

$$h = H - h_p - h_c, \quad (2.5)$$

Тоді за формулою (2.5):

$$h = 6 - 0,1 - 0 = 5,9 \text{ м}$$

Індекс приміщення визначається за виразом:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.6)$$

За формулою (2.6):

$$i = \frac{17,8 \cdot 18,15}{5,9 \cdot (17,8 + 18,15)} = 1,52 .$$

При $i = 1,52$ та враховуючи, що стеля приміщення бетонна біла: $\rho_{сл} = 50\%$, стіни бетонні сірі $\rho_{сн} = 30\%$, підлога з сіра $\rho_{п} = 10\%$, визначається коефіцієнт використання світлового потоку η . Згідно з таблиці А.1 додатку А маємо: $\eta = 38$. Світловий потік за формулою (2.4):

$$\Phi_{л} = \frac{323,07 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 1,15}{8 \cdot 0,38} = 13443,538 \text{ лм}$$

Перевірка за умовою:

$$0,9 \cdot \Phi_{л} < \Phi_{св} < 1,2 \cdot \Phi_{л}$$

$$0,9 \cdot 13443 < 13500 < 1,2 \cdot 13443$$

$$12099 < 13500 < 16132$$

Перевірка умови виконується, отже світловий потік задовольняє значенню для забезпечення нормованої освітленості.

Повірочний розрахунок освітлення у офісному приміщенні.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок проводиться за допомогою методу світлового потоку. У приміщенні використовуються світильники з люмінесцентними лампами потужністю 100 Вт. Кількість ламп у світильнику – 4, зі світловим потоком 4800 лм. Кількість світильників – 1. За ДБН В.2.5-28:2018 [6] мінімальний рівень освітленості приймається $E_{\min} = 400$ лк. Відомо, що висота стелі приміщення становить 3 м. Відстань від стелі до лампи $h_c = 0$ м. Висота робочої поверхні $h_p = 1$ м. Висота підвісу світильника за формулою (2.5):

$$h = 3 - 1 = 2 \text{ м}$$

Індекс приміщення за формулою (2.6):

$$i = \frac{6,1 \cdot 4,34}{2 \cdot (6,1 + 4,34)} = 1,27$$

При $i=1,27$ та враховуючи, що стеля приміщення біла: $\rho_{\text{ст}} = 70\%$, стіни мають зелений колір $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, підлога з бетону $\rho_{\text{п}} = 30\%$, визначається коефіцієнт використання світлового потоку η . Згідно з таблиці А.1 додатку А маємо: $\eta = 37,4$. Світловий потік за формулою (2.4):

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{12,846 \cdot 400 \cdot 1,1 \cdot 1,15}{4 \cdot 0,374} = 4344,97 \text{ лм}$$

Перевірка за умовою:

$$0,9 \cdot \Phi_{\text{л}} < \Phi_{\text{св}} < 1,2 \cdot \Phi_{\text{л}}$$

$$0,9 \cdot 4344 < 4800 < 1,2 \cdot 4344$$

$$3909 < 4800 < 5212$$

Перевірка умови виконується, отже світловий потік задовольняє значенню для забезпечення нормованої освітленості.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії на об'єкті

Для того, щоб підрахувати баланс споживання електричної енергії на об'єкті, використовується таблицю 2.1 – характеристики споживачів електричної енергії на об'єкті із пункту 2.2. Складений баланс споживання електричної енергії на об'єкті наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Баланс споживання електричної енергії

Найменування електроспоживчого обладнання	Встановле на потужність одиниці обладнання, кВт	Кількість одиниць обладнання, шт	Загальна встановле на потужність обладнання, кВт	Кв	Тривалість роботи, год/рік	Загальне електроспоживання, кВт*год
Складське обладнання						
Холодильна камера	2	8	16	1	3300	52800
Електрична таль	1	1	1	0,4	1300	520
Конвектор	4	1	4	0,4	1600	2560
Розеточна група	1	5	5	0,4	1200	2400
Офісне обладнання (розеточна група)						
Комп'ютер	0,3	5	1,5	0,6	3200	2880
Ноутбук	0,1	10	1	0,6	3200	1920
Принтер	0,05	11	0,55	0,3	1200	198
Багатофункціональний пристрій	1	2	2	0,3	1340	804
Кавоварка	1	1	1	0,2	700	140
Опалення, ГВП та вентиляція						
Бойлер	2	4	8	0,8	3930	25152
Кондиціонер	0,82	11	9,02	0,5	3000	13530
Насос	0,05	1	0,05	0,5	3080	77
Електричний котел	24	1	24	0,5	3080	36960
Освітлення						
Освітлення 2-го поверху	0,1	40	4	0,7	3250	9100
Освітлення 1-го поверху	0,06	6	0,36	0,7	3250	819
Освітлення складів	0,25	18	4,5	0,7	3250	10237,5
Зовнішнє освітлення	0,25	10	2,5	0,7	1300	2275

Загалом споживається: 162372,5 кВт*год.

Порівняємо отриманий теоретичний баланс по споживанню електричної енергії з реальним. Реальний баланс споживання електричної енергії за 2020 рік складає 170930 кВт*год. Підрахований баланс споживання електричної енергії є нижчим ніж реальний. Це пов'язано з втратами електричної енергії у кабелях ліній, які є застарілими, та можливі втрати у обладнанні. Споживання окремо по групам споживачів наведено на рисунку 2.2.

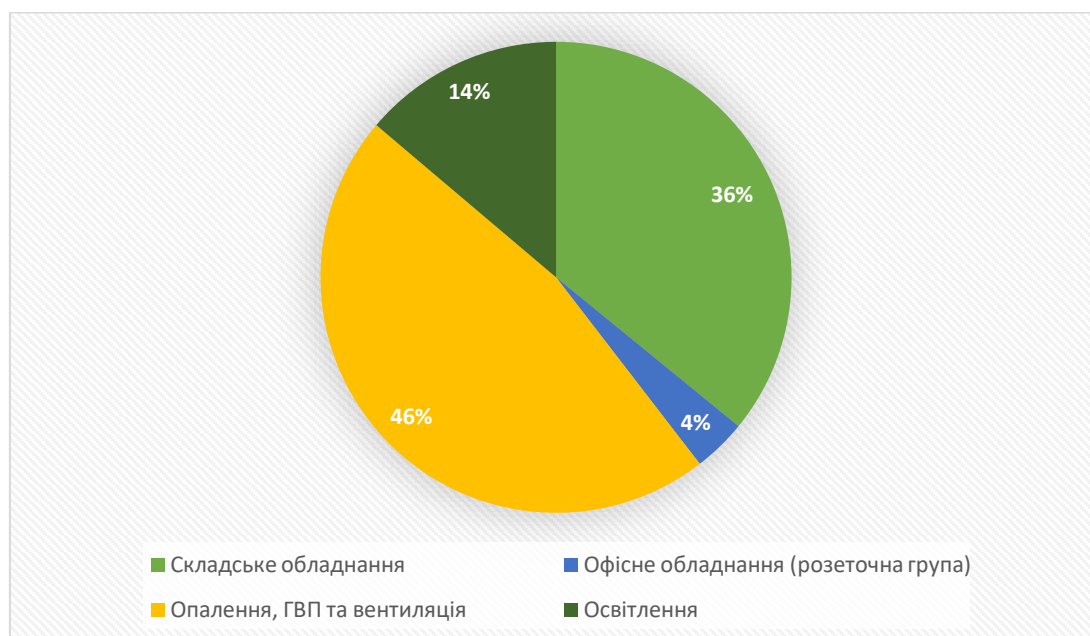


Рисунок 2.2 – Баланс споживання по групам споживачів

Проаналізувавши графік, найбільше електроенергії споживає опалення, ГВП та вентиляція. Ця група споживачів має найбільшу тривалість роботи, а також велику встановлену потужність обладнання. Найбільше споживання серед цієї групи споживачів має електричний котел завдяки його великій потужності. Подальшою задачею буде більш точно розібрати роботу електричного котла для майбутніх можливих заходів, пов'язаних з цим споживачем та його групою.

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

В договорі на електропостачання вказано, що ТОВ «НЕО БІЗНЕС СИСТЕМИ» сплачує тільки за використану активну електричну енергію. Реактивна електрична енергія не обліковується. На рисунку 2.1 в пункті 2.1 на спрощеній системі електропостачання зображений вузол комерційного обліку АСКОВ, який складається з:

- лічильник електричної енергії;
- трансформатори струму;
- система передачі даних.

Оскільки ТОВ «НЕО БІЗНЕС СИСТЕМИ» займається здачею в оренду складських та офісних приміщень, то на кожного орендаря встановлений окремий лічильник технічного обліку електричної енергії. Електричний котел має свій окремий лічильник електричної енергії. Лічильники мають задовільний технічний стан, так як були встановлені нещодавно. Система обліку на об'єкті працює ефективно та не потребує модернізації.

2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії

2.7.1 Заміна кабелів (ЗЕЗ.№2.1)

Поточний стан.

На даний момент на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» від головного ЩС прокладені три кабелі до складських приміщень та один кабель, який прокладений до електричного котла. Дата їхнього монтування – 1990 рік. Це означає, що кабелі знаходяться в незадовільному стані, тому може виникнути аварія.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рисунок 2.3 – Приклад старих кабельних ліній

Термін життя алюмінієвих проводів, значно менше ніж у проводів мідних. Алюміній в більшій мірі схильний до окислення, і є менш гнучким і більш м'яким металом (якщо порівнювати з мідними сплавами). Проблема алюмінію, особливо сильно проявляється в місцях з'єднань і перегинів в проводці. Підвищена вологість і поганий контакт - також прискорюють процеси окислення. Надалі, це призводить до перегріву і обгорання контактів.

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується повністю замінити існуючу кабельну лінію на нові кабелі більшого перерізу. Також буде змінений шлях кабельної траси, що дозволить з економити на довжині кабелю. Три алюмінієвих кабелі, що йдуть до складських приміщень будуть замінені на один мідний кабель більшого перерізу. Також алюмінієвий кабель, який йде до електричного котла буде замінений на мідний такого ж перерізу.

Стара алюмінієва проводка має одинарну ізоляцію, що за сучасними правилами ПУЕ неприпустимо. Одинарна ізоляція чревата витокami струму в стіни або на інші конструкції будинку. У сучасному житлі, необхідний провід в подвійній ізоляції, який називається кабелем. За новими правилами, в

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

квартирах і будинках дозволено використовувати тільки кабель в подвійній ізоляції.



Рисунок 2.4 – Приклад чотирьох жильного мідного кабелю

Тому заміна кабельних мереж являє собою не тільки економічно обґрунтований захід, а й захід, який підвищує подальшу безпечну експлуатацію електричних мереж.

Перевірка кабельних ліній на допустимий струм.

Робочий струм в лініях підраховується за формулою:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (2.7)$$

де P_p - робоча потужність, Вт;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності;

U_n - номінальна напруга, В.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Три кабельні лінії, що прокладені до складських приміщень замінені на кабель на напругу 0,4 кВ ВВГ 4х16 мм². Параметри: $P_p = 37.542$ кВт, $\cos \varphi = 0.92$, $U_n = 380$ В. Отже, робочий струм в лінії за формулою (2.7):

$$I_p = \frac{37542}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.92} = 62 \text{ А.}$$

Використовуючи довідкові дані (таблиці) по система електропостачання [7] із таблиці 15 знаходимо допустиме струмове навантаження для кабелю ВВГ 4х16 мм²:

$$I_{дон} = 81 \text{ А.}$$

Таким чином, кабель марки ВВГ з мідними жилами з ізоляцією на номінальну напругу 0,4 кВ з перерізом $F=4 \times 16$ мм² проходить перевірку по струмах: $I_{дон} = 81 > I_p = 62$ А.

Кабельна лінія, що прокладена до електричного котла замінена на кабель на напругу 0,4 кВ ВВГ 4х6 мм². Робоча потужність: $P_p = 24$ кВт, $\cos \varphi = 0.95$, $U_n = 380$ В. Отже, робочий струм в лінії за формулою (2.7):

$$I_p = \frac{24000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95} = 38.38 \text{ А.}$$

Використовуючи довідкові дані (таблиці) по система електропостачання [7] із таблиці 15 знаходимо допустиме струмове навантаження для кабелю ВВГ 4х6 мм²:

$$I_{дон} = 45.5 \text{ А.}$$

Таким чином, кабель марки ВВГ з мідними жилами з ізоляцією на номінальну напругу 0,4 кВ з перерізом $F=4 \times 6$ мм² проходить перевірку по струмах: $I_{дон} = 45.5 > I_p = 38.38$ А.

Розрахунок річної економії енергії.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати енергії в лініях визначаються за формулою:

$$\Delta W = \frac{P_c^2 \cdot R}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_c} \cdot k_f^2 \cdot t \cdot 10^{-3}, \quad (2.8)$$

де P_c – середня фактична активна потужність лінії, кВт;

R – опір однієї жили кабелю, Ом;

t – тривалість роботи лінії за розглянутий період часу, год.;

U – напруга на початку лінії, кВ;

$\cos \varphi_c$ – середньозважений коефіцієнт потужності за час t для даної лінії;

k_f – коефіцієнт форми графіка.

Втрати в новому кабелі 0,4 кВ ВВГ 4х6 мм² за формулою (2.8):

$$\Delta W = \frac{12,731^2 \cdot 3,08 \cdot 0,045}{0,39^2 \cdot 0,95^2} \cdot 0,903^2 \cdot 352 \cdot 10^{-3} = 46,971 \text{ кВт*год.}$$

Річна економія електроенергії після монтажу цього кабелю:

$$E_1 = T_1 \cdot (W_1 - \Delta W) = 5 \cdot (180,1 - 46,971) = 665,645 \text{ кВт*год/рік.}$$

Втрати в новому кабелі 0,4 кВ ВВГ 4х16 мм² за червень та грудень за формулою (2.8):

$$\Delta W_r = \frac{44,357^2 \cdot 1,15 \cdot 0,05}{0,39^2 \cdot 0,95^2} \cdot 0,903^2 \cdot 352 \cdot 10^{-3} = 236,556 \text{ кВт*год.}$$

$$\Delta W_q = \frac{25,325^2 \cdot 1,15 \cdot 0,05}{0,39^2 \cdot 0,95^2} \cdot 0,903^2 \cdot 352 \cdot 10^{-3} = 77,109 \text{ кВт*год.}$$

Річна економія електроенергії після монтажу цього кабелю:

$$\begin{aligned} E_2 &= T_2 \cdot (W_r - \Delta W_r) + T_2 \cdot (W_q - \Delta W_q) = \\ &= 6 \cdot (604,308 - 236,556) + 6 \cdot (204,541 - 77,109) = 2971,103 \text{ кВт*год./рік} \end{aligned}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна річна економія електричної енергії:

$$\Sigma E = E_1 + E_2 = 2971,103 + 665,645 = 3636,748 \text{ кВт*год/рік.}$$

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$B_{\text{екон}} = \Sigma E \cdot C = 3636,748 \cdot 3,61 = 13128,659 \text{ грн/рік.}$$

Розрахунок втрат на введення в експлуатацію.

