

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

**Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«__» _____ 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент та енергоефективні
технології»**

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**на тему: «Удосконалення системи енергетичного моніторингу гуртожитку № 19 КПІ ім.
Ігоря Сікорського»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ОН-01
Плотник Дана Анатоліївна _____

Керівник:

к.т.н., доцент
Чернявський Анатолій Володимирович _____

Консультант з теплової частини:

доцент, к. т. н., доцент,
Шовкалюк Марина Михайлівна _____

Консультант з охорони праці:

професор, д. т. н., професор,
Третьякова Лариса Дмитрівна _____

Консультант з нормоконтролю:

старший викладач, к. т. н.,
Чернецька Юлія Валентинівна _____

Рецензент:

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

Студентка _____

Київ – 2024 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

[illegible]

				ДП 0116.00.007		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розробн.					1	1
Керівн.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01	
Консульт.	Третьякова					
Н/контр.	Чернецька					
Зав.каф.	Дерев'янко					

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Удосконалення системи енергетичного моніторингу
гуртожитку № 19 КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Київ – 2024 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Плотник Дани Анатолійови

1. Тема проєкту «Удосконалення системи енергетичного моніторингу гуртожитку № 19 КПІ ім. Ігоря Сікорського», керівник проєкту к.т.н., доцент Чернявський Анатолій Володимирович затверджені наказом по університету від 29.05.2024 р. № 2183-с
2. Термін подання студентом проєкту: 15.06.2024
3. Вихідні дані до проєкту: схема електроживлення, обсяги споживання паливно енергетичних ресурсів за останні три роки, перелік споживачів електричної енергії.
4. Зміст пояснювальної записки:
 - а) електрична частина:** - схема електропостачання об'єкту, повірочний розрахунок навантажень будівлі, розроблення типових заходів з енергоефективності.
 - б) теплова частина:** - визначення теплового навантаження будівлі, аналіз розрахункових та фактичних даних по споживанню, розроблення типових заходів з енергоефективності.
 - в) охорона праці та пожежна безпека:** - визначення та оцінка показників на робочих місцях при проведенні заходу з енергоефективності.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

1. Баланс енергоспоживання об'єкту дослідження;
2. Схема електропостачання об'єкту дослідження;
3. Схема теплопостачання об'єкту дослідження;
4. Застосування вторинних та відновлювальних джерел енергії на об'єкті;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Теплова частина	Шовкалюк М.М., доцент		
Охорона праці	Третьякова Л.Д., професор		

7. Дата видачі завдання: 11.03.2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Загальний опис об'єкту	22.05-25.05.24	
2	Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті	26.05-28.05.24	
3	Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті	29.05-31.05.24	
4	Система енергетичного менеджменту об'єкту	01.06-03.06.24	
5	Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлювальних джерел енергії	04.06-06.06.24	
6	Охорона праці та пожежна безпека під час заміни двигунів розпилювальних верстатів	07.06-09.06.24	
7	Підготовка графічного матеріалу	10.06-13.06.24	
8	Захист дипломного проекту	21.06.24	

Студент

Д.А. Плотник

Керівник

А.В. Чернявський

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту складається з 7 розділів, пояснювальна записка містить 96 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено 18 ілюстрацій, 23 таблиці та 33 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою досліджень є аналіз стану гуртожитку № 19 КПІ ім. Ігоря Сікорського, визначення шляхів підвищення рівня енергоефективності, розроблення заходів із зменшення енергетичного навантаження будівлі.

Ключові слова: втрати, економія, енергетичний аудит, енергозбереження, енергоспоживання, навантаження, потужність.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The explanatory note for the diploma project consists of 7 sections, and contains 96 pages of main text. The main text of the work includes 22 illustrations, 23 tables, and 33 bibliographic references according to the list of sources.

The purpose of the research is to analyze the condition of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute dormitory № 19, identify ways to improve energy efficiency, and develop measures to reduce the building's energy load.

Keywords: consumption, energy, energyaudit, energy saving, load, loss, power, savings.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК ТА ТЕРМІНІВ

Скорочення

ЛБ – люмінесцентні лампи;
ОК – огорожувальні конструкції;
ТП – трансформаторна підстанція;
LED – світлодіодні лампи;
ПЕР – паливно енергетичні ресурси.

Умовних позначень

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура, °C;
 K – коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;
 λ – коефіцієнт теплопровідності, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;
 R – опір теплопередачі, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;
 F – площа, м^2 .
 $t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °C;
 δ – товщина, м.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ.....	13
1.1 Короткий опис об'єкту	13
1.2 Короткий опис інженерних мереж.....	15
1.3 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки	16
1.4 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки	16
1.5 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР	21
1.6 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності.....	22
Висновки до розділу 1	22
2. ОЦІНКА СТАНУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОБЛІКУ ТА МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ .	24
2.1 Оцінка поточного стану системи моніторингу	24
2.2 Виявлення переваг та недоліків системи моніторингу	24
2.3 Заходи з удосконалення системи моніторингу.....	26
Висновки до розділу 2	28
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	29
3.1 Схема електропостачання об'єкту та її аналіз.....	29
3.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії.....	30
3.3 Повірочний розрахунок навантажень будівлі	30
3.4 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту в аналітичній формі	34
3.5 Розроблення типових заходів для підвищення рівня енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії	37
Висновки до розділу 3	43
4 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ.....	46
4.1 Огляд нормативних вимог щодо енергоефективності будівель та сучасного стану справ в сфері ЖКГ	46
4.2 Визначення теплового навантаження будівлі.....	48
4.2 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій.....	56

Висновки до розділу 4	68
5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ	70
5.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту	70
5.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів	73
5.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів.....	75
Висновки до розділу 5	77
6 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	78
6.1 Вступ	78
6.2 Переваги встановлення СФЕУ	78
6.4 Підбір та розрахунок впровадження СФЕУ	82
Висновки до розділу 6	85
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ	86
7.1 Загальна характеристика об'єкта	86
7.2 Перелік робіт та склад бригади	87
7.3 Аналіз умов праці при проведенні заходу з енергозбереження для найманих працівників	88
7.4 Визначення небезпек для працівників на робочих місцях.....	89
7.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках	89
7.6 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації.....	90
7.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів	91
Висновки до розділу 7	93
ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96

ВСТУП

Енергетичне споживання є однією з ключових проблем сучасного суспільства, оскільки воно впливає на економічний розвиток, екологічну ситуацію та якість життя людей. Однією з основних сфер, де споживання енергії відіграє важливу роль, є житловий сектор. Особливо актуальним є питання енергозбереження у великих житлових комплексах, таких як гуртожитки, де проживає велика кількість людей. Ефективне управління енергетичними ресурсами у таких закладах може значно знизити витрати на енергопостачання, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Гуртожитки є специфічними об'єктами, що потребують особливої уваги у контексті енергозбереження. Вони характеризуються високою щільністю населення, різноманітністю побутових потреб та часто низьким рівнем енергетичної ефективності. Застарілі системи опалення, освітлення та вентиляції, а також недостатній рівень теплоізоляції призводять до значних втрат енергії. Тому впровадження сучасних технологій та підходів до управління енергетичними ресурсами у гуртожитках є важливим завданням, яке може принести суттєві економічні та екологічні вигоди.

Метою даного дипломного проєкту є розробка комплексу заходів з удосконалення рівня енергетичного споживання у гуртожитку. Для досягнення цієї мети проведено детальний аналіз поточного стану енергетичного споживання у досліджуваному об'єкті, визначено основні джерела енергетичних втрат та розробити ефективні заходи для їх зниження.

Одним з ключових напрямків у покращенні енергетичної ефективності гуртожитків є модернізація інфраструктури. Це включає заміну застарілих систем опалення та вентиляції на сучасні, енергоефективні аналоги, впровадження автоматизованих систем управління енергоспоживанням, встановлення енергоефективних освітлювальних приладів, а також проведення робіт з утеплення будівлі. Додатково, важливим є використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі або теплові насоси, що дозволить знизити залежність від традиційних енергоресурсів.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Ще одним важливим напрямком є підвищення свідомості мешканців щодо енергозбереження. Для цього необхідно проводити просвітницькі заходи, спрямовані на формування енергозберігаючої поведінки, а також впровадження мотиваційних механізмів, які стимулюватимуть мешканців до більш раціонального використання енергоресурсів.

Таким чином, удосконалення рівня енергетичного споживання гуртожитку є комплексним завданням, що потребує системного підходу та взаємодії різних факторів. Виконання цього проєкту сприятиме підвищенню енергетичної ефективності будівель, зниженню витрат на енергопостачання та покращенню умов проживання мешканців. Впровадження запропонованих заходів не лише дозволить досягти значної економії енергоресурсів, але й зробить вагомий внесок у збереження довкілля, що є надзвичайно важливим у контексті сучасних екологічних викликів.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля гуртожитку №19 КПІ ім. Ігоря Сікорського (ХТФ, ІХФ, ФСП, ФБТ, іноземні студенти), розташована за адресою 03056, м.Київ, вул. Борщагівська, 146. Загальний вигляд будівлі наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Гуртожиток № 19, вул. Борщагівська, 146

					ДП 0116.00.007 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Плотник Д.А.			ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ		
Перевір.		Чернявський А.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Чернецька Ю.В.					
Затверд.							
						Літ.	Арк.
							13
						Аркушів	
						98	
						КПІ ім. Ігоря Сікорського	
						Каф. ЕП	
						Гр. ОН-01	

Гуртожиток № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського — один з найбільших на території кампусу, займає значну площу та вміщує велику кількість студентів. Будівництво цього гуртожитку розпочалося понад 30 років тому, спеціально до Олімпіади 1980-го року. Споруда відзначається монументальністю і спроектована з урахуванням потреб великої кількості мешканців.

На сьогоднішній день у гуртожитку проживає близько 1300 студентів, що робить його одним з найбільш населених об'єктів кампусу. Базовими факультетами, студенти яких мешкають у гуртожитку, є Хіміко-технологічний факультет (ХТФ), Інженерно-хімічний факультет (ІХФ), Факультет біотехнології та біотехніки (ФБТ), а також Факультет соціології і права (ФСП).

Система проживання у гуртожитку блочна. У кожному блоці розташовано дві кімнати та роздільний санвузол, що дозволяє забезпечити мешканців необхідними зручностями. Кожне крило поверху оснащено кухнею, де встановлені газові плити, що дає змогу студентам готувати їжу самостійно та вести незалежний побут.

На першому поверсі гуртожитку обладнано пральню самообслуговування, яка є надзвичайно зручною для мешканців, оскільки дозволяє самостійно прати та сушити одяг, не виходячи за межі будівлі. Це значно полегшує повсякденне життя студентів, економлячи їх час та ресурси.

Гуртожиток активно підтримує прагнення студентів до спортивного та культурного розвитку. Для цього було обладнано тренажерний зал для занять фізичними вправами та танцювальний зал для занять хореографією та різними танцювальними напрямками. Крім того, для студентів передбачена робоча кімната для самопідготовки, що сприяє ефективному навчальному процесу та дозволяє студентам займатися в спокійній і комфортній обстановці.

Для відпочинку та розваг на шостому поверсі гуртожитку відкрито ігрову кімнату, де студенти можуть проводити вільний час, граючи у різноманітні настільні та активні ігри.

Особливою гордістю гуртожитку є подвір'я, де зберігся єдиний діючий

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фонтан в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Фонтан було перетворено на арт-об'єкт зусиллями ініціативної групи студентів, що надає території гуртожитку особливого шарму та привабливості. Цей фонтан не лише служить естетичним доповненням подвір'я, але й стає місцем для проведення різноманітних культурних заходів та студентських зібрань.

Таким чином, гуртожиток № 19 є не лише місцем проживання студентів, але й осередком активного студентського життя, де кожен мешканець може знайти можливості для розвитку своїх талантів та здібностей, а також відчутти справжній дух студентської громади КПІ ім. Ігоря Сікорського [1].

1.2 Короткий опис інженерних мереж

Теплопостачання цієї будівлі здійснюється від ТЕЦ №5 та магістрального трубопроводу №6, що забезпечує надійне і безперебійне постачання теплової енергії. Для підключення до цієї системи використовується місцевий тепловий пункт, який дозволяє регулювати параметри подачі теплоносія відповідно до потреб мешканців будівлі. Цей пункт є ключовим елементом у забезпеченні ефективного теплопостачання, дозволяючи підтримувати оптимальний температурний режим у будівлі протягом усього опалювального сезону.

Для обліку теплової енергії використовується вузол обліку на основі теплолічильника СВТУ-11Т, який оснащений двома витратомірними дільницями РУ-50. Ці дільниці розташовані на подавальному та зворотному трубопроводах вузла теплового вводу, що дозволяє точно вимірювати кількість спожитої теплової енергії.

Холодне водопостачання здійснюється від міського водоканалу, що гарантує постійний доступ до води для всіх мешканців будівлі. Це дозволяє створити комфортні умови для проживання та задовольнити всі потреби мешканців у воді для побутових та гігієнічних цілей.

У будівлі передбачена природна витяжна система вентиляції, яка забезпечує постійний обмін повітря, сприяючи підтримці сприятливого мікроклімату. Ця система працює на основі природної тяги, що дозволяє

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

безперервно видаляти відпрацьоване повітря та постачати свіже зовнішнє повітря до приміщень. На кухні кожного блоку встановлено механічну припливно-витяжну систему вентиляції, яка передбачена в проекті будівлі. Вона забезпечує ефективне видалення парів та запахів, що виникають під час приготування їжі, тим самим покращуючи якість повітря та комфортні умови для мешканців.

1.3 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

У рамках аналізу динаміки виробничої діяльності будівлі гуртожитку виявлено значні зміни та покращення протягом останніх трьох років. Зокрема, заходи, які включали модернізацію систем опалення та вентиляції, утеплення будівлі та впровадження енергоефективних технологій, призвели до помітного зниження споживання енергії. Це призвело до зменшення витрат на енергопостачання та покращення умов проживання для мешканців гуртожитку. Важливо відзначити, що ці заходи не лише дозволили знизити вплив на навколишнє середовище, але й сприяли підвищенню загального комфорту та якості життя у гуртожитку.

1.4 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Гуртожиток № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського використовує електричну енергію, теплову енергію та воду для забезпечення комфортних умов проживання для своїх мешканців. Теплова енергія використовується для опалення приміщень у зимовий період, що призводить до збільшеного споживання теплової енергії у опалювальний сезон.

Для проведення аналізу споживання енергоносіїв, було зібрано дані про річне споживання теплової енергії за місяцями протягом трьох років - з 2021 по 2023 рік. Таблиця 1.1 представляє ці дані і відображає зміни у споживанні електричної енергії протягом зазначеного періоду.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Споживання теплової енергії у 2021-2023 р. по місяцях

Місяць	Споживання теплоенергії, Гкал					
	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
Січень	266,20	440 403,94	278,31	460 430,58	207,58	343 417,46
Лютий	286,62	474 186,99	299,75	495 909,40	248,48	411 082,83
Березень	255,39	422 519,77	208,58	345 071,87	210,10	347 584,92
Квітень	183,97	304 361,81	19,08	31 566,14	188,78	312 319,52
Травень	52,95	87 601,01	43,43	71 852,68	31,71	52 459,69
Червень	6,81	11 266,53	21,65	35 817,98	10,22	16 908,07
Липень	26,12	43 213,19	0,00	0,00	29,62	49 008,59
Серпень	21,22	35 106,58	24,12	39 901,06	174,74	289 091,60
Вересень	33,36	55 191,12	150,93	249 691,83	109,21	180 678,12
Жовтень	63,85	105 634,08	40,04	66 242,58	156,96	259 672,88
Листопад	173,85	287 619,18	82,65	136 736,99	63,81	105 567,90
Грудень	206,03	340 858,09	199,25	329 641,19	263,91	436 617,00
Всього	1576,37	2 607962,29	1 367,78	2 262862,29	1 695,11	2 804408,59

Дані споживання теплової енергії за останні три роки по місяцях відобразимо на рисунку 1.2.

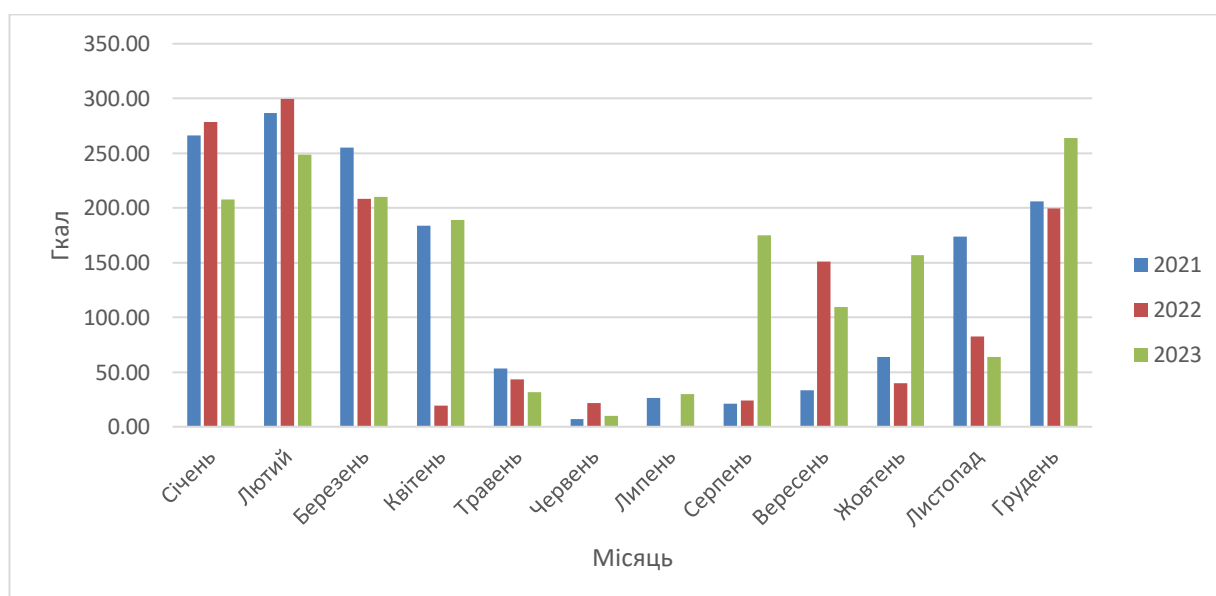


Рисунок 1.2 - Споживання теплової енергії 2021-2023 рр.