Втрати на матеріали та монтаж наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Втрати на роботу та матеріали

			По кошторису		
	Назва	Од. виміру	Кільк.	Ціна	Ціна од.
Роботи					
	Монтаж кабельної траси (лоток на полицях)	м	81	12 960,00	160,00
	Монтаж кришки лотка	м.	81	972,00	12,00
	Монтаж силового кабеля (по лотку на полицях)	м	69	2 622,00	38,00
	Монтаж силового кабеля (на тросу в трубі)	м	26	1 310,40	50,40
	Буріння ям під установку опор з установкою	шт	1	1 000,00	1 000,00
	Монтаж тросового підвісу	м.	12	1 920,00	160,00
	Монтаж стойки	компл.	1	1 200,00	1 200,00
	Приєднання до затискачів живих провідників перетином до 35мм	шт.	68	4 080,00	60,00
	Вартість монтажу			26 064,40	
Матеріали					
	Кабель на напругу 0,4 кВ ВВГ 4х6 мм 2	м.	45	2 880,00	64,00
	Кабель на напругу 0,4 кВ ВВГ 4х16 мм 3	м.	50	12 000,00	240,00
	Провід ПВ3 1х16	м.	26	754,00	29,00
	Наконечник мідний	шт.	72	4 737,60	65,80
	Матеріал для кабельної траси (лоток)	компл.	1	13 216,50	13 216,50
	Матеріал для кабельної траси (троси)	компл.	1	1 532,40	1 532,40
	Металорукав в ПВХ покритті, IP67 d = 50	м.	25	2 063,75	82,55
	Металоконструкції	компл.	1	3 300,00	3 300,00
	Витратні матеріали	компл.	1	1 980,00	1 980,00
	Вартість матеріалу підрядника			42 464,25	
	ВСЬОГО			68 528,65	

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Сумарні капітальні витрати, які потрібні для запровадження заходу заміни кабельних ліній становлять 68,528 тис. грн. На амортизацію відведено 10% від капітальних витрат на матеріали – 4,246 тис. грн. Витрат на експлуатацію не передбачається.

Оцінка простої окупності.

Проста окупність визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B_{витр}}{B_{екон}}, \quad (2.9)$$

$B_{витр}$ - витрати на запровадження заходу, грн.;

$B_{екон}$ - загальна економія, грн./рік.

Загальні витрати на захід становлять 72774 грн., а економія складає 13129 грн./рік. Тому за формулою (2.9) окупність буде становити:

$$T_{ок} = \frac{72774}{13129} = 5.543 \text{ тобто } 5 \text{ років } 7 \text{ місяців.}$$

Економічний розрахунок заходу

Час терміну служби кабелів. а отже і терміну життя проєкту, дорівнює 30 років. Ставка дисконту Національного банку України становить 7,5% [8].

Для того, щоб виконати економічний розрахунок заходу, потрібно підрахувати грошовий потік (Cash flow), тис.грн.:

$$Cashflow = \text{Економія} - (\text{Кап.витрати} + \text{Експ.витрати}). \quad (2.10)$$

В таблицю 2.4 занесемо фінансові показники проєкту, такі як термін життя, капітальні витрати, економію, грошовий потік, експлуатаційні витрати, та грошовий потік КУСУМ.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Економічні показники

Час життя проекту	Капітальні витрати, тис грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис грн	Економія, тис грн	Грошовий потік(Cash flow), тис грн	Грошовий потік КУСУМ(Кумулятивний), тис грн
0	72,774	0	0	-72,774	-72,774
1	0	0	13,129	13,129	-59,645
2	0	0	13,129	13,129	-46,516
3	0	0	13,129	13,129	-33,387
4	0	0	13,129	13,129	-20,258
5	0	0	13,129	13,129	-7,129
6	0	0	13,129	13,129	6
7	0	0	13,129	13,129	19,129
8	0	0	13,129	13,129	32,258
9	0	0	13,129	13,129	45,387
10	0	0	13,129	13,129	58,516
11	0	0	13,129	13,129	71,645
12	0	0	13,129	13,129	84,774
13	0	0	13,129	13,129	97,903
14	0	0	13,129	13,129	111,032
15	0	0	13,129	13,129	124,161
16	0	0	13,129	13,129	137,29
17	0	0	13,129	13,129	150,419
18	0	0	13,129	13,129	163,548
19	0	0	13,129	13,129	176,677
20	0	0	13,129	13,129	189,806
21	0	0	13,129	13,129	202,935
22	0	0	13,129	13,129	216,064
23	0	0	13,129	13,129	229,193
24	0	0	13,129	13,129	242,322
25	0	0	13,129	13,129	255,451
26	0	0	13,129	13,129	268,58
27	0	0	13,129	13,129	281,709
28	0	0	13,129	13,129	294,838
29	0	0	13,129	13,129	307,967
30	0	0	13,129	13,129	321,096

Грошовий потік КУСУМ визначений як грошовий потік n року + грошовий потік КУСУМ n-1 року.

Простий термін окупності заходу: 5 років, 7 місяць.

Аналогічний розрахунок проведемо з урахуванням ставки дисконтування:

$$\text{Коеф.Дисконту} = \frac{1}{(1 + (\frac{7,5}{100}))^{\text{рік}}} \quad (2.11)$$

Дисконтований грошовий потік = Коеф. Дисконту * Грошовий потік

Таблиця 2.5 – Дисконтовані економічні показники

Час життя проекту	Капітальні витрати, тис грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис грн	Економія, тис грн	Коеф дисконту	Дисконтований грошовий потік	Дисконтований грошовий потік КУСУМ
1	2	3	4	5	6	7
0	72,774	0	0	1	-72,774	-72,774
1	0	0	13,129	0,930	12,213	-60,561
2	0	0	13,129	0,865	11,361	-49,200
3	0	0	13,129	0,805	10,568	-38,632
4	0	0	13,129	0,749	9,831	-28,801
5	0	0	13,129	0,697	9,145	-19,656
6	0	0	13,129	0,648	8,507	-11,148
7	0	0	13,129	0,603	7,914	-3,235
8	0	0	13,129	0,561	7,361	4,127
9	0	0	13,129	0,522	6,848	10,974
10	0	0	13,129	0,485	6,370	17,345
11	0	0	13,129	0,451	5,926	23,270
12	0	0	13,129	0,420	5,512	28,782
13	0	0	13,129	0,391	5,128	33,910
14	0	0	13,129	0,363	4,770	38,680
15	0	0	13,129	0,338	4,437	43,117
16	0	0	13,129	0,314	4,128	47,245
17	0	0	13,129	0,292	3,840	51,084

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7
18	0	0	13,129	0,272	3,572	54,656
19	0	0	13,129	0,253	3,323	57,979
20	0	0	13,129	0,235	3,091	61,069
21	0	0	13,129	0,219	2,875	63,945
22	0	0	13,129	0,204	2,675	66,619
23	0	0	13,129	0,189	2,488	69,107
24	0	0	13,129	0,176	2,314	71,421
25	0	0	13,129	0,164	2,153	73,574
26	0	0	13,129	0,153	2,003	75,577
27	0	0	13,129	0,142	1,863	77,440
28	0	0	13,129	0,132	1,733	79,173
29	0	0	13,129	0,123	1,612	80,785
30	0	0	13,129	0,114	1,500	82,285

Дисконтований термін окупності заходу: 7 років, 5 місяців.

Чисту приведену вартість (збиток або прибуток після реалізації проекту з урахуванням знецінення грошей у часті):

$$NPV = \sum \text{Диск. Cashflow}. \quad (2.12)$$

За формулою (2.12) отримаємо:

$$NPV = -72,774 + \dots + 1,5 = 82,284 \text{ тис. грн.}$$

Знайдемо внутрішню норму рентабельності за формулою:

$$IRR = A + \frac{a \cdot (B - A)}{(a - b)}, \quad (2.13)$$

де А – величина ставки дисконту, при якій NPV позитивна;

В – величина ставки дисконту, при якій NPV негативна;

а – величина позитивної NPV, при величині ставки дисконту А;

б – величина NPV, при величині ставки дисконту В.

Підставляємо значення в формулу (2.13) та отримуємо:

$$IRR = 7,5 + \frac{82,28 \cdot (20 - 7,5)}{(82,28 + 7,4)} = 18,97\%.$$

Внутрішня норма рентабельності складає 18,97 % - це означає що вкладені гроші повернуться, з урахуванням знецінення грошей в часі.

2.7.2 Заміна світильників (ЗЕЗ.№2.2)

Поточний стан.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» встановлено 40 флуоресцентних світильників потужністю 100 Вт на 2-му поверсі. Також в складських приміщеннях встановлено 6 контактних ламп розжарювання потужністю 60 Вт та 18 ламп ДРЛ потужністю 250 Вт.

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується замінити флуоресцентні світильники на більш економічні світильники ДВО Panel 36-001 УХЛ4 60х60 4000К, які мають однаковий світловий потік, але мають потужність 36 Вт. Компактні лампи розжарювання пропонується замінити на світлодіодні лампи E27 LED 9W WW A60 потужністю 9 Вт. Також потрібна заміна ламп ДРЛ на світлодіодні світильник LED ДСП Cobay 100 S 001 УХЛ 3.1, який має однаковий світловий потік, але мають потужність 100 Вт.

Розрахунок річної економії енергії.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна економія електричної енергії від заміни ламп визначається за формулою:

$$\Delta W_p = (N_1 \cdot P_1 - N_2 \cdot P_2) \cdot k_n \cdot T_p, \quad (2.14)$$

де N_1 - кількість старих світильників, шт.;

N_2 - кількість нових світильників, шт.;

P_1 - потужність старих світильників, Вт;

P_2 - потужність нових світильників, Вт;

k_n - коефіцієнт попиту світильників;

T_p - години роботи світильника в рік, год/рік.

Річна економія при впровадженні заміни флуоресцентних світильників за формулою (2.14):

$$\Delta W_{p1} = 40 \cdot 0,8 \cdot 2000 \cdot (100 - 36) / 1000 = 4096 \text{ кВт*год/рік.}$$

Річна економія при впровадженні заміни контактних ламп розжарювання за формулою (2.14):

$$\Delta W_{p2} = 6 \cdot 0,8 \cdot 2000 \cdot (60 - 9) / 1000 = 489,6 \text{ кВт*год/рік.}$$

Річна економія при впровадженні заміни ламп ДРЛ за формулою (2.14):

$$\Delta W_{p3} = 18 \cdot 0,8 \cdot 2000 \cdot (250 - 100) / 1000 = 4320 \text{ кВт*год/рік.}$$

Сумарна річна економія електричної енергії:

$$\Sigma E = \Delta W_{p1} + \Delta W_{p2} + \Delta W_{p3} = 4096 + 489,6 + 4320 = 8905,6 \text{ кВт*год/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт·год річна економія витрат складатиме:

$$B_{\text{екон}} = \sum E \cdot C = 8905.6 \cdot 3.61 = 32149.216 \text{ грн./рік}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Загальні витрати на встановлення світильників за формулою:

$$B_{\text{витр}} = \sum N \cdot B, \quad (2.15)$$

де N - кількість обладнання, шт.;

B_c - вартість обладнання, грн.

Монтаж освітлення проводиться штатним електриком, тому витрати на роботу відсутні.

Отже, за формулою (2.15):

$$B_{\text{витр}} = 40 \cdot 312 + 6 \cdot 49 + 18 \cdot 1015 = 31044 \text{ грн}$$

Оцінка простої окупності.

Загальні витрати на захід становлять 31044 грн., а економія складає 73340,399 грн./рік. Тому за формулою (2.9) окупність буде становити:

$$T_{\text{ок}} = \frac{31044}{32149,216} = 0.966 \text{ років або } 11,6 \text{ місяців}$$

2.7.3 Встановлення датчиків освітленості на вуличних ліхтарях (ЗЕЗ №2.3)

Поточний стан.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» встановлено 10 світильників типу ДРЛ потужністю 250 Вт на вулиці. Вмикання та вимикання ліхтарів проводиться вручну охороною.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується встановити датчик освітленості SEN26/LXP02 10A 5-15Lux білий IP44 Feron на вуличних ліхтарях з метою скорочення споживання електричної енергії та продовження терміну експлуатації освітлювального обладнання. Так як до цього вуличне освітлення вмикав персон об'єкту, не є випадковістю, коли персонал вмикав освітлювальне обладнання занадто раніше або вимикав занадто пізніше ніж це було потрібно. Тому щоденна економія буде складати приблизно:

$$E_{\text{день}} = N \cdot P \cdot T_{\text{день}} = 10 \cdot 0,25 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ кВт*год./день}$$

Розрахунок річної економії енергії.

Річна економія електричної енергії від заміни ламп визначається за формулою:

$$\Delta W = T \cdot E_{\text{день}} = 365 \cdot 1,25 = 456,25 \text{ кВт*год/рік}$$

Розрахунок річної економії витрат.

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\sum E_{\text{грн}} = 456,25 \cdot 3,61 = 1647,06 \text{ грн./рік}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Витрати на монтаж датчику становитимуть 100% від його ціни, ціна SEN26/LXP02 10A 5-15Lux білий IP44 Feron визначається за формулою (2.15):

$$B = (125 \cdot 1) \cdot 2 = 250 \text{ грн}$$

Оцінка простої окупності.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні витрати на захід становлять 250 грн., а економія складає 1647,06 грн./рік. Тому за формулою (2.9) окупність буде становити:

$$T_{\text{ок}} = \frac{250}{1647,06} = 0,152 \text{ року або } 1,8 \text{ місяця.}$$

Висновки до розділу 2

В цьому розділі був проведений аналіз та розроблена схема електропостачання об'єкта «Офісно-складський комплекс на Федорова», де були проаналізовані особливості розташування основних електричних елементів та розміщення їх на схемі. Створені характеристики основних споживачів електричної енергії. Був побудований повірочний розрахунок навантажень та внутрішнього електричного освітлення. Підрахований теоретичний баланс та порівняний з балансом за 2020 рік.

Після побудови спрощеної схеми електропостачання об'єкта, була проаналізована та виявлена проблема в кабельних лініях, в яких закінчився строк експлуатації. Підрахований баланс споживання електричної енергії є нижчим ніж реальний. Це пов'язано з втратами електричної енергії у кабелях ліній, які є застарілими, та можливі втрати у обладнанні. За балансом найбільше електроенергії споживає опалення, ГВП та вентиляція. Ця група споживачів має найбільшу тривалість роботи, а також велику встановлену потужність обладнання. Найбільше споживання серед цієї групи споживачів має електричний котел завдяки його великій потужності.

У заходах замінені кабельні лінії, що дозволило зменшити втрати електричної енергії. Також, замінені світильники на першому та другому поверхах на більш енергоефективні. В останньому заході був встановлений датчик освітленості на вуличних ліхтарях, що дозволило зменшити їх тривалість роботи, а отже і споживану електричну енергію.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

3.1 Загальні відомості

Система опалення на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» виконана в виді локального теплозабезпечення, яка складається з: електричного котла моделі Prothem Skat 24K потужністю 24 кВт та водяної системи, в якій працює один циркулярний насос Wilo Class H, потужністю 0,05 кВт. Труби – металопластикові. Ця система опалює офісне приміщення взимку. Водяна система однострубна (постійний гідравлічний режим) та має 14 чавунних радіаторів із десятима секціями.

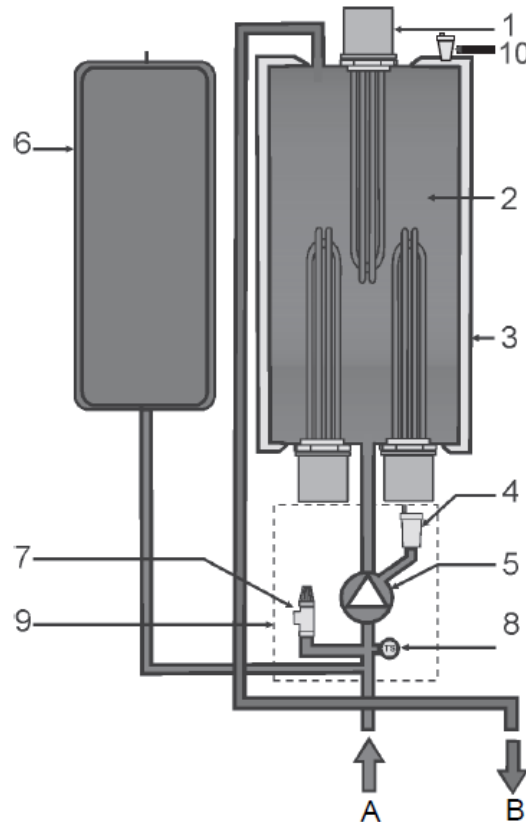


Рисунок 3.1 – Принципова схема електричного котла

					НТУУ КП.001.7210.082 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення енергетичної ефективності та заходів з її підвищення	Літ.		Арк.	Аркушів		
Розроб.		Прищепя Я.О.						46			
Перевір.		Виноградов-Салтиков В.О.				IEE, ОН-72					
Реценз.											
Н. Контр.		Прокопенко І. Д.									
Затверд.											

На рисунку ми можемо побачити: (1) – ТЕНи, (2) – Теплообмінники, (3) – Ізоляція, (4) – Відведення повітря, (5) – Насос, (6) – Розширювальний бак, (7) – Запобіжний клапан ОВ, (8) – Датчик тиску, (9) – Гідрогрупа, (А) – Зворотня лінія із системи опалення, (В) – Лінія подачі в систему опалення.

Розрахункова температура опалення становить $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, внутрішня температура $+18^{\circ}\text{C}$. Опалювальний період триває 187 діб [9].

3.2 Обстеження огорожувальних конструкцій

Порівняємо реальні значення термічних опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій з мінімально допустимими значеннями опору теплопередачі огорожувальних конструкцій із ДБН В.2.6-31:2016 [9]:

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

де R_{OK} - термічний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$;

$R_{q\min}$ - мінімально допустимими значеннями опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Термічний опір огорожувальних підраховується за формулою:

$$R_{OK} = \frac{1}{k_{OK}} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum \frac{\delta_{OK}}{\lambda_{OK}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.2)$$

де k_{OK} - коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

α_b - внутрішній коефіцієнт, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α_3 - зовнішній коефіцієнт, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

$\delta_{\text{ок}}$ - товщина слою огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_{\text{ок}}$ - коефіцієнт теплопровідності слою огорожувальної конструкції,
 $\frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$.

Обстеження вікон.

Термічний опір теплопередачі вікна становить за формулою (3.2):

$$R_{\text{вік}} = \frac{1}{k_{\text{вік}}} = \frac{1}{2,8} = 0,357 (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}.$$

Порівняємо отримане значення зі значеннями таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2016 для промислових конструкцій І температурної зони ($R_{q \text{ min}} = 0,45$) за формулою (3.1):

$$0,357 < 0,45.$$

Отже, отримане значення термічного опору не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі, тому робимо висновок, що вікна потрібно замінити.

Обстеження дверей

Термічний опір теплопередачі дверей становить за формулою (3.2):

$$R_{\text{дв1}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{дв1}}}{\lambda_{\text{дв1}}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{17,5} + \frac{1}{12} = 0,201 (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}.$$

$$R_{\text{дв2}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{дв2}}}{\lambda_{\text{дв2}}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{17,5} + \frac{1}{12} = 0,204 (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}.$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняємо отримане значення зі значеннями таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2016 для промислових конструкцій І температурної зони ($R_{q \min} = 0,6$) за формулою (3.1):

$$0,201 < 0,6 ,$$

$$0,204 < 0,6 .$$

Отже, отримане значення термічного опору не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі, тому робимо висновок, що двері необхідно замінити.

Обстеження стін.

Термічний опір теплопередачі стіни становить за формулою (3.2):

$$R_{\text{стін}} = \frac{1}{k_{\text{стін}}} = \frac{1}{0,67} = 1,492 \text{ (м}^2\text{К)/Вт.}$$

Порівняємо отримане значення зі значеннями таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2016 для промислових конструкцій І температурної зони ($R_{q \min} = 1,7$) за формулою (3.1):

$$1,492 < 1,7 .$$

Отже, отримане значення термічного опору не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі, робимо висновок, що стіни необхідно утеплити.

Обстеження стелі

Термічний опір теплопередачі стелі становить за формулою (3.2):

$$\begin{aligned} R_{\text{стелі}} &= \frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_{\text{з/б}}}{\lambda_{\text{з/б}}} + \frac{\delta_{\text{стяжки}}}{\lambda_{\text{стяжки}}} + \frac{\delta_{\text{руберойд}}}{\lambda_{\text{руберойд}}} + \frac{\delta_{\text{б.мастика}}}{\lambda_{\text{б.мастика}}} + \frac{1}{\alpha_z} = \\ &= \frac{1}{7,6} + \frac{0,3}{1,69} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,0025}{0,17} + \frac{0,003}{0,27} + \frac{1}{6} = 0,523 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} . \end{aligned}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняємо отримане значення зі значеннями таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2016 для промислових конструкцій І температурної зони ($R_{q \min} = 1,7$) за формулою (3.1):

$$0,523 < 1,7.$$

Отже, отримане значення термічного опору не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі, тому робимо висновок, що стелю необхідно утеплити.

Обстеження підлоги.

Термічний опір теплопередачі підлоги становить за формулою (3.2):

$$R_{\text{під}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{під}}}{\lambda_{\text{під}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,69} + \frac{1}{6} = 0,46 (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}.$$

Порівняємо отримане значення зі значеннями таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2016 для промислових конструкцій І температурної зони ($R_{q \min} = 1,9$) за формулою (3.1):

$$0,46 < 1,9.$$

Отже, отримане значення термічного опору не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі, тому робимо висновок, що підлогу між поверхами необхідно утеплити.

Усі отримані розрахунки наведені в таблиці 3.1.

В таблиці 3.2 наведені порівняння термічних опорів огороджувальних конструкцій з нормативними.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Розрахунок характеристик огорожувальних конструкцій

Огороджувальні конструкції	Матеріал огорожі (шару)	Товщина шару	Коефіцієнт теплопровідності	Внутрішній коефіцієнт	Зовнішній коефіцієнт	Термічний опір огорожі	Нормативний термічний опір	Коефіцієнт. Теплопередачі
		δ	λ	$\alpha_{\text{в}}$	$\alpha_{\text{з}}$	R_0	$R_{\text{н}}$	K_0
		м	$\frac{Вт}{м \cdot K}$	$\frac{Вт}{м^2 K}$	$\frac{Вт}{м^2 K}$	$\frac{м^2 K}{Вт}$	$\frac{м^2 K}{Вт}$	$\frac{Вт}{м^2 K}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стіни	Кладка цегляна повнотіла	0,12	0,457	8,7	23	1,492	1,7	0,67
Стеля	Цементно- пісочна стяжка	0,02	0,2	8,7	6	0,523	1,7	1,91
	Руберойд	0,0025	0,17					
	Залізобетонні плити	0,3	1,69					
Вікна	Одинарне скління в дерев'яних рамах	-	-	-	-	0,357	0,45	2,8
Двері	Металеві I тип	0,1	17,5	8,7	12	0,204	0,6	4,9
	Металеві II тип	0,05	17,5			0,201		4,97
Підлога	Залізобетонні плити	0,3	1,69	8,7	6	0,46	1,9	2,17

Таблиця 3.2 – Порівняльні дані термічних опорів об'єкту

Огорожа	$R_0, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{\text{н}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	Різниця
Стіни	1,492	1,7	Менше в 1,14 рази
Вікна	0,357	0,45	Менше в 1,26 рази
Стеля	0,523	1,7	Менше в 3,25 рази
Підлога	0,46	1,9	Менше в 4,13 раз
Двері	0,204/0,201	0,6	Менше в 2,94/2,98 раз

3.3 Розрахунок максимальних теплових втрат

Так як на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» опалюється тільки другий поверх, розрахунки втрат теплоти проводяться тільки для другого поверху. Втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою:

$$Q_{\text{ок}} = \sum (F \cdot K \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n), \quad (3.3)$$

де F – площа огорожувальних конструкцій, м^2 ;

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

$t_{\text{вн}}$ – температура всередині приміщення;

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки, $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{C}$ для м. Київ [9];

$\Sigma\beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат [10];

n – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [10].

Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 18^{\circ}\text{C}$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_{\text{п.о.}} = -22^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт додаткових витрат складаються з таких чинників. Зовнішні стіни і вікна в кутових приміщеннях - 5%. На вітер – 5%, розташування на північ, схід -10%, на захід-5%. Усі розрахунки теплових витрат приведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Теплові втрати

Найменування	Огорожа	Орієнтація огорожі	Умовні позначення	Розміри огорожі	Кількість	Площа огорожі	Коефіцієнт теплопередачі, K_0	n	$1+\Sigma\beta$	Тепловтрати, $Q_{\text{огр}}$
				м	шт	м ²	Вт/(м ² *К)			Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Стіни	С	ПдСх	ФСпдсх	ФСф- ФВпдсх	-	16,8	0,67	1	1,05	472,8
		ПнСх	ФСпнсх	ФСф- ФВпнсх- ФДпнсх		101,64			1,1	2996,3
		ПдЗх	ФСпдзх	ФСф- ФВпдзх- ФДпдзх		141,96			1,0	3804,5
		ПнЗх	ФСпнзх	ФСф- ФВпнзх- ФДпнзх		16,8			1,1	495,3
Вікна	ВКД	ПнСх	ФВДпнсх	1,8x1,4	16	40,32	2,8		1,1	4967,4
Двері	ДМ	ПдСх	ФДМпдсх	1,6x2,4	1	2,2	4,97		1,05	459,2
Дах	Д	-	ФД	47,32x5,6	-	264,992	1,91		-	20245,4
Підлога	П	-	ФП	47,32x5,6	-	264,992	2,17	0,4	-	9200,5

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою (3.3):

$$Q_{\text{ок}} = 472,8 + 2996,3 + 3804,5 + 495,3 + 4967,4 + 459,2 + 20245,4 + 9200,5 = 42641,4 \text{ Вт}$$

Додаткові втрати.

Втрати теплоти на підігрів зовнішнього повітря, що надходить в приміщення через відкриті вікна взимку, підраховується за формулою:

$$Q_{\text{вв}} = 0,337 \cdot V_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{п.о.}}) \cdot 0,7, \quad (3.4)$$

де $V_{\text{в}}$ – вентиляційний об'єм

Отже, за формулою (3.4):

$$Q_{\text{вв}} = 0,337 \cdot 628,875 \cdot (18 - (-22)) \cdot 0,7 = 5934 \text{ Вт}$$

Тепловтрати в огорожувальних конструкціях наведені на рисунку 3.2. Проаналізувавши рисунок, найбільші тепловтрати складає дах, так як він має найбільшу площу. Найменші втрати знаходяться в дверях.