Аналізуючи дані по тепловому споживанню, помітно кілька аномальних коливань. Значне зменшення та коливання графіку споживання у 2022 році обумовлено зовнішньою ситуацією в країні, яка вплинула на стабільність

енергопостачання та попит на тепло. Також помітно суттєве зростання споживання у серпні-жовтні 2023 року, що було викликано збільшенням кількості проживаючих у гуртожитку та низькою зовнішньою температурою повітря в цей період.

Дані про річне споживання електричної енергії протягом 2021-2023 років занесемо до таблиці 1.2, аналіз якої допоможе нам оцінити споживання енергетичних ресурсів, який вказано на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2 – Споживання електричної енергії у 2021-2023 р. по місяцях

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год					
	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	31 360	52 684,80	41 962	70 496,16	23 757	39 911,76
Лютий	31 671	53 207,28	44 086	74 064,48	26 255	44 108,40
Березень	23 000	38 640,00	22 870	38 421,60	23 130	38 858,40
Квітень	22 218	37 326,24	22 870	38 421,60	21 567	36 232,56
Травень	21 972	36 912,96	22 870	38 421,60	21 074	35 404,32
Червень	21 904	36 798,72	22 870	38 421,60	20 938	55 276,32
Липень	23 246	39 053,28	27 559	46 299,12	18 932	49 980,48
Серпень	22 071	37 079,28	25 002	42 003,36	19 139	50 526,96
Вересень	22 786	38 280,48	23 800	39 984,00	21 772	57 478,08
Жовтень	30 297	50 898,96	43 735	73 474,80	26 858	70 905,12
Листопад	24 451	41 077,68	20 585	34 582,80	28 317	74 756,88
Грудень	29 551	49 645,68	22 538	37 863,84	36 564	96 528,96
Всього	304 527	511 605,36	340 747	572 454,96	288 303	649 968,24

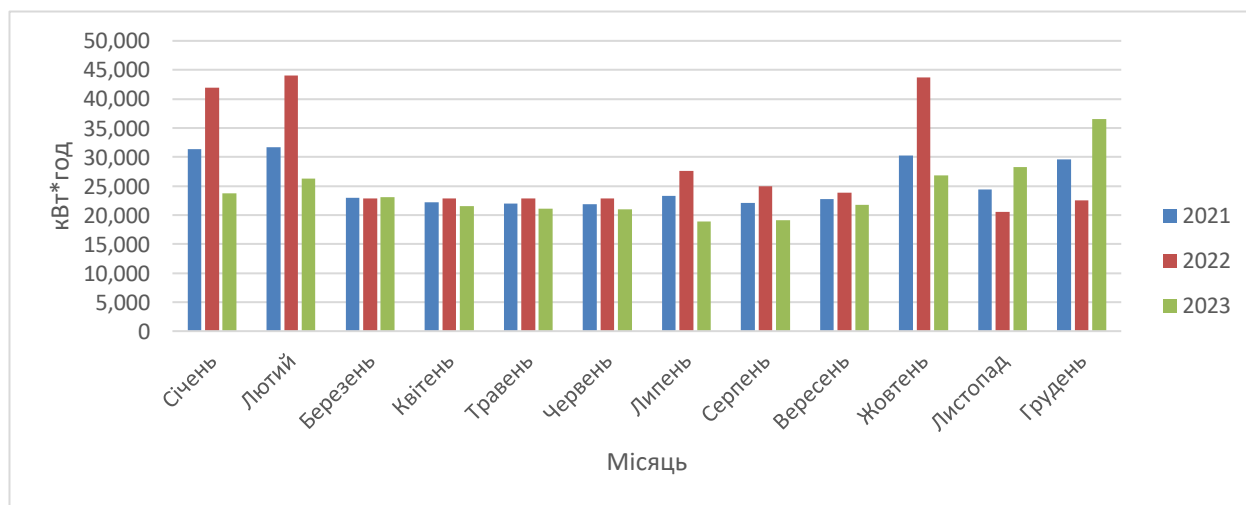


Рисунок 1.3 - Споживання електричної енергії 2021-2023 рр.

Основним призначенням води в Гуртожитку № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського є забезпечення санітарно-гігієнічних потреб, технічних цілей та приготування їжі. У період з червня по вересень споживання холодної води зазвичай зменшується, оскільки багато мешканців перебувають на літніх канікулах. Дані про обсяг споживання води зведемо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Водоспоживання у 2021-2023 р. по місяцях

Місяць	Водоспоживання, м ³					
	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	1 047	26 572,86	5 557	168 843,89	2 702	82 097,57
Лютий	2 521	63 982,98	3 237	98 353,01	1 874	56 939,62
Березень	2 418	61 368,84	1 627	49 434,77	2 490	75 656,16
Квітень	3 454	87 662,52	2 143	65 112,91	2 020	61 375,68
Травень	2 188	55 531,44	2 477	75 261,17	2 420	73 529,28
Червень	3 506	88 982,28	2 493	75 747,31	2 271	69 002,06
Липень	3 717	94 337,46	2 297	69 792,05	2 832	86 047,49
Серпень	2 959	75 099,42	2 404	73 043,14	2 310	70 187,04
Вересень	4 564	115 834,32	3 025	91 911,60	2 017	61 284,53
Жовтень	3 748	95 124,24	2 335	70 946,64	2 161	65 659,82
Листопад	5 509	139 818,42	2 984	90 665,86	2 393	72 708,91
Грудень	2 075	52 663,50	2 079	63 168,34	2 625	79 758,00
Всього	37 706	956 978,28	32 658	992 280,67	28 115	854 246,16

Водоспоживання за останні три роки по місяцях відобразимо на рисунку 1.4.

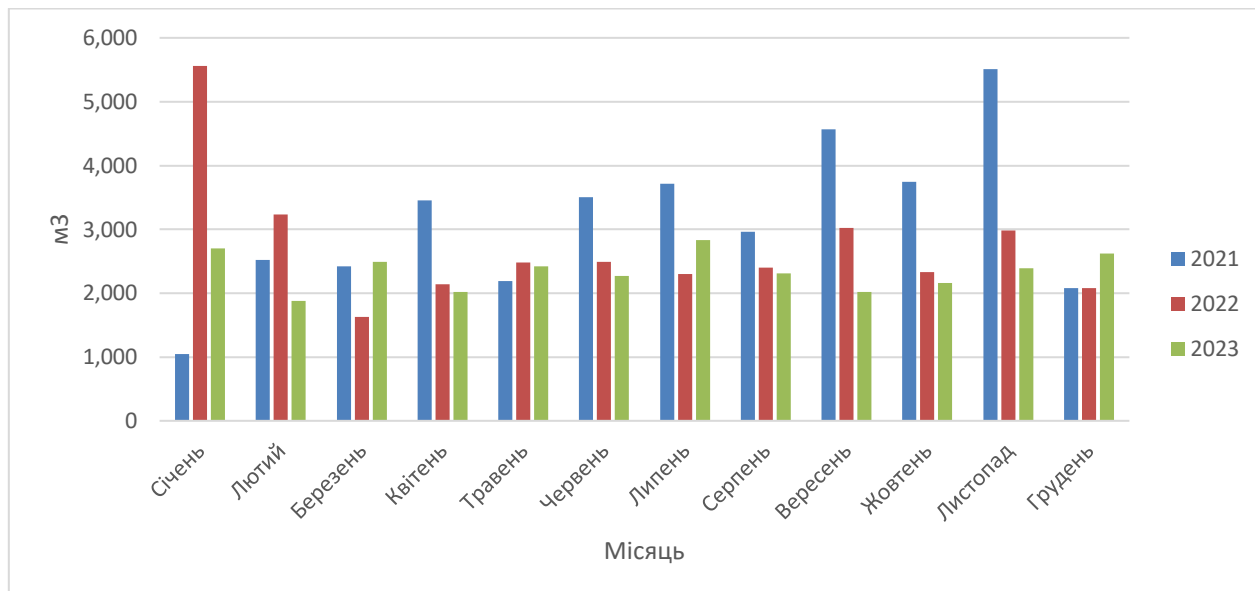


Рисунок 1.4 - Водоспоживання 2021-2023 рр.

Загальні грошові витрати на паливно енергетичні ресурси спожиті за останні три роки відобразимо на рисунку 1.5.