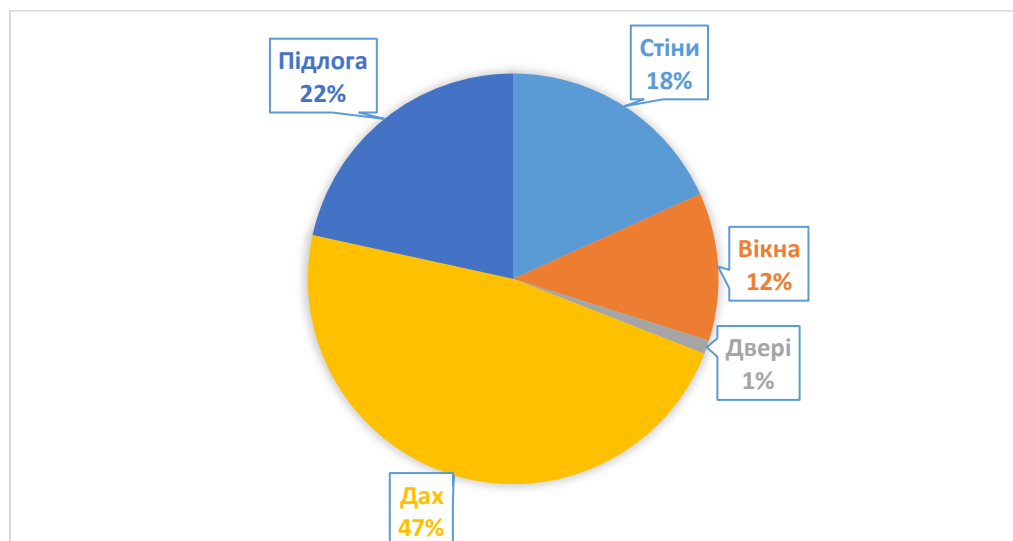


Рисунок 3.2 – Тепловтрати в огорожувальних конструкціях

3.4 Теплова потужність

Розглянемо теплові надходження від людей, електроустаткування та приладів, від освітлювальних приладів, від гарячих поверхонь теплообмінних апаратів та трубопроводів, від сонячної радіації крізь скління, від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі і визначається за формулою [9]:

$$Q_{\text{НАД}} = Q_{\text{Л}} + Q_{\text{ЕЛ}} + Q_{\text{ОСВ}} + Q_{\text{ТО}} + Q_{\text{СЛ}} + Q_{\text{П}}, \quad (3.5)$$

Теплонадходження від людей – це теплота, яка поступає в приміщення у вигляді явної (суха тепловіддача тіла) і прихованої 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 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 2.3), Вт/люд.;

n - кількість людей, які одночасно знаходяться в приміщенні.

Помітимо, що жінки виділяють 85% теплоти та вологи. Тоді, за формулою (3.6):

$$Q_{\text{Л}} = 17 \cdot 108,2 + 7 \cdot 108,2 \cdot 0,85 = 2483,19 \text{ Вт.}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 3.4 – Тепло та волога, 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 [9], 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.

На другому поверсі встановлено 40 флуоресцентних світильників потужністю 100 Вт, теплові надходження від яких становлять за формулою (3.7):

$$Q_{\text{ОСВ}} = 4000 \cdot 0,65 \cdot 0,7 = 1820 \text{ Вт.}$$

Теплота від сонячної радіації поступає в приміщення крізь світлові отвори зовнішніх огорож (вікна, ліхтарі), а також крізь зовнішні стіни і плоскі покрівлі. 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:

$$Q_C = \xi_B \cdot \varepsilon_B \cdot (F_{Пн} \cdot I_{Пн} + F_C \cdot I_C + F_{Пд} \cdot I_{Пд} + F_3 \cdot I_3) + \xi_B \cdot \varepsilon_B \cdot F_{Плд} \cdot I_{Плд}, \quad (3.8)$$

де ξ_B - коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон непрозорими елементами заповнення;

$I_{Пн}, I_C, I_{Пд}, I_3$ - середня величина сонячної радіації за опалювальний період, що поступає на вертикальні поверхні, при дійсних умовах хмарності, відповідно орієнтовані за чотирма фасадами будинку;

ε_B - коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації відповідно для світлопропускаючих заповнень вікон, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій; мансардні вікна з кутом нахилу заповнень до горизонту 45° і більше варто вважати як вертикальні вікна;

$F_{Пн}, F_C, F_{Пд}, F_3$ - площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м²;

Для того щоб визначити потужність теплонадходжень від сонячного випромінювання, розділимо отриману енергію на тривалість опалювального періоду (4536 год). Тоді теплонадходження від сонячної радіації для ліцею становитимуть за формулою (3.8):

$$Q_C = 0,75 \cdot 0,65 \cdot (40,32 \cdot 93 + 40,32 \cdot 76) \cdot 10^3 / 4536 = 732,33 \text{ Вт.}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Середня величина сонячної радіації, кВт*год /м²

Характеристика 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 [9]:

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

де F_{Π} - площа покрівлі, м²;

$q_{\text{п}}$ - середня величина сонячної радіації на 1 м² покрівлі, Вт /м2
(таблиця 2.5);

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

Місто Київ знаходиться на 50° географічної ширині.

Теплонадходження від сонячної радіації за формулою (3.9):

$$Q_{\Pi} = 264,992 \cdot 19,25 \cdot \frac{1}{0,325} = 15695,68 \text{ БТ.}$$

Таблиця 3.6 – Кількість сонячної радіації, Вт/м²

Характеристика покриття	Градуси географічної широти	Q _П
1	2	3
Плоске (без горища)	35	23
	45	21
	55	17,5
	65	13
З горищем	Для усіх широт	5,8

Тоді сумарні теплові надходження на «Офісно-складський комплекс на Федорова» становитимуть за формулою (3.5):

$$Q_{\text{НАД}} = 2483,19 + 1820 + 732,33 + 15695,68 = 20731,2 \text{ Вт.}$$

Формула розрахункової теплової потужності:

$$Q = Q_{\text{ОК}} + Q_{\text{ВВ}} - Q_{\text{НАД}}, \quad (3.10)$$

де $Q_{\text{ОК}}$ та $Q_{\text{ВВ}}$ - максимальні втрати теплоти за опалювальний період, кВт,

$Q_{\text{НАД}}$ - сумарні теплові надходження, кВт.

Розрахункова тепла потужність об'єкту становить за формулою (3.10):

$$Q = 42,641 + 5,934 - 20,731 = 27,844 \text{ кВт.}$$

Отже, теплової потужності електричного котла вистачає на опалювання офісних приміщень взимку.

3.5 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій та інженерних мереж

3.5.1 Утеплення стін (ЗЕЗ№3.1)

Поточний стан.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» конструкція зовнішніх огорожувальних стін складається з цегли повнотілої. Значення термічного опору теплопередачі цегли повнотілої – $1,492 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (R_{qmin}) для зовнішніх стін складає – $1,7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (1 температурна зона). Відхилення від допустимого значення опору означають, що на об'єкті присутні великі втрати теплоти, які необхідно скоротити.

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується утеплення стін другого поверху базальтовою ватою BauGut Universell 30 100 мм, теплопровідність якого складає $0,042 \text{ Вт/мК}$. Також будуть використовуватися фасадні дюбелі для мінеральної вати та мембрана пароізоляційна. Для облицювання стін буде використовуватися профнастил. Захід проводиться для стін другого поверху тому, що там знаходяться офісні приміщення, в яких знаходиться електричний котел, що обігріває поверх взимку. На рисунку 3.3 представлено послідовність шарів утеплювача:

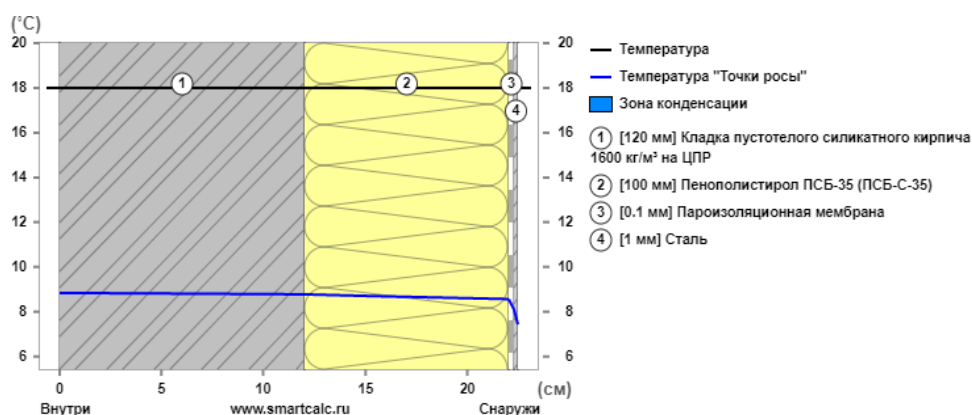


Рисунок 3.3 – Послідовність шарів утеплювача

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Розрахунок річної економії енергії.

Розрахуємо новий термічний опір теплопередачі стіни після утеплення:

$$R_{yt} = R_{ich} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} = 1,492 + \frac{0,1}{0,042} = 3,87 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

Коефіцієнт теплопередачі після утеплення за формулою:

$$k_{yt} = \frac{1}{R_{ich}} = \frac{1}{3,87} = 0,26 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Підрахуємо тепловтрати в утеплених стін за формулою (3.3):

$$Q_{СтУт} = 16,8 \cdot 0,26 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,05 \cdot 1 + 101,64 \cdot 0,26 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,1 \cdot 1 + 141,96 \cdot 0,26 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 \cdot 1 + 16,8 \cdot 0,26 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,1 \cdot 1 = 3014,79 \text{ Вт.}$$

Різниця тепловтрат складає:

$$\Delta Q = Q_{Ст} - Q_{СтУт} = 7768,9 - 3014,79 = 4754,11 \text{ Вт або } 4,754 \text{ кВт.}$$

Річна економія електричної енергії становить:

$$\Delta W = T \cdot \Delta Q = 3650 \cdot 4,754 = 17352,1 \text{ кВт*год/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\sum E_{грн} = \Delta W \cdot C = 17352,1 \cdot 3,61 = 62641,081 \text{ грн/рік.}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Витрати на матеріали та монтаж наведені в таблиці 3.7.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 – Витрати на матеріали

			По кошторису		
	Назва	Од. виміру	Кільк.	Ціна	Ціна од.
Матеріали					
	Базальтовая вата BauGut Universell 30 100 мм	компл.	26	6 544,20	251,70
	Дюбель фасадний для теплоізоляції для мінеральної вати з термомостом 10x200 мм 50 шт.	компл.	9	2 908,80	323,20
	Мембрана пароізоляційна BAUENZ DAMPFBARRIERE 100	компл.	1	1 275,00	1 275,00
	Профнастил ГП-20 Алюмоцинк 0,50мм	м2.	76	12 760,40	167,90
	Вартість матеріалу підрядника			23 488,40	

Також до вартості матеріалу додаємо 50% на монтажні роботи. Всього на монтаж та матеріали витрачається 35232,6 грн.

Оцінка простої окупності.

Загальні витрати на захід становлять 35232,6 грн., а економія складає 62641,081 грн./рік. Тому окупність буде становити:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\sum E_{\text{грн}}} = \frac{35232,6}{62641,081} = 0,563 \text{ роки або } 7 \text{ місяців.}$$

3.5.2 Заміна вікон (ЗЕЗ.№3.2)

Поточний стан.

На даний момент на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» встановлені пластикові вікна із однокамерним склопакетом. Значення термічного опору теплопередачі – 0,357 м²К/Вт. Мінімально допустимі значення термічного опору теплопередачі огорожувальної конструкції (R_{qmin}) для світлопрозорих огорожувальних конструкцій складає – 0,45 м²К/Вт (1 температурна зона).

Опис можливостей з енергозбереження.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пропонується заміна вікон другого поверху на вікна металопластикові двокамерні з шумоізоляційним склопакетом бренду WDS. Значення опору теплопередачі яких складає $0,87 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Захід проводиться на другому поверсі тому, що там знаходяться офісні приміщення, в яких знаходиться електричний котел, що обігріває поверх взимку. Так як об'єкт знаходиться біля залізної дороги нові вікна будуть додатково зменшувати шум докiлля, що дозволить менше відволікати працівників офісу від роботи. Зменшення шуму з докiлля представлено на рисунку 3.4.

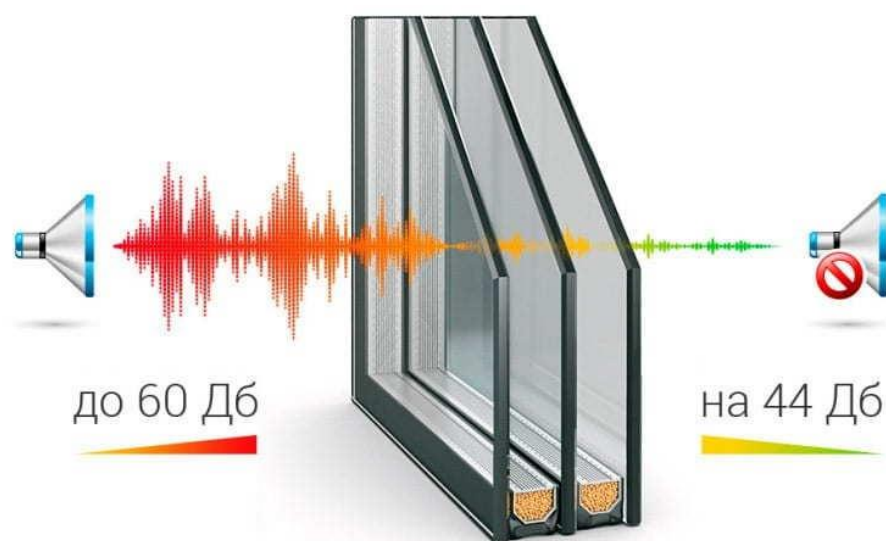


Рисунок 3.4 – Зменшення шуму докiлля

Розрахунок річної економії енергії.

Коефіцієнт теплопередачі нових вікон становить:

$$k_{\text{вік.нов.}} = \frac{1}{R_{\text{вік.нов.}}} = \frac{1}{0,87} = 1,15 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Підрахуємо тепловтрати в утеплених стін за формулою (3.3):

$$Q_{\text{вік.нов.}} = 40,32 \cdot 1,15 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,1 \cdot 1 = 2040,19 \text{ Вт.}$$

Різниця тепловтрат складає:

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$\Delta Q = Q_{\text{в\textsubscript{ик}}} - Q_{\text{в\textsubscript{ик.нов.}}} = 4967,4 - 2040,19 = 2927,21 \text{ Вт або } 2,927 \text{ кВт.}$$

Річна економія електричної енергії становить:

$$\Delta W = T \cdot \Delta Q = 3650 \cdot 2,927 = 10683,55 \text{ кВт*год/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\sum E_{\text{грн}} = \Delta W \cdot C = 10683,55 \cdot 3,61 = 38567,55 \text{ грн/рік.}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Одне металопластикове вікно розміром 180x140 см коштує 5051,7 грн. Всього вікон на другому поверсі – 16 штук. На монтаж та додаткове обладнання додається додатково 20% від ціни вікон.

$$B = N \cdot B_{\text{в\textsubscript{ик}}} \cdot 20\% = 16 \cdot 5051,7 + (16 \cdot 5051,7 \cdot 0,2) = 96979,2 \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\sum E_{\text{грн}}} = \frac{96979,2}{38567,55} = 2,51 \text{ року або } 2 \text{ роки та } 6 \text{ місяців.}$$

Економічний розрахунок заходу.

Час терміну служби вікон, а отже і термін життя проєкту, дорівнює 15 років. Ставка дисконту Національного банку України становить 7,5% [8]. В таблиці 3.8 представлені фінансові показники проєкту, такі як термін життя, капітальні витрати, економію, грошовий потік, експлуатаційні витрати, та грошовий потік КУСУМ.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 – Економічні показники

Час життя проекту	Капітальні витрати, тис грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис грн	Економія, тис грн	Грошовий потік(Cash flow), тис грн	Грошовий потік КУСУМ(Кумулятивний), тис грн
0	96,979	0	0	-96,979	-96,979
1	0	0	38,567	38,567	-58,412
2	0	0	38,567	38,567	-19,845
3	0	0	38,567	38,567	18,722
4	0	0	38,567	38,567	57,289
5	0	0	38,567	38,567	95,856
6	0	0	38,567	38,567	134,423
7	0	0	38,567	38,567	172,99
8	0	0	38,567	38,567	211,557
9	0	0	38,567	38,567	250,124
10	0	0	38,567	38,567	288,691
11	0	0	38,567	38,567	327,258
12	0	0	38,567	38,567	365,825
13	0	0	38,567	38,567	404,392
14	0	0	38,567	38,567	442,959
15	0	0	38,567	38,567	481,526

Грошовий потік КУСУМ визначений як грошовий потік n року + грошовий потік КУСУМ n-1 року. Простий термін окупності заходу: 2 роки, 6 місяців. Аналогічний розрахунок проведемо з урахуванням ставки дисконтування.

Дисконтований грошовий потік = Коеф. Дисконту * Грошовий потік

Таблиця 3.9 – Дисконтовані економічні показники

Час життя проєкту	Капітальні витрати, тис грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис грн	Економія, тис грн	Коеф дисконту	Дисконтований грошовий потік	Дисконтований грошовий потік КУСУМ
0	96,979	0	0	1	-96,979	-96,979
1	0	0	38,567	0,930	35,876	-61,103
2	0	0	38,567	0,865	33,373	-27,729
3	0	0	38,567	0,805	31,045	3,315
4	0	0	38,567	0,749	28,879	32,194
5	0	0	38,567	0,697	26,864	59,059
6	0	0	38,567	0,648	24,990	84,049
7	0	0	38,567	0,603	23,246	107,295
8	0	0	38,567	0,561	21,625	128,920
9	0	0	38,567	0,522	20,116	149,036
10	0	0	38,567	0,485	18,712	167,748
11	0	0	38,567	0,451	17,407	185,155
12	0	0	38,567	0,420	16,193	201,347
13	0	0	38,567	0,391	15,063	216,410
14	0	0	38,567	0,363	14,012	230,422
15	0	0	38,567	0,338	13,034	243,457

Дисконтований термін окупності заходу: 2 роки, 11 місяців.

Розрахуємо чисту приведену вартість за формулою (2.12):

$$NPV = -96,979 + \dots + 13,034 = 243,457 \text{ тис.грн.}$$

Внутрішню норму рентабельності визначимо за формулою (2.13):

$$IRR = 7,5 + \frac{243,457 \cdot (40 - 7,5)}{(243,457 + 1,18)} = 39,84 \%$$

Внутрішня норма рентабельності складає 39,84 % - це означає що вкладені гроші повернуться, з урахуванням знецінення грошей в часі.

3.5.3 Утеплення даху (ЗЕЗ№3.3)

Поточний стан.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» конструкція зовнішнього плоского даху складається з: залізобетонних плит, руберойд та цементно-пісочна стяжка. Значення термічного опору теплопередачі – 0,523 м²К/Вт. Мінімально допустимі значення термічного опору теплопередачі огорожувальної конструкції (R_{qmin}) для промислових конструкцій складає – 1,7 м²К/Вт (1 температурна зона).

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується утеплити стелю другого поверху екструзійним пінополістиролом Есoboard 1200x550x40 мм та покрити його бітумним гідроізоляційним матеріалом. Теплопровідність екструзійного пінополістирола складає – 0,034 Вт/мК. Товщина матеріалу складає 40 мм.

Розрахунок річної економії енергії.

Розрахуємо новий термічний опір теплопередачі стіни після утеплення:

$$R_{ут} = R_{існ} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} = 0,523 + \frac{0,04}{0,034} = 1,7 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

Знайдемо коефіцієнт теплопередачі після утеплення:

$$k_{ут} = \frac{1}{R_{існ}} = \frac{1}{1,7} = 0,59 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Тепловтрати в утеплених стін визначаються за формулою (3.3):

$$Q_{д\text{ут}} = 264,992 \cdot 0,59 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 = 6253,81 \text{ Вт.}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різниця тепловтрат складає:

$$\Delta Q = Q_{\text{Ст}} - Q_{\text{СтУт}} = 20245,4 - 6253,81 = 13991,59 \text{ Вт або } 13,991 \text{ кВт.}$$

Річна економія електричної енергії становить:

$$\Delta W = T \cdot \Delta Q = 3650 \cdot 13,991 = 51067,15 \text{ кВт*год/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\sum E_{\text{грн}} = \Delta W \cdot C = 17352,1 \cdot 3,61 = 185381,081 \text{ грн/рік.}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Один лист екструзійного пінополістиролу розміром 1,2х0,55 м коштує 86 грн. Всього листів потрібно для утеплення даху – 554 листа. Бітумна гідроізоляція розміром 10х1 коштує 1265 грн. за 1 рулон. Всього рулонів потрується 27 рулонів. На монтаж та додаткове обладнання додається додатково 50% від ціни матеріалів.

$$B = (N_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}} + N_{\text{б}} \cdot B_{\text{б}}) \cdot 1,5 = (554 \cdot 86 + 27 \cdot 1265) \cdot 1,5 = 122698,5 \text{ грн}$$

Оцінка простої окупності.

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\sum E_{\text{грн}}} = \frac{122698,5}{185381,081} = 0,66 \text{ року або } 8 \text{ місяців.}$$

3.5.4 Очищення системи опалення (ЗЕЗ№3.5)

Поточний стан.

Система опалення на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» виконана в виді локального теплозабезпечення, яка складається з: електричного котла моделі Prothem скат 24К потужністю 24 кВт та водяної

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи. Труби – металопластикові. Ця система опалює офісне приміщення взимку. В якості теплообмінника використовується вода, від якої утворюється органічні та неорганічні відкладення. Це призводить до погіршення теплообміну, внаслідок чого збільшення втрат на електричну енергію.

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується провести чистку теплообмінника електричного котла та радіаторів, щоб зменшити опір, який заважає теплообміну. За лічильником у 2020 році електричний котел спожив 73063,165 кВт*год. Забруднення зменшує теплообмін системи опалення на 5-10%. Необхідно регулярно проводити очистку.

Розрахунок річної економії енергії.

При зменшенні ККД теплообмінника на 5%, отже:

$$\Delta W = P_{\text{річ}} \cdot 0,05 = 73063,165 \cdot 0,05 = 3653,158 \text{ кВт*год/рік}$$

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\Sigma E_{\text{грн}} = \Delta W \cdot C = 3653,158 \cdot 3,61 = 13187,9 \text{ грн/рік.}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Всього на другому поверсі встановлено 14 радіаторів, ціна чистки одного – 500 грн. Ціна чистки електричного котла – 500 грн. Отже:

$$B = N_p \cdot B_p + N_k \cdot B_k = 14 \cdot 500 + 1 \cdot 500 = 7500 \text{ грн}$$

Оцінка простої окупності.

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\Sigma E_{\text{грн}}} = \frac{7500}{13187,9} = 0,57 \text{ року або 7 місяців.}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.3 Оптимізація роботи електричного котла за допомогою реле часу (ЗЕЗ№3.4)

Поточний стан.

На об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» встановлений електричний котел моделі Prothem скат 24К потужністю 24 кВт, який опалює офісне приміщення взимку. В опалювальні дні котел працює цілодобово та по вихідним.

Опис можливостей з енергозбереження.

Пропонується установити в систему опалення тижневе та добове реле часу, яке буде в будні дні вимикати його з кінця зміни (20:00) та вмикати його за декілька годин до початку зміни (06:00). Також у п'ятницю в (20:00) котел буде вимкнений до неділі (20:00). У дні, коли температура зовнішнього повітря буде більше -20°C система реле часу буде вимикатися. Цей захід дозволить зекономити велику кількість електричної енергії, яку споживає котел. На рисунку 3.5 представлено добове реле часу фірми Hager:



Рисунок 3.5 – Добове реле часу

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Розрахунок річної економії енергії.

Електричний котел вночі та в вихідні споживає 16 кВт*год. Після монтування реле часу години роботи котла зменшаються на 32 години в будні та на 48 годин на вихідних. Всього, котел працює 5 місяців. Отже, річна економія електричної енергії становить:

$$\Delta W = (T_{\text{б}} \cdot P + T_{\text{в}} \cdot P) \cdot T_{\text{м}} = (32 \cdot 16 + 48 \cdot 16) \cdot 20 = 25600 \text{ кВт*год/рік.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

При тарифі на електроенергію 3,61 грн./кВт*год річна економія витрат складатиме:

$$\sum E_{\text{грн}} = \Delta W \cdot C = 25600 \cdot 3.61 = 92416 \text{ грн/рік.}$$

Втрати на введення в експлуатацію.

Добове та недільне реле часу фірми Hager коштує 1449 грн. та 1656 грн. Монтаж обладнання буде проводитися штатним електриком, додаткові втрати не враховуються.

$$B = N_{\text{д}} \cdot B_{\text{д}} + N_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}} = 1 \cdot 1449 + 1 \cdot 1656 = 3105 \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності.

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\sum E_{\text{грн}}} = \frac{3105}{92416} = 0,03 \text{ року або 2 неділі.}$$

Висновки до розділу 3

В цьому розділі був проведений аналіз огорожувальний конструкцій та системи опалення об'єкту «Офісно-складський комплекс на Федорова». Також були проаналізовані особливості складу огорожувальних конструкцій та пораховані їх термічні опори теплопередачі. Створена теплова потужність.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняли реальні значення термічних опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій з мінімально допустимими значеннями опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Виявилося, що жодна огорожувальна конструкція не відповідала нормам ДБН. Після підрахунку тепловтрат в огорожувальних конструкціях, були знайдені основні тепловтратні конструкції. Найбільше тепловтрат було виявлено в даху. Це пов'язано з тим, що дах має велику площу. Із підрахунку теплової потужності, зроблено висновок, що одного електричного котла вистачає для опалення другого поверху.

У заходах були замінені вікна пластикові однокамерні на вікна металопластикові двокамерні з шумоізоляційним склопакетом та утепили стіни і дах. На рисунку 3.6 представлені зміни термічного опору огорожувальних конструкцій:

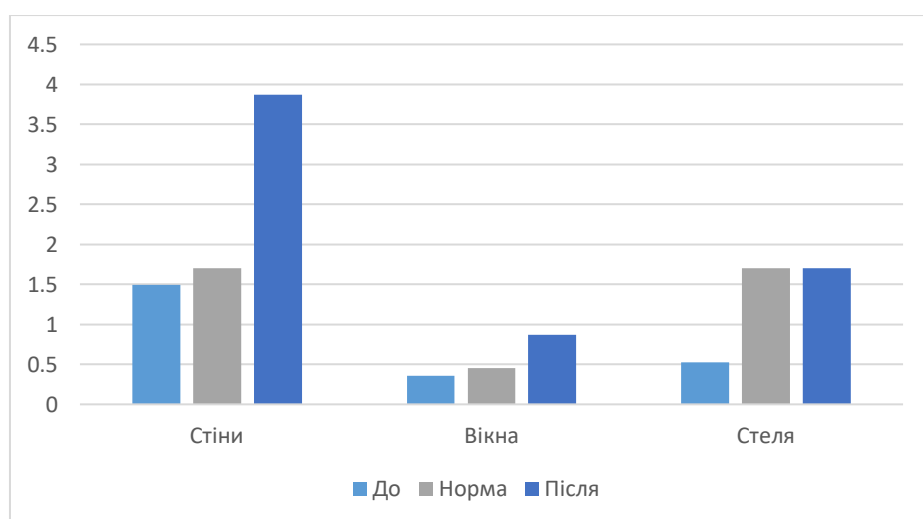


Рисунок 3.6 – Зміни термічного опору

Також, був прорахований захід по очищенню системи опалення. Після аналізу роботи електричного котла, був створений захід по монтуванню добового та недільного реле часу. В таблиці 3.10 представлені заходи з енергоефективності у сфері теплопостачання.

Таблиця 3.10 – Заходи з енергоефективності у сфері теплопостачання

ЗЕЗ	Заощадження енергії, кВт*год/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності, рік
Заміна вікон	10683,55	38567,55	2,51
Утеплення стелі	51067,15	185381,081	0.66
Утеплення стін	17352,1	62641,081	0,563
Очищення системи опалення	3653,158	13187,9	0,57
Оптимізація роботи котла	25600	92416	0,03

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

4.1 Обґрунтування розміщення сонячної електростанції

Призначення.