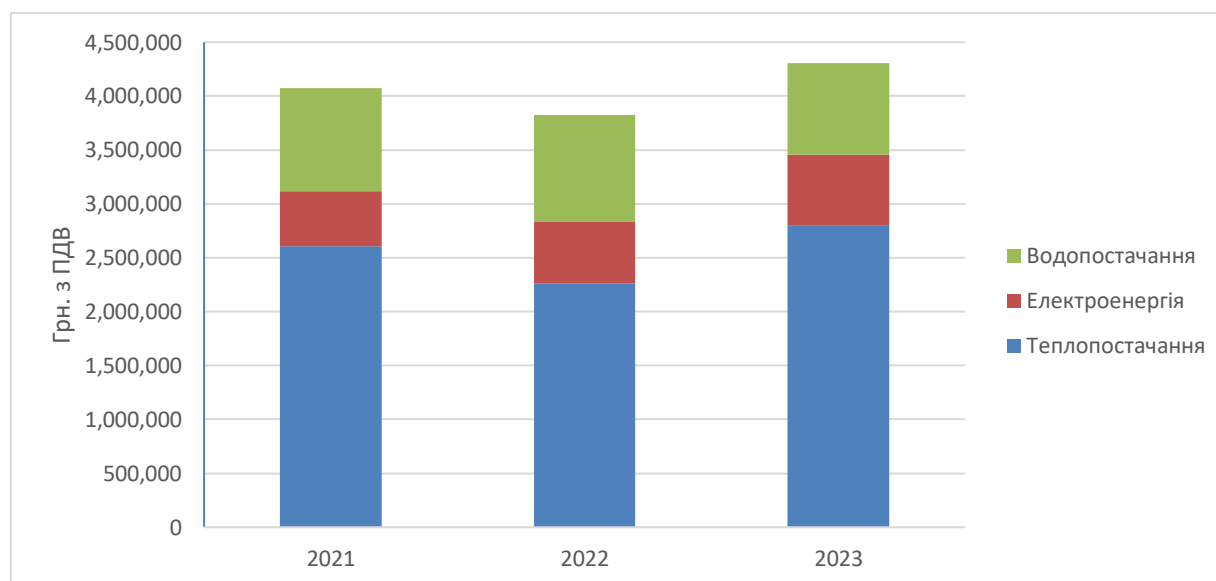


Рисунок 1.5 – Загальні грошові витрати на ПЕР за 2021-2023 рр.

Аналізуючи динаміку споживання електричної енергії, теплової енергії та води в Гуртожитку № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського за останні три роки, можна встановити, що у 2021 та 2023 роках споживання перерахованих ресурсів було на звичайному рівні. Однак, в 2022 році споживання зазнало значних коливань, що було спричинене зовнішніми факторами.

У 2021 та 2023 роках споживання енергоресурсів підтримувалося на стабільному рівні, відображаючи звичайний режим функціонування гуртожитку. Проте, у 2022 році спостерігаються значні коливання у споживанні, що було результатом зовнішніх факторів.

Також, споживання енергоресурсів підлягає впливу різних факторів, таких як погода, режим роботи та кількість мешканців. Тому важливо продовжувати моніторинг та аналіз динаміки споживання з метою ефективного використання ресурсів та забезпечення комфортних умов для мешканців гуртожитку.

1.5 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

За використані паливно енергетичні ресурси (електрична енергія, теплова енергія, вода) мешканці гуртожитку розраховуються згідно нижче наведених тарифів.

Тариф на електричну енергію за 2021-2023 роки зведемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Тариф на електроенергію за 2021-2023 роки, грн/кВт·год

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ			
		2021	2022	2023 до 01.06	2023 після 01.06
Електрична енергія	грн/кВт·год	1,68	1,68	1,68	2,64

Тарифи на воду за 2021-2023 роки зведемо до таблиці 1.5 .

Таблиця 1.5 – Тарифи на холодне водопостачання за 2021-2023 роки, грн/м³

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2021	2022	2023
Водопостачання	грн/м ³	25,38	30,384	30,384

Тарифи на теплову енергію за 2021-2023 роки зведемо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Тарифи на теплову енергію за 2021-2023 роки, грн/Гкал

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2021	2022	2023
Теплова енергія	грн/Гкал	1 654,41	1 654,41	1 654,41

1.6 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

Протягом останніх трьох років проведена значна реконструкція будівлі, спрямована на покращення ефективності виробничої діяльності та створення комфортних умов для мешканців. У рамках цих заходів були здійснені наступні модернізації:

1. Модернізація індивідуального теплового пункту, що сприяло підвищенню надійності та ефективності системи опалення та забезпечило стабільне теплопостачання приміщень.

2. Модернізація системи гарячого водопостачання, що дозволило підвищити продуктивність та забезпечити постійний доступ до гарячої води.

3. Модернізація систем вентиляції та кондиціонування, що призвело до поліпшення якості повітря в приміщеннях, забезпечуючи оптимальні умови для відпочинку.

4. Утеплення підводу централізованого опалення, що сприяло зменшенню тепловтрат та зниженню витрат на опалення, забезпечуючи ефективне використання енергоресурсів.

Ці комплексні заходи позитивно вплинули на ефективність виробничої діяльності, та сприяють підвищенню продуктивності будівлі.

Висновки до розділу 1

Було проведено дослідження будівлі Гуртожитку № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського та статистичних даних щодо споживання енергоресурсів (ПЕР). У ході дослідження було зібрано та описано наступну інформацію:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Досліджено будівлю гуртожитку: описано стан будівлі, включаючи опис внутрішніх приміщень.

2. Описано інженерні мережі: у гуртожитку використовується система теплопостачання від ТЕЦ №5 та магістрального трубопроводу №6.

3. Споживання енергоресурсів та тарифи: були зібрані дані щодо споживання електричної енергії, теплової енергії та води за останні три роки. Також були проаналізовані тарифи на ці енергоресурси.

В цілому, проведений аналіз надає загальне уявлення про будівлю гуртожитку та його споживання енергоресурсів. Це дозволяє виявити основні проблемні аспекти та розробити стратегію подальшого розвитку енергоменеджменту з метою досягнення більшої енергоефективності та економічної вигідності.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОЦІНКА СТАНУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОБЛІКУ ТА МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1 Оцінка поточного стану системи моніторингу

Система енергетичного моніторингу в гуртожитку включає встановлення сучасного електролічильника ЕЛВІН, який забезпечує точне вимірювання та облік споживаної електричної енергії. Цей лічильник дозволяє знімати показники електроспоживання в режимі реального часу, що дає можливість отримувати актуальну інформацію про споживання енергії.

Дані з електролічильника зчитуються вручну та використовуються для аналізу та планування енергоспоживання. Хоча система забезпечує базовий рівень моніторингу, вона не автоматизована і потребує регулярного ручного зчитування та обробки даних. Зараз система фокусується на обліку електричної енергії, проте не включає моніторинг інших енергетичних ресурсів, таких як тепло та вода, що обмежує можливості комплексного аналізу та управління енергоспоживанням.

Загалом, поточний стан системи моніторингу є задовільним для базового обліку електричної енергії, але потребує модернізації та автоматизації для покращення ефективності та точності даних.

2.2 Виявлення переваг та недоліків системи моніторингу

Переваги системи моніторингу:

1. Точність вимірювань: Використання сучасного електролічильника ЕЛВІН забезпечує високоточне вимірювання споживаної електричної енергії, що дозволяє отримувати достовірні дані для аналізу.

2. Можливість моніторингу в реальному часі: Система дозволяє знімати показники електроспоживання в режимі реального часу, що забезпечує

					ДП 0116.00.007 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Плотник Д.А.			ОЦІНКА СТАНУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОБЛІКУ ТА МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Чернявський А.В.					24	98
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01		
Н. Контр.		Чернецька Ю.В.						
Затверд.								

актуальність даних та можливість оперативного реагування на зміни в споживанні.

3. Базовий рівень контролю: Поточна система забезпечує базовий рівень моніторингу електроспоживання, що є важливим для початкового обліку та аналізу енергоспоживання.

Недоліки системи моніторингу:

1. Відсутність автоматизації: Система не автоматизована, що вимагає ручного зчитування та обробки даних, збільшуючи час та зусилля, необхідні для аналізу енергоспоживання.

2. Обмеженість охоплення: Поточна система фокусується лише на облік електричної енергії, без моніторингу інших енергетичних ресурсів, таких як тепло та вода, що обмежує можливості комплексного управління енергоспоживанням.

3. Відсутність аналітичних інструментів: Немає інтегрованих аналітичних інструментів для автоматичного аналізу даних, прогнозування споживання та виявлення аномалій, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень.

4. Недостатня інтеграція з іншими системами: Система не інтегрована з іншими управлінськими та енергетичними системами будівлі, що знижує її ефективність та можливості для оптимізації енергоспоживання.

5. Обмежена доступність даних: Відсутність централізованого інтерфейсу для доступу до даних ускладнює процес їх збору та аналізу, особливо для оперативного управління та реагування.

Існуюча система обліку та моніторингу споживання електричної енергії, що базується на використанні сучасного електролічильника ЕЛВІН, має значні переваги, серед яких висока точність обліку, автоматизація процесів, оперативний моніторинг та можливості для детального аналізу і звітності. Однак, вона також має певні недоліки та обмеження, такі як залежність від технічної інфраструктури, високі витрати на впровадження та обслуговування, необхідність навчання персоналу, технологічні обмеження, залежність від

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електропостачання та обмежену масштабованість. Врахування цих аспектів є важливим для ефективного управління системою та подальшого її розвитку.

2.3 Заходи з удосконалення системи моніторингу

1. Впровадження автоматизованої системи моніторингу:

- Інсталювати програмне забезпечення для автоматичного збору, зберігання та аналізу даних з електролічильників.

- Забезпечити можливість доступу до даних у режимі реального часу через інтерактивний інтерфейс, що дозволить оперативно виявляти та реагувати на відхилення у споживанні електричної енергії.

2. Розширення функціональних можливостей системи обліку:

- Інтегрувати датчики та лічильники для контролю інших видів енергії та ресурсів (тепло, вода) з метою створення єдиної системи енергетичного моніторингу.