Сонячна електростанція загальною встановленою потужністю 0,1 МВт призначена для промислової вироблення електричної енергії шляхом перетворення сонячної енергії в екологічно чисту електричну енергію в сонячних кремнієвих фотоелектричних модулях з подальшою її трансформацією на власні потреби підприємства. Особливості мережевих сонячних електростанцій:

- висока надійність системи, відсутність необхідності в складному ТО;
- екологічна безпека роботи, і безшумність при експлуатації;
- максимізація річного виробітку для обраного місця розташування об'єкта та/або максимізація встановленої потужності сонячних модулів на одиницю площі;
- застосування ліцензійного ПЗ для імітаційного моделювання з урахуванням можливих негативних впливів (затінення, забруднення, неузгодженості і т.д.);
- відповідність проектної документації чинним вимогам і нормам для фотоелектричних систем, що приєднуються до загальних мереж;
- розрахунок кабельних мереж для мінімізації втрат на стороні змінного струму до силового розподільчого щита;
- термін служби сонячних модулів - не менше 25 років, гарантія роботи від виробника - не менше 10 років;

					НТУУ КП.001.7210.082 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлювальних джерел енергії на об'єкті	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Прищепя Я.О.					74	
Перевір.		Замулко А.І.				ІЕЕ, ОН-72		
Реценз.								
Н. Контр.		Прокопенко І. Д.						
Затверд.								

- монтаж модулів відповідно до результатів їх сортування (для максимізації вироблення електроенергії по кожному з входів інверторного обладнання

- термін служби інверторів – не менше 10 років, гарантія від виробника – не менше 5 років.

Розміщення майданчика для будівництва сонячної електростанції (СЕС).

Для установки систем сонячних модулів сумарною потужністю 0,1 МВт. використовується дах складської споруди підприємства.

Захаращеність даху.

На рисунку 4.1 представлений знімок об'єкту та кут за яким сонце буде рухатися упродовж дня:

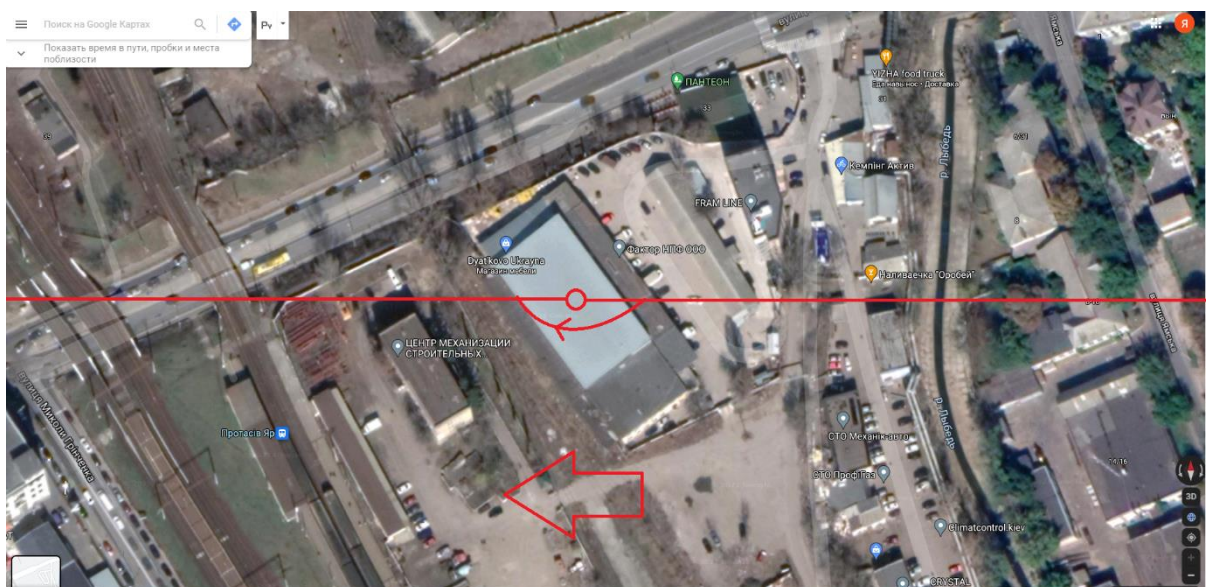


Рисунок 4.1 – Знімок об'єкту та напрямлення руху сонця

В радіусі 100 метрів не має жодних перешкод для потрапляння інсоляції сонця на дах об'єкту.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

4.2 Характеристика кліматичних умов на майданчику будівництва сонячної електростанції

Територія планованого розміщення сонячної електростанції потужністю 0.1 МВт розташована на території підприємства у місті Київ. Клімат території помірно континентальний, формується під переважним впливом вологих повітряних мас Атлантичного океану. Зима порівняно м'яка. Сніговий покрив, у зв'язку з відлигами, нестійкий і малопотужний. Літо тепле, переважно з ясною погодою. Опади випадають у вигляді рясних дощів, нерідко з грозами, 80 % опадів припадає на теплий період року. Кількість опадів за рік становить 621 мм. Серед несприятливих погодних явищ — зливи, град, завірюхи, тумани, заморозки, ожеледиця. Середньорічна температура повітря +8,6 °С. Найбільша глибина промерзання ґрунту – 80 см. Весна настає рано. Перехід через 0 °С відбувається в середині березня. Літо спекотне, сухе, з великою кількістю сонячних днів. Найтепліший місяць - липень, з середньою температурою повітря – +22 - +25 °С. Розрахункова температура зовнішнього повітря, згідно ДСТУ-Н Б.В.1.1- 27:2010 [11]:

- найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99 – + 24 °С ;
- найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,98 – + 22 °С ;
- найбільш холодної доби – - 26 °С .

4.3 Енергетичні дані

Відповідно до Європейської картою розподілу сонячного випромінювання більша частина території України розташована в області, де потужність сонячного випромінювання перевищує 1000 Вт на 1 м². На рисунку 4.2 представлена карта розподілу сонячного випромінювання:

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

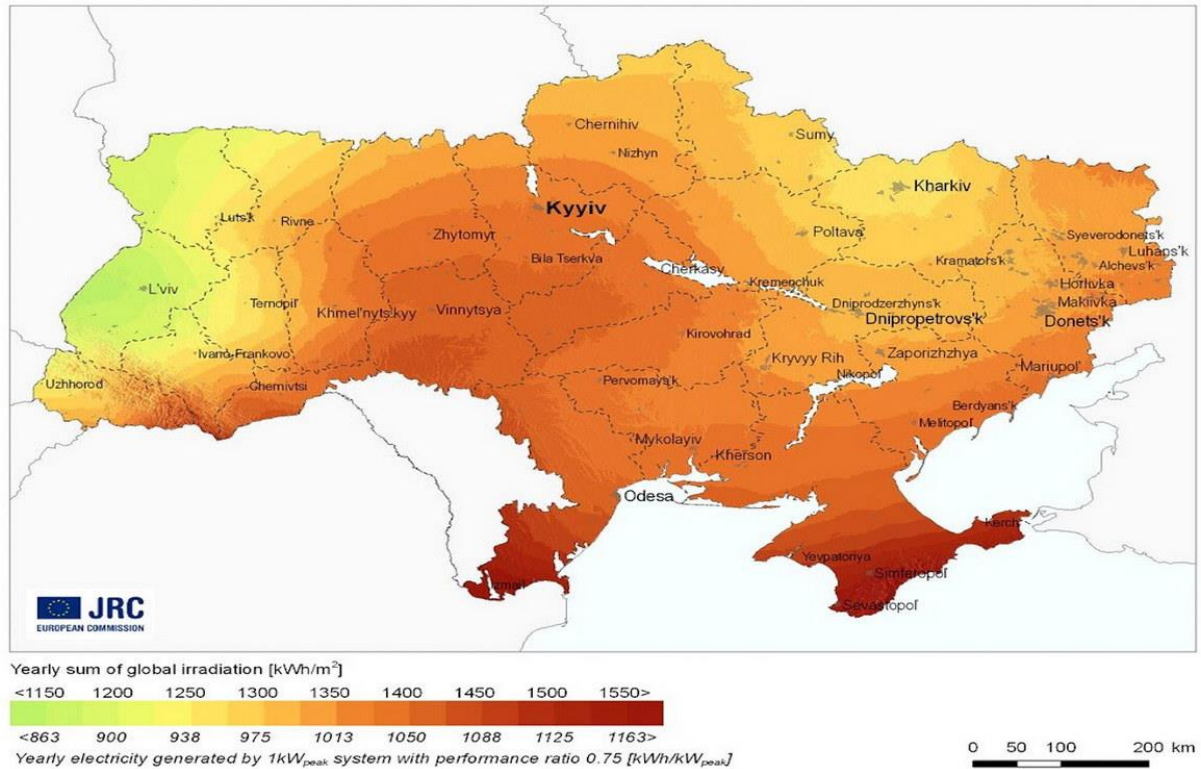


Рисунок 4.2 – Карта розподілу сонячного випромінювання в Україні

З огляду на кліматичні особливості місцевості, а саме області, річне розподіл сонячної радіації має наступний характер, який показаний в таблиці 4.1. Як видно з таблиці максимальне сонячне освітлення спостерігається в літні місяці. За цей період виділяється 60% від річної кількості сонячної радіації.

Таблиця 4.1 – Розподіл сонячної радіації

Місяць	Пряма сонячна радіація, Вт /м ²	Радіація на площині нахиленої під оптимальним кутом, Вт /м ²	Процент від сумарної річної радіації
1	2	3	4
Січень	998	1570	2,28
Лютий	1650	2250	3,78
Березень	3120	3950	7,14
Квітень	4620	5160	10,58

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Травень	6100	6200	13,96
Червень.	6480	6270	14.83
Липень	6540	6500	14.97
Серпень	5790	6340	13.25
Вересень	4040	5060	9.25
Жовтень	2390	3540	5.47
Листопад	1190	1900	2.72
Грудень	767	1260	1.76
Сумарна за рік	43685	50000	100.00
Середньомісячна	3650	4180	

В таблиці 4.2 представлений рівень інсоляції та температурні дані об'єкта:

Таблиця 4.2 – Рівень інсоляції та температурні дані об'єкта

Місяць	Сонячна радіація (горизонтальна) кВт*год/м ²	Температура ° С
1	2	3
Січень	39	-3,9
Лютий	54	-2,9
Березень	93	1,5
Квітень	136	9,4
Травень	188	15,6
Червень	192	19,6
Липень	221	21,6
Серпень	161	20,9
Вересень	122	16

1	2	3
Жовтень	76	9,2
Листопад	41	3,7
Грудень	33	-0,6
Всього	1356	9,2

4.4 Електротехнічні рішення

Сонячна електростанція СЕС потужністю 100кВт, монтується на даху офісно-складського приміщення ТОВ «НЕО-БІЗНЕС СИСТЕМИ», за адресом м. Київ, вулиця Івана Федорова 32. Ціль здійснення даного проекту – економія коштів за рахунок покриття власних потреб в електроенергії. Розрахунок оптимального кута нахилу панелей рахуємо за формулою:

$$\alpha_{\text{опт}} = \text{широта}^{\circ} * 0,76 + 3,1, \quad (4.1)$$

де широта^о – кут географічної широти міста Києва.

Місто Київ знаходиться на 50° ширині, тому за формулою (4.1):

$$\alpha_{\text{опт}} = 50^{\circ} * 0,76 + 3,1^{\circ} = 41,1^{\circ}.$$

Отже, оптимальний кут нахилу панелі колектора $\alpha_{\text{опт}} = 41,1^{\circ}$.

Основним елементом системи фотоелектричних станцій є кремнієві сонячні модулі, завдяки яким енергія сонячного випромінювання, перетворюється в електричну без викидів небезпечних речовин в навколишнє середовище. Сонячні модулі встановлюються і фіксуються на підтримуючих конструкціях. Оптимальний кут нахилу (41,1° на південь) сонячних модулів в широтах України забезпечить отримання максимального річного виробітку енергії. Постійний струм, отриманий за допомогою сонячних модулів, перетворюється інвертором в змінний струм. Після перетворення і оцінки

якості виробленої електроенергії, вона потрапляє в об'єднану електромережу. Проектом передбачатиметься будівництво сонячної електростанції в один етап. Для виробництва електричної енергії планується використовувати сонячні модулі виробництва компанії JA SOLAR та інверторне обладнання компанії Fronius. Компонування зазначеного обладнання забезпечує максимальний збір сонячного випромінювання в кліматичних умовах заходу України (при помірних температурах протягом літньої пори року).

Основні планувальні та технологічні рішення.

В середньому підприємство споживає 100 кВт, тому для установки приймаємо 304 шт. фотоелектричних модулів потужністю 330 Вт кожен, та 4 інвертори 27 кВт кожен. Площа поверхні даху – 1278 м². Одна панель займає площу – 1,66 м².

Необхідна площа для СЕС:

$$S = S_{\text{пан}} \cdot N_{\text{пан}} = 1,66 \cdot 304 = 505 \text{ м}^2.$$

Отже:

$$505 < 1278 \text{ м}^2$$

Площі поверхні даху достатньо для розміщення СЕС з урахуванням додаткових м² для орієнтації на південь та технологічних проходів для обслуговування. Фотоелектричні модулі підключаються послідовно по 19 шт. у групу, для забезпечення необхідного рівня напруги 250-1000В. Максимальна напруга групи, якщо $U_{\text{max пан}} = 40,84 \text{ В}$, підраховується за формулою:

$$U_{\text{max групи}} = U_{\text{max пан}} \cdot N_{\text{пан}} = 40,84 \cdot 19 = 927,96 \text{ В}.$$

Допустимий діапазон напруги інвертора – 1100 В.

$$927,96 < 1100 \text{ В}.$$

4 групи підключаються до інвертора потужністю 27кВт. Потужність однієї панелі – 330 Вт. Загальна потужність панелей становить:

$$P_{\text{заг}} = P \cdot N_{\text{пан}} = 0,33 \cdot 304 = 100,32 \text{ кВт}$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 інвертора підключаються до суматора потужності, силового щита ЩС що потім приєднується кабелем 0,4 кВ до силової збірки «СБ НЕО» через резервний автоматичний вимикач QF4 160A і входять в пусковий комплекс.

Основні технічні умови.

Експлуатація СЕС передбачається тільки паралельно з енергосистемою, синхронізація здійснюється за допомогою інверторів. В аварійній ситуації (не санкціоноване відключення від енергосистеми, зовнішнє коротке замикання) захист інверторів відключає СЕС від енергосистеми і подальше підключення СЕС відбувається після усунення аварійної ситуації. Вся електроенергія яка перетікає в енергосистему, при зменшенні споживання на власні потреби (вироблена енергія перевищує спожиту), фіксується лічильником електроенергії і враховується при формуванні місячного балансу спожитої електроенергії. Генерація виробленої електроенергії в енергосистему підприємства передбачена на напрузі 0,4 кВ. Між розподільчим щитом «РЩ» і силовою збіркою «СБ НЕО» прокладається кабельна лінія 0,4 кВ, яка з'єднає СЕС та енергетичну систему підприємства (навантаження). Внутрішня схема електропостачання – кільцева, з можливістю резервування.

Сонячні модулі.

На рисунку 4.3 представлений монокристалічний кремнієвий фотогальванічний модуль JA SOLAR JAM60S10-330/PR:



Рисунок 4.3 – Сонячний модуль Monocrystalline PV-modules фірми JA SOLAR

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Для перетворення сонячного світла в електроенергію постійного струму проектом передбачено встановлення сонячних модулів Monocrystalline PV-modules фірми JA SOLAR типу JAM60S10-330/PR, номінальною потужністю 330 Вт (пік), які виготовлені за технологією з використанням монокристалічного кремнію. Модулі JAM60S10-330/PR - це високоякісні брендові модулі. Компанія JA SOLAR - одна з найбільших вертикально інтегрованих компаній по виробництву устаткування для сонячних електростанцій. До складу модуля входить приєднувальна коробка, яка інтегрована в його конструкцію. Усередині приєднувальних коробок розташовані діоди з'єднані паралельно з групою елементів модуля (by-pass). Кожна коробка має два кабелі з роз'ємами які оснащені ключем відповідно плюсового і мінусового виводів для швидкої комутації та виключення неправильних з'єднань. Модуль обрамлений в алюмінієву раму, призначену для його механічної фіксації на металевому каркасі. В таблиці 4.3 представлені електричні параметри сонячної панелі при стандартних тестових умовах: радіація=1000 Вт/м ; повітряна маса = АМ 1,5; температура=25°C.

Таблиця 4.3 – Електричні параметри

Найменування показників	Значення
1	2
Габаритні розміри модуля, мм	1678x991x35 мм
Товщина з'єднувальної коробки, мм	50
З'єднувальна коробка (ступінь захисту)	IP67
Розміри приєднувальної коробки, мм	151 x 122 x 25
Кабелі (довжина, мм/ перетин, мм ²)	900 / 1x4 мм ²
З'єднувальні роз'єми /ступінь захисту	УФ опір та самосинхронізація / IP67
Лицьова сторона (матеріал/ товщина, мм)	загартоване скло / 3,2
Тип елемента (кількість/ технологія/ розмір, мм)	монокристалічний /156,75 x 156,75
Робоча температура, °C	від -40 до +85

1	2
Номінальна температура роботи сонячного елемента (ШСТ), °C	45 +/- 2
Максимальне навантаження вітру, кПа	2,4
Максимальне сніжне навантаження, кПа	5,4
Максимальна потужність, Вт	330
Напруга холостого ходу, В	40,84

Інвертори.

Мережевий інвертор Fronius Eco 27.0-3-S - це трифазний без трансформаторний інвертор для систем будь-якого розміру. Висока напруга системи, широкий діапазон вхідної напруги і один MPPT трекер забезпечують максимальну гнучкість при проектуванні системи.



Рисунок 4.4 – Мережевий інвертор Fronius Eco 27.0-3-S

Стандартний інтерфейс підключення до Інтернету через WLAN або Ethernet і легкість інтеграції сторонніх компонентів роблять Fronius одним з найбільш комунікативних інверторів на ринку. В таблиці 4.4 представлені технічні характеристики інвертора:

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики інвертора Eco 27.0-3-S

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Найменування показників	Значення
Інвертор	Fronius Eco 27.0-3-S
Вхідні параметри	
Максимальна рекомендована потужність інвертора, кВт	27,0
MPP діапазони, В	200-1000
Робоча напруга на стороні постійного струму, В	200-1000
Напруга холостого ходу, В	1100
Напруга холостого ходу, В	1100
Максимальний вхідний струм на кожен МРРТ, А	18
Максимальний струм короткого замикання на МРРТ, А	30
Вихідні параметри	
Номінальна потужність, кВт	27
Максимальна потужність ($\cos\phi=1$), кВт	27
Номінальна напруга, В	220/380
Номінальна частота, Гц	50+/-5, 60 +/-5
Максимум вихідний струм, А	100
Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	0,8-1,0
Коефіцієнт нелінійних спотворень при ном. потужності	<3%
Максимальний к.к.д	98,7
Енергоспоживання в режимі очікування	<1 Вт
Температура навколишнього середовища, °C	-25...+60
Габаритні розміри, ВхШхГ, мм	725x510x225
Вага, кг	43,4

Оцінка впливу на навколишнє середовище.

Об'єкт, що проектується, споруджується для генерації електричної енергії від сонячної електростанції в мережу 0,4 кВ. Технологічний процес, що вказаний, є безвідходним і не супроводжується шкідливими викидами в оточуюче середовище (як повітряне так і водне), рівень шуму і вібрації, що можуть створюватися обладнанням не перевищують допустимих величин. В зв'язку з цим проведенням повітряно-охоронних заходів по зниженню виробничого шуму і вібрації цим проектом не передбачається.

4.5 Розрахунок необхідних інвестицій для будівництва

Необхідність залучення інвестицій обумовлюється необхідністю фінансування витрат, пов'язаних безпосередньо з будівництвом станції.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Точний розрахунок витрат, пов'язаний з будівництвом визначиться після завершення робочого проектування. Орієнтовний розрахунок витрат наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Орієнтовний обсяг інвестицій для будівництва сонячної електростанції

	Найменування укрупнених статей витрат	Вартість, євро (з ПДВ)
1	Проект	6 000
2	Експертиза проекту	1 000
3	Сонячні панелі /solar panels 310	28 600
4	Експедиторські послуги	2 000
5	Інвертор/Inverter	9 260
6	Система конструкцій	16 500
7	Електрообладнання в межах СЕС та їх монтаж	17 750
8	Електрообладнання зовнішніх електромереж	13 750
9	Моніторинг: обладнання, монтаж	9 450
	Всього в євро:	104 310

4.6 Економічні розрахунки

Річний валовий дохід від генерації електроенергії.

Метою будівництва сонячної електростанції є компенсація витрат за використану електроенергію. Підприємство в середньому за годину в робочу зміну використовує 100 кВт електроенергії і сплачує за неї кошти за тарифом 3,61 грн./ кВт*год. Орієнтовне вироблення електроенергії на сонячній електростанції і планова її вартість з урахуванням тарифу постачальника, помісячно представлена в таблиці 4.6. Дані отримані на підставі фактичної генерації за відповідний місяць діючої сонячної електростанції в Київській

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

області, і приведені до розрахункової потужності генеруючого обладнання проєктованої станції 100 кВт.

Таблиця 4.6 – Орієнтовне вироблення електроенергії на сонячній електростанції і планова її вартість з урахуванням тарифу постачальника.

Місяць	Середньомісячна генерація з урахуванням 1,5% втрат в кабелях і інверторах, кВт/год	Вартість виробленої електроенергії за тарифом постачальника протягом першого року експлуатації (з ПДВ), євро.
Січень	4 554,3	482,2
Лютий	7 337,0	776,9
Березень	14 837,0	1 571,0
Квітень	19 673,9	2 083,1
Травень	22 391,3	2 370,8
Червень	21 902,2	1 833,7
Липень	23 043,5	2 439,9
Серпень	22 010,9	2 330,6
Вересень	16 413,0	1 737,9
Жовтень	11 032,6	1 168,2
Листопад	5 652,2	598,5
Грудень	3 766,3	398,8
Всього	172 614,1	18 276,8

Розрахунок окупності проєкту.

Середньорічне падіння генерації з урахуванням вироблення панелями свого ресурсу становить 0,75%. Передбачуваний чистий дохід, від компенсації витрат за використану електроенергію на весь термін з урахуванням вироблення панелями свого ресурсу представлена в таблиці.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Розрахунок ведеться від передбачуваного року введення сонячної електростанції в експлуатацію - 2022р.

Таблиця 4.7 – Економічний розрахунок проекту

Рік	Валовий дохід з урахуванням падіння генерації, євро (з ПДВ)	Повернення інвестицій та чистий дохід, євро
2021	0	-104 310,0
2022	18 276,8	-86 033,2
2023	18 131,7	-67 901,5
2024	17 987,8	-49 913,6
2025	17 845,1	-32 068,5
2026	17 703,5	-14 365,1
2027	17 563,0	3 197,9
2028	17 423,6	20 621,4
2029	17 285,3	37 906,7
2030	17 148,1	55 054,8
2031	17 012,0	72 066,8
2032	16 877,0	88 943,8
2033	16 743,0	105 686,8
всього	193 253,8	216 065,4

В таблиці 4.8 представлений термін окупності виробництва сонячної електростанції:

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Таблиця 4.8 – Термін окупності будівництва сонячної електростанції

Орієнтовний обсяг інвестицій для будівництва сонячної електростанції, євро	Середній дохід за п'ять років з урахуванням впливу амортизації, євро	Простий термін окупності, роки
104 310,0	3 197,9	6

Висновки до розділу 4

В цьому розділі була проведена оцінка можливості будівництва сонячної електростанції потужністю 100 кВт на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова». Створені характеристики кліматичних умов для міста Києва. Також, розроблене обґрунтування розміщення сонячної електростанції.

Розробивши необхідні інвестиції для будівництва сонячної електростанції, а також орієнтовне вироблення енергії на станції, був прорахований простий термін окупності – 6 років. Це достатньо короткий термін окупності вважаючи, що сонячна електроенергія буде застосовуватися для потреб об'єкту. Як висновок, будівництво сонячної електростанції на криші об'єкта «Офісно-складський комплекс на Федорова» є економічно вигідним.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОТЛА

5.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання

Об'єктом мого дослідження є офісно-складський комплекс. Це будівля, яка об'єднує в себе офісні та складські приміщення, які здаються в оренду підприємствам. Будівля була збудована в 1965 році. Система опалення на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова» виконана в виді локального теплозабезпечення, яка складається з: електричного котла моделі Prothem Skat 24K потужністю 24 кВт та водяної системи, в якій працює один циркулярний насос Wilo Class H, потужністю 0,05 кВт. Труби – металопластикові. Ця система опалює офісне приміщення взимку. Пропонується встановити у котел моделі Prothem Skat 24K потужністю 24 кВт два реле часу марки Nager (добовий та тижневий), які будуть в нічні та вихідні дні вимикати котел та вмикати його за декілька годин до початку зміни. Це дозволить зменшити години роботи електричного котла та зекономити багато електричної енергії взимку. Електричний котел знаходиться в окремому приміщенні на другому поверсі. Двері в це приміщення вогнестійкі.

У таблиці 5.1 та 5.2 наведено загальну характеристику об'єкта та технічні характеристики електричного котла:

					НТУУ КП.001.7210.082 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та пожежна безпека під час модернізації електричного котла	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Прищепя Я.О.					90	
Перевір.		Третьякова Л.Д.				IEE, ОН-72		
Реценз.								
Н. Контр.		Прокопенко І. Д.						
Затверд.								

Таблиця 5.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування електроустановки	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Електричний котел	Внутрішня установка	Окреме приміщення на другому поверсі	Приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Г

Таблиця 5.2 – Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування електроустановки і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Електричний котел Protherm Skat 24K	Напруга	3x400 В
	Потужність	24 кВт
	Маса	34 кг (без води)
	Габаритні розміри	740x410x240 мм
	Вид теплоносія	Вода
	Маркування	Protherm Skat 24K

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту

Для початку встановлення потрібно доставити реле часу та необхідне обладнання для його встановлення [12]. Перед початком робіт, необхідно дослідити план приміщення (поверху). Монтаж всіх робіт проводиться в літній час, коли електричний вимкнений від головної мережі. Після монтування реле часу робиться перевірка та явні проблеми у електричній мережі або в підключенні котла до мережі повинні усуватися. Роботу по встановленню реле часу виконують кваліфікованих працівники у складі двох осіб із групою електробезпеки не менш як III до 1000 В. Захід по модернізації електричного котел планується у літній сезон. Тривалість робіт – 1 робочий день. У таблиці 5.3 наведено послідовність виконання робіт.

Таблиця 5.3 – Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки і розгрузки	Період виконання робіт і тривалість	Кількісний склад бригади	Група з електробезпеки
1	2	3	4	5
Монтаж реле часу	Транспорт, механічна, розгрузка	Літній, одноразово, 1 робочий день	2 особи	Не менш як III

5.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

При монтуванні реле до загальних показників умов праці відносяться конструктивні особливості електричних мереж об'єкті та особливості електроустановки [13]. У таблиці 5.4 наведено чинники умов праці та їх показники.

Таблиця 5.4 – Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника	Визначення допустимості або шкідливості показників
1	2	3	4
Важкість праці	Переміщення вантажів	До 34 кг	Шкідливі
	Робоче положення	«стоячи зігнувшись»,	
	Статичні та динамічні навантаження	Динамічні 340- 380 Вт, (251-300) (Вт·год)	
	Категорія робіт	III категорія	
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження	50 % робочого часу	Допустимі
	Тривалість активних дій	50 % робочого часу	
	Змінність	1 зміна, 10 годин	
	Напруженість органів чуття: зір	20 % робочого часу	

5.4 Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків

У таблиці 5.5 зведемо всі небезпеки та ризики виникнення нещасних випадків [14,15].

Таблиця 5.5 – Перелік небезпек та ризиків професійних чинників

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізичні	Електричного походження	Імовірний	Катастрофічний	I
	Шум	Малоймовірний	Низький	IV

1	2	3	4	5
Хімічні	Відсутні			
Рідина	Вода	Імовірний	Значний	III
Біологічні	Відсутні			
Інші	Переміщення вантажів	Практично неможливий	Низький	IV
	Незручні робочі положення	Рідкий	Низький	IV

5.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Необхідно пам'ятати про захист людей від ураження струмом, а тому потрібно запровадити відповідні технічні засоби, які є найефективнішими. У таблиці 5.6 наведено перелік технічних і організаційних заходів.

Таблиця 5.6 – Перелік технічних і організаційних заходів

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Технічні заходи з електробезпеки		
Ізоляція	Ручний інструмент з захисною ізоляцією	Інструмент пройшов лабораторні випробування
Маркування	На стінах	ОП-3
Огороджувальний засіб	Огорожа приміщення	Механічне блокування входу
Захисне заземлення	По периметру	1 горизонтальний заземлювач 85 Ом
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги	Розпорядження з записом в журналі

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

У процесі монтажу реле часу та безпосередньої роботи с електричним котлом робітники повинні мати та використовувати засоби індивідуального захисту для запобігання небезпек [16]. У таблиці 5.7 наведено перелік засобів індивідуального захисту.