- Впровадити алгоритми для прогнозування споживання та виявлення аномалій, що дозволить завчасно реагувати на зміни у споживанні енергоресурсів та вживати превентивних заходів.

3. Освітні та організаційні заходи:

- Провести навчальні тренінги для персоналу з метою підвищення рівня обізнаності щодо ефективного використання енергетичних ресурсів та роботи з новими системами моніторингу.

- Створити інформаційні матеріали та посібники для працівників та мешканців гуртожитку, щоб підвищити їхню свідомість щодо енергоефективності та раціонального використання енергії.

4. Оптимізація режимів роботи енергоспоживчих пристроїв:

- Налаштувати автоматичне регулювання режимів роботи освітлювальних та опалювальних систем відповідно до графіків використання приміщень, що дозволить знизити непотрібне споживання енергії.

- Використовувати розумні розетки та таймери для управління енергоспоживанням побутових приладів, що допоможе уникнути непотрібного споживання електричної енергії у неробочий час.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Проведення регулярного аудиту енергоспоживання:

- Впровадити регулярний аудит енергоспоживання для виявлення можливостей зниження витрат та підвищення ефективності. Це дозволить своєчасно виявляти та усувати неефективності у системі енергоспоживання.

- Використовувати результати аудиту для розробки та впровадження нових заходів з енергоефективності, що сприятиме постійному вдосконаленню системи енергетичного моніторингу.

6. Підвищення обізнаності та участі мешканців:

- Запровадити освітні програми для мешканців гуртожитку, спрямовані на підвищення їхньої обізнаності щодо енергозбереження та ефективного використання енергоресурсів.

- Створити мотиваційні програми та стимули для мешканців, щоб заохотити їх до активної участі у заходах з енергозбереження.

Впровадження цих заходів сприятиме значному підвищенню ефективності системи енергетичного моніторингу, зниженню витрат на енергоресурси та забезпеченню стабільної та передбачуваної роботи системи енергоспоживання в гуртожитку.

Розрахунки для інсталяції програмного забезпечення та інтеграції датчиків

1. Інсталяція програмного забезпечення для автоматичного збору даних [3]

- Вартість програмного забезпечення: 80 000 грн з ПДВ.

- Вартість інсталяції та налаштування: 30 000 грн з ПДВ.

- Щорічна вартість обслуговування та оновлення: 10 000 грн з ПДВ.

2. Інтеграція датчиків та лічильників для контролю інших видів енергії [3]

- Кількість датчиків (для газу, води, тепла): 32 шт. 30 000 грн з ПДВ,

- Вартість монтажу системи датчиків: 10 000 грн з ПДВ.

Загальні витрати:

- Програмне забезпечення + інсталяція та налаштування 110 000 грн з ПДВ.

- Датчики + монтаж 40 000 грн з ПДВ.

- Обслуговування та оновлення ПЗ 10 000 грн з ПДВ.

Загальна сума витрат становить 160 000 грн з ПДВ.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очікувана економія:

Вартість збереженої енергії:

- Економія енергоресурсів: 10%

- Грошовий еквівалент економії енергоресурсів: 148 000 грн з ПДВ.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{160\,000}{148\,000} = 1,1 \text{ років.}$$

Висновки до розділу 2

Впровадження програмного забезпечення для автоматичного збору даних та інтеграція датчиків для контролю інших видів енергії є доцільним заходом, що дозволить значно підвищити енергоефективність та знизити витрати на енергоресурси. При оцінці витрат і економії термін окупності становить 1,1 роки, що робить цей проект економічно вигідним для впровадження.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

3.1 Схема електропостачання об'єкту та її аналіз

Об'єкт відноситься до категорії гуртожитків, які підпадають під визначення населення, що розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку, згідно тарифу, що затверджений постановою Кабінету Міністрів України. Облік електричної енергії здійснюється за допомогою сучасного електролічильника ЕЛВІН, який забезпечує точне вимірювання та облік спожитої електричної енергії.

Живлення гуртожитку здійснюється від двох трансформаторних підстанцій (ТП), що гарантує стабільне і надійне постачання електричної енергії. Експлуатаційна відповідальність за технічне обслуговування та ремонт ТП належить оператору системи розподілу «ДТЕК Київські електромережі», який забезпечує своєчасне проведення всіх необхідних робіт для підтримання трансформаторних підстанцій у належному стані.

Відповідно до класифікації за ступенем надійності електропостачання, гуртожиток належить до другої категорії надійності. Це означає, що електропостачання об'єкта повинно бути стабільним і надійним, з мінімальними перервами у випадку аварійних ситуацій.

Від ТП № 640 до гуртожитку електрична енергія подається через дві кабельні лінії, прокладені кабелями АВВГ (4х150). Довжина кабельної лінії становить 248 метрів, що дозволяє забезпечити безперебійне та надійне постачання електричної енергії до будівлі гуртожитку. Така конфігурація кабельної мережі гарантує надійність і ефективність електропостачання, що є критично важливим для забезпечення комфортних умов проживання мешканців гуртожитку.

					ДП 0116.00.007 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Плотник Д.А.			АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Чернявський А.В.					29	98
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01		
Н. Контр.		Чернецька Ю.В.						
Затверд.								

3.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії

Для аналізу споживання електричної енергії проведемо розрахунки навантаження будівлі гуртожитка для одного характерного місяця жовтня 2023 року та загальне навантаження за 2023 рік. енергоспоживання у гуртожитку через ряд об'єктивних причин. У 2022 році гуртожиток зіткнувся з значними труднощами, пов'язаними з військовими подіями, що призвело до тимчасового призупинення його повноцінної роботи. В таких умовах розглядати дані за 2022 рік для аналізу енергоспоживання та розвитку енергоменеджменту не було б об'єктивним, оскільки споживання енергії і енергетичні показники гуртожитку суттєво відрізняються від звичайних років. Було визначено три основні категорії споживачів електричної енергії:

1. Силове обладнання: До цієї категорії входить електричне обладнання високої потужності, а саме ліфтові установки, чайники, фени.

2. Система освітлення: До цієї категорії належить освітлювальне обладнання, зокрема люмінесцентні лампи які забезпечують освітлення приміщень гуртожитку.

3. Інше обладнання: До цієї категорії включені різноманітні електричні пристрої, що використовуються у гуртожитку, такі як холодильники, мікрохвильовки, комп'ютери, пральні машини тощо.

Аналізуючи дані за 2023 рік, можна отримати чітке уявлення про розподіл і динаміку енергоспоживання в гуртожитку, що дозволяє розробити ефективні заходи для зниження витрат на електричну енергію та підвищення загальної енергоефективності.

3.3 Повірочний розрахунок навантажень будівлі

Для отримання значень навантаження будівлі гуртожитка за 2023 рік проведемо повірочний розрахунок [3].

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За формулою, розрахуємо сумарну номінальну потужність системи освітлення:

$$P_{н,j} = p_{ні} n_i, \quad (2.1)$$

де $p_{ні}$ – номінальна потужність приладу, кВт;

n_i – кількість однотипних приладів, шт;

$$P_{н,j} = 845 \cdot 0,032 = 27,04 \text{ кВт.}$$

За формулою, визначимо коефіцієнт реактивного навантаження:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sqrt{\frac{1}{k_B^2} - 1}, \quad (2.2)$$

де k_B – коефіцієнт використання встановленої потужності;

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sqrt{\frac{1}{0,6^2} - 1} = 1,333.$$

Визначимо активну та реактивну потужність системи освітлення:

$$P_{п,j} = k_B P_{н,j}, \quad (2.3)$$

$$Q_{п,j} = P_{п,j} \operatorname{tg} \varphi_i, \quad (2.4)$$

$$P_{п,j} = 0,6 \cdot 27,04 = 16,22 \text{ кВт,}$$

$$Q_{п,j} = 16,224 \cdot 1,333 = 21,63 \text{ квар.}$$

Проміжні результати розрахунків для решти електроприймачів наведені у таблиці 2.1.

Розрахуємо значення групового коефіцієнта використання [4]:

$$K_B = \frac{\sum_{j=1}^n P_{п,j}}{\sum_{j=1}^n P_{н,j}}, \quad (2.7)$$

$$K_B = \frac{16,22}{27,04} = 0,6.$$

Враховуючи наступні співвідношення, проведемо розрахунки для інших електроприладів [4]:

- Якщо $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} \leq 3$, то вважають, що $n_e = n$;
- Якщо $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} > 3$ та $n_{p.e} \geq n$, то вважають, що $n_e = n$;
- Якщо $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} > 3$ та $n_{p.e} < n$, то вважають, що n_e приймають отримане

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення $n_{p,e}$ округлене до найменшого цілого;

Оскільки $\frac{P_{\max}}{P_{\min}} \leq 3$, то приймаємо значення n_e як 845.

Знайдемо значення розрахункового коефіцієнта розрахункового навантаження згідно з [4]:

$$K_p = 1.$$

Розрахуємо розрахункову активну потужність:

$$P_p = K_p P_{Co}, \quad (2.9)$$

$$P_p = 1 \cdot 16,22 = 16,22 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо розрахункову реактивну потужність:

– При $n_e \leq 10$, $Q_p = 1,1 Q_{пр}$.