Таблиця 5.7 – Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристик и
1	2	3	4	5
Захист рук	Захист від теплових ушкоджень	Рукавички, жаростійна спилка	1 рік	Під час роботи біля ЕУ
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень та електричної напруги до 440 В	Каска захисна, з ABS матеріалу	2 роки	Під час роботи біля ЕУ
Захист очей	Захист від електричної дуги ті ультрафіолетового випромінювання	Закриті подвійні окуляри Полікарбонат	2 роки	Під час робіт в ЕУ

У таблиці 5.8 зведемо перелік електрозахисних засобів.

Таблиця 5.8 – Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
1	2	3	4
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички, діелектричне взуття, гумові діелектричні килими	Для робіт під напругою до 1 кВ	Підключення ЕУ після монтажу. Періодичні випробування - кожні 6 місяців
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки	Виконання робіт	0,4 – 10 Раз у 2 роки

5.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

В об'єкті повинна бути система протипожежного та вибухового захисту. Відповідно до норм з пожежної безпеки на енергетичних об'єктах вибирають первинні засоби до тушіння пожеж (вогнегасник, пожежний інвентар). На об'єкті пожежний інвентар знаходиться на рампі першого поверху, також в кожному складському приміщенні біля входу знаходиться порошкові вогнегасники ОП-3. Також порошкові вогнегасники знаходяться на другому поверсі в коридорі офісних приміщення на сходовому майданчику. У таблиці 5.9 наведено перелік електрозахисних засобів.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Таблиця 5.9 – Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
Технічні		
Порошковий вогнегасник ОП-3:	Переносний, тривалість дії – 8с, довжина струмені – не менше 2м	На складах біля входу та на другому поверсі. Термін експлуатації – 10 років
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	В кожному приміщенні об'єкту розташовані таблички з схемою евакуації. В коридорі офісного приміщення знаходяться світлові покажчики, які показують евакуаційні виходи з приміщення.	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	Flagman, костюм-дошовик	Багаторазового використання. Термін зберігання – 5 років.

5.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Корпус електричного котла під'єднаний до окремої системи заземлення.

Розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю.

Розрахунок на вимикаючу здатність.

Такий розрахунок передбачає розрахунок струму однофазного короткого замикання і співставлення отриманої величини зі значенням

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

номінального струму спрацьовування МСЗ. Захисне заземлення застосовують у трифазних п'яти (чотири) проводових мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю. Призначення захисного проводу – створення для струму короткого замикання ланки з малим опором для швидкого вимкнення від мережі установки з порушеною ізоляцією. Вимкнення відбувається за умови використання автоматичного пристрою, який відмикає струм короткого замикання.

$$I_{\text{КЗ}} \geq 1,25 I_{\text{авт}}^{\text{ном}}, \quad (5.1)$$

де $I_{\text{авт}}^{\text{ном}}$ - номінальний струм автоматичного пристрою, А.

Розрахункова формула для визначення $I_{\text{КЗ}}$ має вигляд:

$$I_{\text{КЗ}} = U_{\phi} / (r_{\phi} + r_{\text{РЕ}} + (r_{\text{ТР}} / 3)), \quad (5.2)$$

де U_{ϕ} - фазна напруга, В;

r_{ϕ} , $r_{\text{РЕ}}$, $r_{\text{ТР}}$ - активний опір фазного проводу, активний опір захисного проводу, активний опір трансформатора.

Для розрахунку струму короткого замикання знаходимо опір живлячих кабелів:

- 2 кабелі АВВГ 4х240 (525 м.)
- Кабель АВВГ 4х120 (15 м.)
- Кабель АВВГ 4х6 (52 м.)
- Кабель ПВС 4х4 (3 м.)

Активний опір фазного і захисного (нульового) провідників, виконаних з кольорових металів, визначають за формулою:

$$r = \sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot l_i) / S_i, \quad (5.3)$$

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ρ_i - питомий опір матеріалу проводів (міді – 0,00175 (Ом·мм²)/м, алюмінію – 0,0028 (Ом·мм²)/м, сталі – 0,1 (Ом·мм²)/м);

l_i - довжина ділянки проводу одного матеріалу та одного перерізу, м;

S_i - площа поперечного перерізу проводу, мм².

Підставимо значення у формулу (5.3):

$$r_1 = 0,0028 \cdot 526 / 480 = 0,003 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 0,0028 \cdot 150 / 120 = 0,0003 \text{ Ом}$$

$$r_3 = 0,0028 \cdot 52 / 6 = 0,0024 \text{ Ом}$$

$$r_4 = 0,00175 \cdot 3 / 4 = 0,0013 \text{ Ом}$$

За формулу (5.2) для визначення $I_{\text{кз}}$:

$$I_{\text{кз}} = 220 / (2 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,0003 + 2 \cdot 0,0024 + 2 \cdot 0,0013 + (0,0165 / 3)) = 11,28 \text{ кА}$$

Перевірку автоматичного пристрою за формулою (5.1):

$$11,28 \geq 0,5$$

Автоматичний пристрій спрацює після спрацювання струму короткого замикання.

Розрахунок напруги на корпусі електроустановки.

Без повторного заземлення захисного провідника напруга на корпусі визначається за формулою:

$$U_{\text{к}} = I_{\text{кз}} \cdot Z_3 \leq U_{\text{д}}, \quad (5.4)$$

де $U_{\text{д}}$ - допустима напруга дотику, В;

Z_3 - повний опір захисного проводу, Ом:

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для КЛ $Z_3 = r_3$

Підставимо значення у формулу (5.4):

$$14,67 = 11282 \cdot 0,0013 \leq 50 \text{ В}$$

Отже, умова виконується.

Висновки до розділу 5

В цьому розділі був проведений аналіз основних характеристик охорони праці та пожежної безпеки при модернізації електричного котла. Також було надано загальну інформацію про електричний котел, який знаходиться на об'єкті та описана можливість його модернізації.

При монтуванні реле часу з'ясований перелік небезпек та ризиків професійних чинників. Найнебезпечніші чинник - електричного походження. Це означає, що умови праці при монтуванні реле є шкідливими і відноситься до I категорії. Для того, щоб забезпечити захист від цих чинників були запроваджені технічні та організаційні заходи: встановлення плакатів безпеки, встановлення переносного заземлення та ізолюючих підставок, бригада з двох кваліфікованих осіб із групою електробезпеки не менш як III до 1000 В. Складений перелік заходів і засобів з пожежної безпеки.

Також, був проведений розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю. Після монтування реле часу робиться перевірка та явні проблеми у електричній мережі або в підключенні котла до мережі повинні усуватися.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту був проаналізований об'єкт «Офісно-складський комплекс на Федорова», а саме загальний опис об'єкту, ефективність використання електричної енергії, ефективність використання теплової енергії на об'єкті, можливість застосування вторинних та відновлювальних джерел енергії. Також був створений розділ охорони праці та пожежною безпеки під час модернізації електричного котла, де були розібрані можливі інциденти в ході виконання монтажних робіт та можливості їх усунення.

У дипломному проєкті запропонована низка заходів як по електричному так і в теплотехнічному розділі, які дозволяють покращити рівень енергетичного класу будівлі та зекономити гроші. У таблиці представлені заходи з енергоефективності на об'єкті «Офісно-складський комплекс на Федорова»:

Таблиця – Заходи з енергоефективності

ЗЕЗ	Заощадження енергії	Економія	Простий термін окупності, рік
	кВт*год/рік	грн/рік	роки
Заміна вікон	10683,55	38567,55	2,51
Утеплення стелі	51067,15	185381,081	0,66
Утеплення стін	17352,1	62641,081	0,563
Очищення системи опалення	3653,158	13187,9	0,57
Оптимізація роботи котла	25600	92416	0,03
Заміна кабелів	3636,748	13129	5,543
Встановлення датчиків освітленості	456,25	1647,06	0,152
Заміна світильників	8905,6	32149,216	0,966

На рисунку представлена різниця споживання електричної енергії за рік до впровадження запропонованих заходів та після їх впровадження (на прикладі споживання 2020 року):

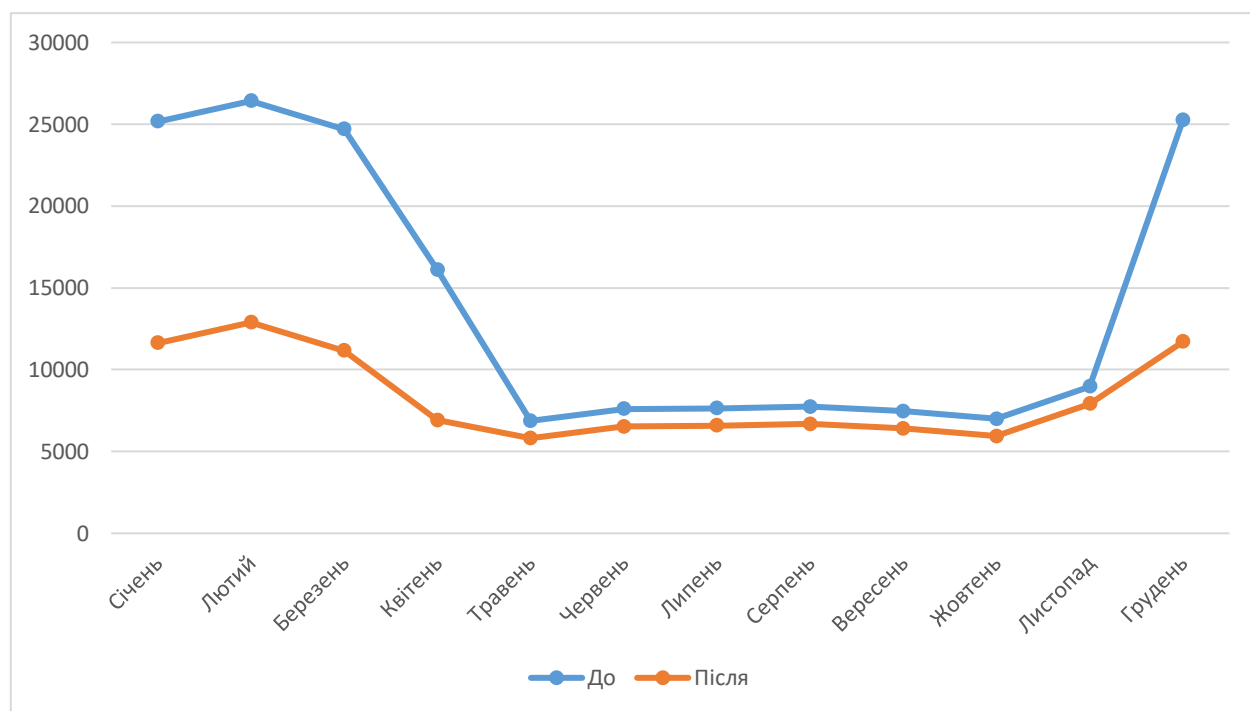


Рисунок – Результати впровадження заходів з енергоефективності

На цьому графіку видно, що завдяки запропонованим заходам з енергозбереження вдалося зменшити піки споживання електричної енергії взимку, а також знизити загальне електричне споживання за рік. Загальна сума заощадженої енергії протягом року – 121,35 МВт (439,12 тис. грн.). Середнє значення простого терміну окупності – 1,37 року. Це означає, що більшість заходів мають не більше 1 року окупності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Стеклопакет и коэффициент сопротивления теплопередачи». Вікна веб-сайт. URL: <https://rusokna.ru/news/steklopaket-i-koefficient-soprotivleniya-teploperedachi/> (дата звернення 01.05.2021).
2. «Коефіцієнт теплопровідності і теплопередачі сталі, сплавів». URL: <https://uk.ebolet.com/1360714-the-coefficient-of-thermal-conductivity-and-heat-transfer-of-steel-alloys>. (дата звернення 01.05.2021).
3. «Про коефіцієнти теплопередачі та опору теплопередачі». Віндзор веб-сайт. URL: http://windzor.com.ua/useful/view/teploizoliaciya/koeffizient_teploprovodnosti#:~:text=%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D1%86%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B8%20%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%94%20%2C81%20%D0%92%D1%82%2F%D0%BC2%D0%9A. (дата звернення 01.05.2021).
4. «Теплопровідність цементно-пісочної стяжки». Капітальне будівництво веб-сайт. URL: <https://chm-b.com/teploprovodnost-tsementno-peschanoy-styazhki/>. (дата звернення 01.05.2021).
5. ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення». Затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва від 15 лютого 2010 р. № 64.
6. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 15.06.2016 р. № 158.
7. Довідкові дані (таблиці) для самостійної роботи з курсу «Системи електропостачання» для студентів спеціальності «141 Електроенергетика,

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

електротехніка та електромеханіка». Укл.: Попов В.А., Ярмолюк О.С. Київ: вид-во КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 20 с.

8. «Облікова ставка Національного банку». Національний банк України веб-сайт. URL: <https://bank.gov.ua/ua/monetary/stages/archive-rish>. (дата звернення 15.05.2021).

9. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». Затверджено наказом Мінрегіону України від 08.08.2016 р. №220.

10. «Розрахунок тепловтрат приміщення». Клімат в домі веб-сайт. URL: http://www.klimatvdomi.com/heat/heat_teplopoteri_ua.html. (дата звернення 20.05.2021).

11. ДСТУ-Н Б.В.1.1- 27:2010 «Будівельна кліматологія». Прийнято та надано чинності наказом Мінрегіонбуду України від 15.12.2010 р. №511, чинний з 1 листопада 2011 р.

12. ДНПАОП 63.21-1.22-07. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. Вид. офіц. Київ : Держнаглядохоронпраці, 2007. 35с.

13. Третякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту, виготовлення та застосування: навч. посіб. Київ: Лібра, 2008. 317 с.

14. ДНПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Вид. офіц. Київ : Міністерство юстиції, 1998. 24 – 38 с.

15. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 1999. 53 с.

16. ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Вид. офіц. Київ : Міністерство енергетики, 2002. 46 с.

					НТУУ.001.7210.082 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		