– При $n_e > 10$, $Q_p = Q_{пр}$.

$$Q_p = 21,63 \text{ квар.}$$

Розрахуємо повну потужність:

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

$$S_p = \sqrt{16,22^2 + 21,63^2} = 27,04 \text{ кВА.}$$

Розрахуємо загальне навантаження відносно шин низької напруги ТП:

$$\Sigma P_{\Pi} = \Sigma P_{Co} + \Sigma P_{C.обл} + \Sigma P_{I.обл}, \quad (2.11)$$

$$\Sigma Q_{\Pi} = \Sigma Q_{Co} + \Sigma Q_{C.обл} + \Sigma Q_{I.обл}, \quad (2.12)$$

$$\Sigma P_{\Pi} = 16,22 + 388,4 + 122,5 = 527,12 \text{ кВт,}$$

$$\Sigma Q_{\Pi} = 21,63 + 472,9 + 413 = 907,5 \text{ квар,}$$

$$S_{н.н} = \sqrt{527,1^2 + 907,5^2} = 1049,5 \text{ кВА.}$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі:

$$\Delta P_{тр} = 0,02 S_p, \quad (2.13)$$

$$\Delta Q_{тр} = 0,1 S_p, \quad (2.14)$$

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \cdot 527,1 = 21 \text{ кВт,}$$

$$Q_{тр} = 0,1 \cdot 907,5 = 104,9 \text{ квар.}$$

Розрахуємо сумарне навантаження на високій напрузі ТП:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{BH} = P_{H.H} + \Delta P_{тр}, \quad (2.15)$$

$$Q_{BH} = Q_{H.H} + \Delta Q_{тр}, \quad (2.16)$$

$$P_{BH} = 527,1 + 21 = 548,1 \text{ кВт},$$

$$Q_{BH} = 907,5 + 104,9 = 1012,4 \text{ квар},$$

$$S_{BH} = \sqrt{548,1^2 + 1012,4^2} = 1151,3 \text{ кВА}.$$

Проведемо аналогічні розрахунки для інших споживачів, отримані дані розрахунків зведемо до таблиці 2.1.

Таблиця 3.1 – Навантаження гуртожитку за даними 2023 року

Найменування ЕП	n, од	P_{ni}	$P_{H\Sigma}$	$\frac{P_{max}}{P_{min}}$	$\frac{K_b}{K_b}$	tgφ	P_{Σ} кВт	Q_{Σ} квар	$pr.e$	pe	Kp	Pp , кВт	Qp , квар	S_p , кВ·А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Люмінесцентні лампи	845	0,032	27,04		0,6	1.33	16,2	10,22						
Система освітлення	845		27,04	1	0,6	1.33	16,2	10,22	1690	845	1	16,22	21,63	27,04
Ліфтова установка (пасажирський)	2	6.5	13		0.1	9.95	1.3	12.94						
Ліфтова установка (вантажний)	2	9	18		0.1	9.95	1.8	17.91						
Чайник	170	1.5	255		0.25	3.87	63.8	246.9						
Фен	80	1.8	144		0.3	3.18	43.2	137.4						
Силове обладнання	254		430	6	0.256		110.1	415.1	95.55	80	1	110	415.1	429.5
Пральна машина	40	0.500	20		0.3	3.18	10	6.0						
Мікрохвильова піч	70	0.700	49		0.4	2.29	34	19.6						
Холодильник	150	0.350	52.5		0.15	6.59	18	7.9						
Комп'ютер	210	0.100	21		0.3	3.18	2	6.3						
Принтер	30	0.400	12		0.2	4.90	5	2.4						
Пилосос	130	0.750	97.5		0.2	4.90	73	19.5						
Інше обладнання	630		252	8	0.245		62	243	672	630	1	61.68	243.2	250.9
Шини НН ТП	1729		709	281	0,265		187.9	679.9	345.6	1729	1	187.9	680	705,5
Втрати в ТП												14.1	70.5	
ТП 10 кВ												202.1	750.5	777,2

3.4 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту в аналітичній формі

Для визначення основних споживачів електричної енергії, проведемо розрахунки витрат електричної енергії для одного типового місяця (жовтень) та усього 2023 року, отримані дані зведемо до таблиці 2.2 і таблиці 2.3 відповідно.

Споживання електричної енергії розрахуємо за формулою [5]:

$$W_i = P_{\text{вст}} n k_{\text{в}} T_{\text{роб}}, \quad (2.20)$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність одиниці обладнання, кВт;

n – кількість одиниць обладнання, шт;

$T_{\text{роб}}$ – тривалість роботи обладнання за місяць.

Таблиця 3.2 – Розрахункові значення споживання електричної енергії за жовтень 2023 р.

№	Найменування обладнання	Потужність, кВт	Кількість, шт	Загальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Середня потужність, кВт	Тривалість роботи за місяць, год	Загальне споживання, кВт·год
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система освітлення								
1	Внутрішнє освітлення (ЛБ)	0,032	845	27.04	0.6	16.224	240	3 893,76
Разом								3 893,76
Силове обладнання								
2	Ліфтова установка (пасажирський)	6.5	2	13	0.1	1.3	720	936
3	Ліфтова установка (вантажний)	9	2	18	0.1	1.8	720	1 296
4	Чайник	1.5	80	120	0.25	30	60	1 800
5	Фен	1.8	80	144	0.3	43.2	90	3 888
Разом								7 920
Інше обладнання								
6	Пральна машина	0.5	40	20	0.3	6	120	720
7	Мікрохвильова піч	0.7	70	49	0.4	19.6	75	1 470
8	Холодильник	0.35	150	52.5	0.15	7.875	720	5 670
9	Ноутбук	0.1	210	21	0.3	6.3	180	1 134
10	Принтер	0.4	30	12	0.2	2.4	50	120
11	Пилосос	0.75	130	97.5	0.2	19.5	15	292.50
Разом								9 406,50
Загальне споживання								21 220,26

Таблиця 3.3 – Розрахункові значення споживання електричної енергії за 2023 р.

№	Найменування обладнання	Потужність, кВт	Кількість, шт	Загальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Середня потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, год	Загальне споживання, кВт·год
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система освітлення								
1	Внутрішнє освітлення (ЛБ)	0,032	845	27.04	0.6	16.224	3320	53 863,68
Разом								53 863,68
Силове обладнання								
2	Ліфтова установка (пасажирський)	6.5	2	13	0.1	1.3	8760	11 388
3	Ліфтова установка (вантажний)	9	2	18	0.1	1.8	8760	15 768
4	Чайник	1.5	80	120	0.25	30	750	22500.00
5	Фен	1.8	80	144	0.3	43.2	520	22464.00
6	Обігрівачі	2	80	160	0.4	64	630	40320.00
Разом								112 440
Інше обладнання								
7	Пральна машина	40	0.5	20	0.3	6	1530	9 180
8	Мікрохвильова піч	70	0.7	49	0.4	19.6	950	18 620
9	Холодильник	150	0.35	52.5	0.15	7.875	8760	68 985
10	Ноутбук	210	0.1	21	0.3	6.3	2400	15 120
11	Принтер	30	0.4	12	0.2	2.4	800	1 920
12	Пилосос	130	0.75	97.5	0.2	19.5	220	4 290
Разом								118 115
Загальне споживання								284 418,68

Розрахункові значення витрат електричної енергії за жовтень 2023 року та загалом за 2023 рік зобразимо у вигляді діаграм Санкей на рисунках 2.1 та 2.2 відповідно. Ці діаграми дозволяють наочно представити розподіл енергоспоживання серед основних категорій споживачів.

Проаналізувавши отримані дані, можемо зробити наступні висновки:

1. Система освітлення:

- Система освітлення складає майже 20% від загального споживання електричної енергії. Це включає освітлювальне обладнання, зокрема

люмінесцентні лампи та інші освітлювальні пристрої, які використовуються у гуртожитку.

2. Силове обладнання:

- Силове обладнання складає 40% від загального споживання електричної енергії. До цієї категорії входять ліфтові установки, чайники та інше потужне обладнання.

3. Інше обладнання:

- Інше обладнання також складає 40% від загального споживання електричної енергії. В цю категорію входять різні електричні пристрої, такі як принтери, комп'ютери, пирососи тощо, які використовуються у гуртожитку.

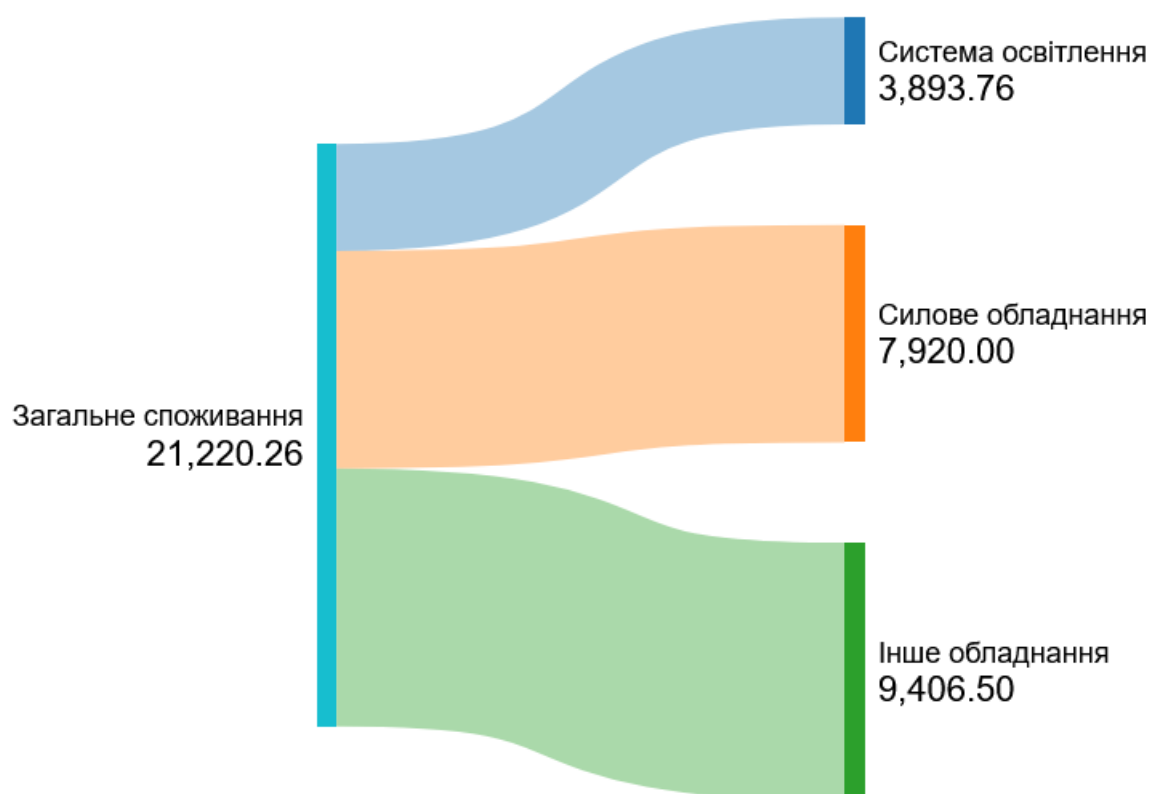


Рисунок 3.1 – Діаграма Санкей розрахункових значень витрат за жовтень 2023р.
(кВт·год)

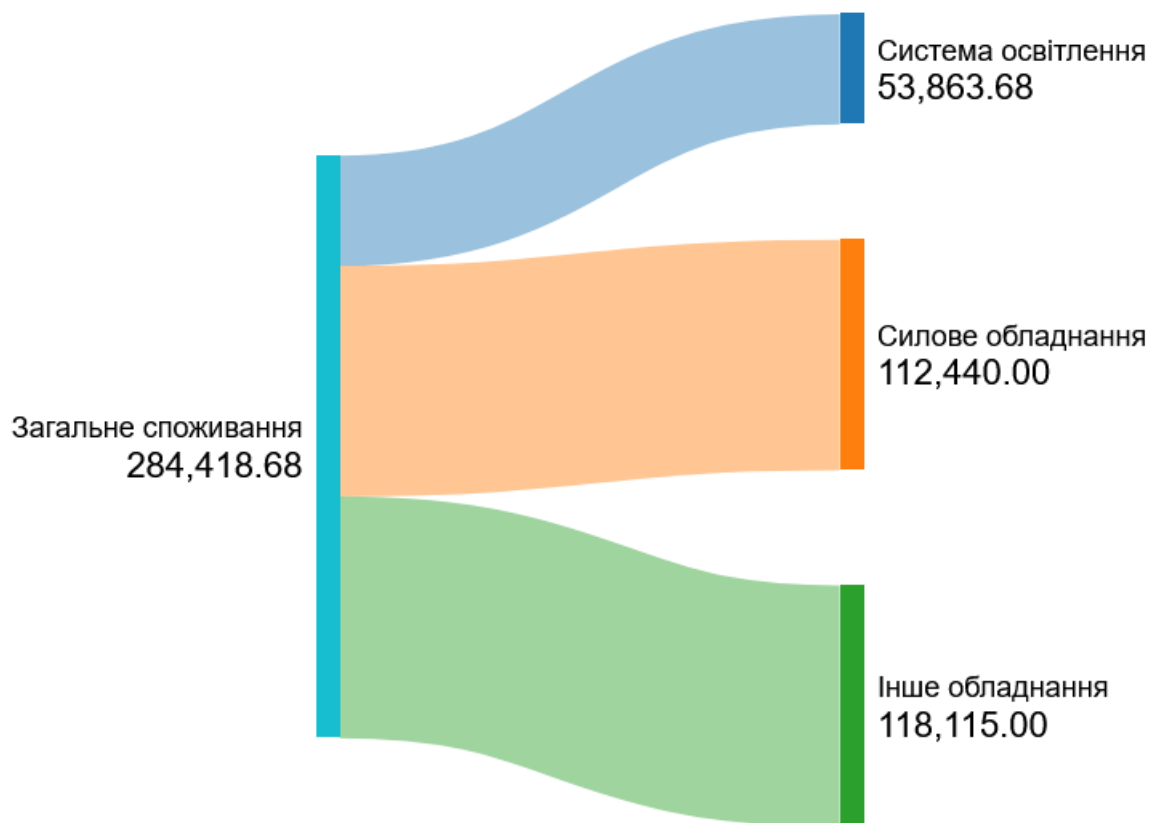


Рисунок 3.2 – Діаграма Санкей розрахункових значень витрат за 2023 року
(кВт·год)

3.5 Розроблення типових заходів для підвищення рівня енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії

Після аналізу розрахункових даних витрат електричної енергії, розробимо три заходи з підвищення енергоефективності:

1. Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні (LED):

Світлодіодні лампи споживають значно менше електричної енергії та мають триваліший термін служби.

2. Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування:

Датчики автоматично вмикатимуть і вимикатимуть освітлення, що дозволить уникнути зайвого споживання електричної енергії.

3. Заміна застарілих холодильних установок:

Використання енергоефективних холодильних установок з високим класом енергоефективності (A+ і вище) суттєво зменшить витрати електричної

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії.

Захід №1 – Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні (LED)

Цей захід спрямований на заміну існуючої системи освітлення, яка складається з 845 люмінесцентних ламп, на сучасні енергоефективні LED-лампи зі схожими характеристиками світлового потоку. Світлодіодні лампи споживають значно менше електричної енергії та мають триваліший термін служби, що призведе до значного зниження витрат на електричну енергію.

Розрахуємо річне споживання електричної енергії існуючої системи освітлення:

$$W_{\text{в.о}} = P k_{\text{в}} n T, \quad (2.21)$$

де P – потужність лампи, кВт;

n – загальна кількість ламп;

T – кількість годин роботи на рік.

$$W_{\text{в.о.}}^{\text{ЛЮМ}} = 0,032 \cdot 0,6 \cdot 845 \cdot 3320 = 53\,863,68 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Для заміни існуючої системи освітлення обрано Osram LED Value A150 14W з характеристиками [6] :

- Потужність 14 Вт;
- Світловий потік 1521 лм;
- Тип цоколя E27;
- Термін служби 45000 год;
- Вартість 80 грн.

Розрахуємо річне споживання після заміни ламп:

$$W_{\text{в.о.}}^{\text{LED}} = 0,014 \cdot 0,6 \cdot 845 \cdot 3320 = 23\,565,36 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Знайдемо отриману економію за виразом:

$$\Delta W = W_{\text{в.о.}}^{\text{ЛЮМ}} - W_{\text{в.о.}}^{\text{LED}}, \quad (2.22)$$

$$\Delta W = 53\,863,68 - 23\,565,36 = 30\,298,32 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримана економія внаслідок реалізації заходу:

$$E = \Delta WT, \quad (2.23)$$

де T – тариф на електричну енергію;

$$E = 30\,298,32 \cdot 4,32 = 130\,888,74 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Витрати на монтаж складають 50 000 грн., отже загальні витрати з модернізації системи освітлення становлять 117 600 грн.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{117\,600}{130\,888,74} = 0,9 \text{ років}.$$

Заміна люмінесцентних ламп на сучасні LED є ефективним заходом зі зменшення електричного навантаження. Світлодіодні лампи споживають значно менше електричної енергії, мають триваліший термін служби та забезпечують аналогічний світловий потік. Завдяки цим перевагам, термін окупності витрат на заміну становить лише 0,9 років, що робить цей захід економічно вигідним і раціональним для підвищення енергоефективності.

Захід №2 – Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування

Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування є важливим заходом для підвищення енергоефективності будівлі. Ці датчики автоматично вмикають та вимикають освітлення, реагуючи на наявність людей у приміщенні. Впровадження такої системи дозволяє уникнути зайвого споживання електричної енергії, зменшити витрати на освітлення та покращити загальну енергоефективність будівлі. Особливо актуально це для коридорів, санвузлів та інших загальних приміщень, де освітлення часто залишається увімкненим без потреби.

Для реалізації даного заходу пропонується встановити 168 датчиків ІЕК ДД 008, для керування 425 світильниками у місцях загального користування, з наступними характеристиками [7].

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дальність виявлення 12 м;
- Висота установки 1,8-2,5 м;
- Потужність датчика 1 Вт;
- Вартість 280 грн.

Загальний вид датчика руху зобразимо на рисунку 2.3.



Рисунок 3.3 – Датчик ІЕК ДД 008 [7]

Розрахуємо річне споживання електричної енергії датчиками руху у період (19:00-5:00):

$$W = PnT_{\text{роб.}}, \quad (2.24)$$

де P – потужність, кВт;

n – кількість, шт;

$T_{\text{роб.}}$ – кількість годин роботи за рік.

Річне споживання датчиками руху:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{датч.}} = 0,001 \cdot 168 \cdot 3650 = 613,20 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Час роботи освітлення:

$$T_{\text{осв.}} = Nty, \quad (2.26)$$

де N — кількість людей в період з 19:00 до 5:00;

t — час роботи освітлення від датчиків, хвилин;

$$T_{\text{осв.}} = 110 \cdot 1 \cdot 365 = 40\,150 \text{ хв} = 669 \text{ год.}$$

Розрахуємо споживання електричної енергії LED лампами:

$$W_{\text{осв.}} = 0,014 \cdot 425 \cdot 669 = 3\,981,54 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Річне споживання електричної енергії лампами та датчиками руху:

$$W_{\text{заг.}} = W_{\text{осв.}} + W_{\text{датч.}}, \quad (2.27)$$

$$W_{\text{заг.}} = 613,20 + 3\,981,54 = 4\,594,74 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Річне споживання електричної енергії LED ламп без встановлених датчиків руху:

$$W_{\text{осв.}} = 0,014 \cdot 425 \cdot 0,6 \cdot 3650 = 13\,030,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Знайдемо економію електричної енергії від встановлення датчиків:

$$\Delta W = 13\,030,50 - 4\,594,74 = 8\,435,76 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Отримана економія внаслідок реалізації заходу:

$$E = 8\,435,76 \cdot 4,32 = 36\,442,48 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Витрати на монтаж системи датчиків руху складає 100 800,00 грн., отже сумарні витрати впровадження заходу становлять 147 840,00 грн.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{147\,840,00}{36\,442,48} = 4 \text{ роки.}$$

Встановлення датчиків руху у місцях загального користування є ефективним заходом для зменшення навантаження на електричну мережу. Ця

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

система дозволяє автоматично вимикати освітлення відповідно до присутності людей у приміщенні, що допомагає уникнути зайвого споживання електричної енергії. При оцінці витрат і терміну окупності цього заходу, встановлення датчиків руху виявляється економічно доцільним, з терміном окупності 4 роки.

Захід №3 – Заміна застарілих холодильних установок

Заміна застарілих холодильних установок є важливим кроком для покращення енергоефективності та зниження споживання електричної енергії в будівлі. Старі холодильні системи часто мають низьку ефективність та споживають значну кількість електричної енергії. Встановлення нових, енергоефективних холодильних установок дозволить зменшити витрати електричної енергії та покращити загальну ефективність енергоспоживання.

Розрахуємо річне споживання електричної енергії зовнішнім освітленням:

$$W_{x,y} = P k_B n T, \quad (2.28)$$

$$W_{x,y} = 0,35 \cdot 0,15 \cdot 150 \cdot 8760 = 68\,985 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Для заміни існуючих холодильних установок обрано ELEYUS MRDW2150M47 WH з характеристиками [8] :

- Клас енергоефективності A++;
- Потужність 0,1 кВт;
- Загальний об'єм 174 літрів;
- Вартість 9 000 грн.

Розрахуємо річне споживання після заміни ламп:

$$W_{x,y}^{\text{нові}} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 150 \cdot 8760 = 19\,710 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Знайдемо отриману економію за виразом:

$$\Delta W = W_{x,y} - W_{x,y}^{\text{нові}}, \quad (2.29)$$

$$\Delta W = 68\,985 - 19\,710 = 49\,275 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Отримана економія внаслідок реалізації заходу:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = 49\,275 \cdot 4,32 = 212\,868,00 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Витрати на послуги транспортування та інше складають 15 000 грн., отже сумарні витрати впровадження заходу становлять 1 365 000 грн.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{1\,365\,000}{212\,868} = 6,4 \text{ роки.}$$

Заміна застарілих холодильних установок є ефективним заходом для зменшення навантаження на електричну мережу. Нові, енергоефективні холодильні установки споживають значно менше електричної енергії, що сприяє зниженню загальних витрат на енергоресурси. Аналіз витрат і економії показує, що термін окупності цього заходу становить 6,4 роки, роблячи його економічно доцільним і вигідним у довгостроковій перспективі.

Висновки до розділу 3

У даному розділі було проведено:

1. Розрахунок та аналіз навантаження будівлі за характерний місяць жовтень 2023 року та за весь 2023 рік. Це дозволило отримати детальне уявлення про споживання електричної енергії в різні періоди часу та виявити основні категорії споживачів.

2. Описано та оцінено поточну систему обліку та моніторингу споживання електричної енергії, яка здійснюється за допомогою сучасного електролічильника ЕЛВІН. Визначено її переваги та недоліки, що дало можливість сформулювати рекомендації щодо покращення.

3. Розроблено три заходи з енергозбереження для підвищення енергоефективності будівлі:

- Заміна люмінесцентних ламп на сучасні світлодіодні (LED) лампи.
- Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування.
- Заміна застарілих холодильних установок на нові, енергоефективні моделі.

Ці заходи спрямовані на зниження споживання електричної енергії та зменшення навантаження на електричну мережу будівлі, що сприятиме економії

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоресурсів та зниженню витрат.

Впровадження цих заходів привело до значного зменшення споживання електричної енергії і сприяло створенню більш енергоефективного середовища.

Отримані результати впровадження заходів зведемо до таблиці 3.4 та відобразимо на рисунку 3.4 та рисунку 3.5.

Таблиця 3.4 – Підсумок заходів з енергозбереження

№	Назва	Річна економія електричної енергії ΔW , кВт · год	Річна економія грошових коштів E , грн/рік	Грошові витрати на впровадження I , грн	Простий термін окупності T , років
1	Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні (LED)	30 298,32	130 888,74	117 600	0,9
2	Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування	8 435,76	36 442,48	147 840	4
3	Заміна застарілих холодильних установок	49 275	212 868	1 365 000	6,4

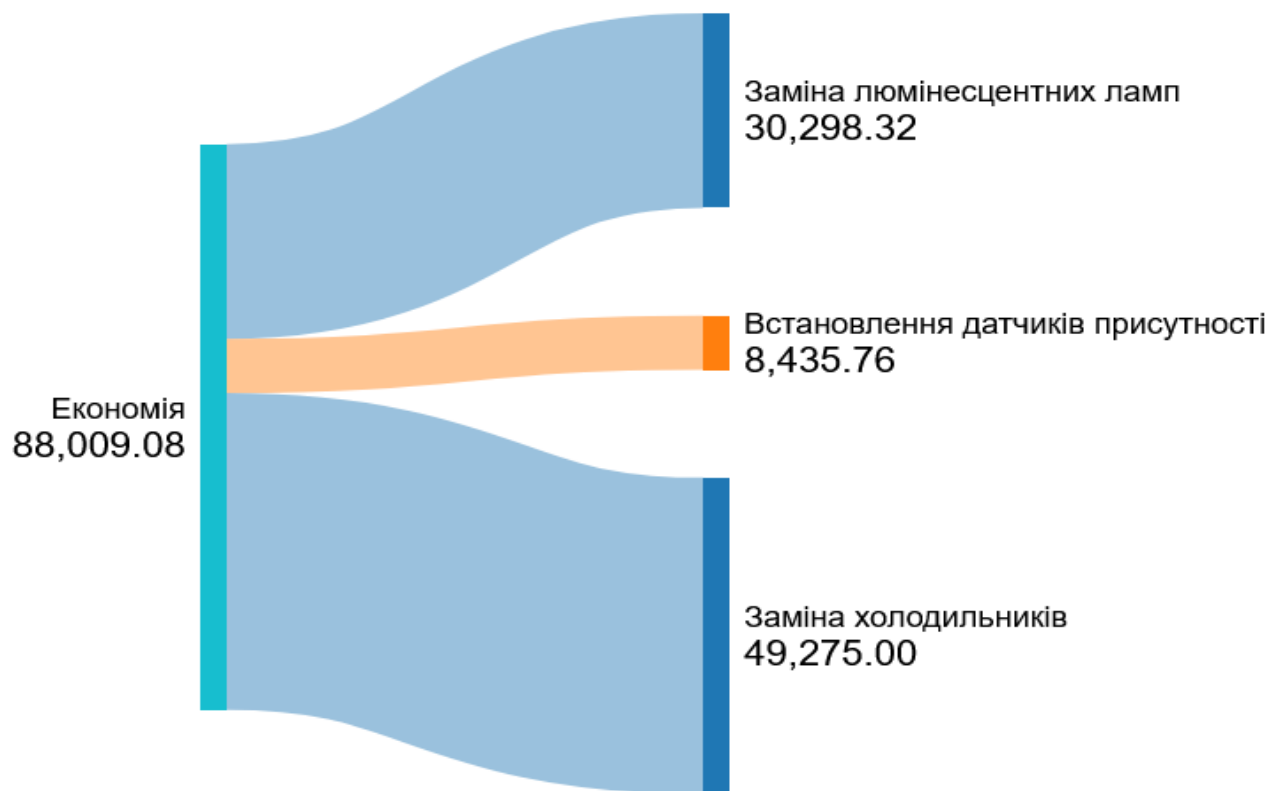


Рисунок 3.4 – Діаграма Санкей балансу впроваджених заходів (кВт·год)

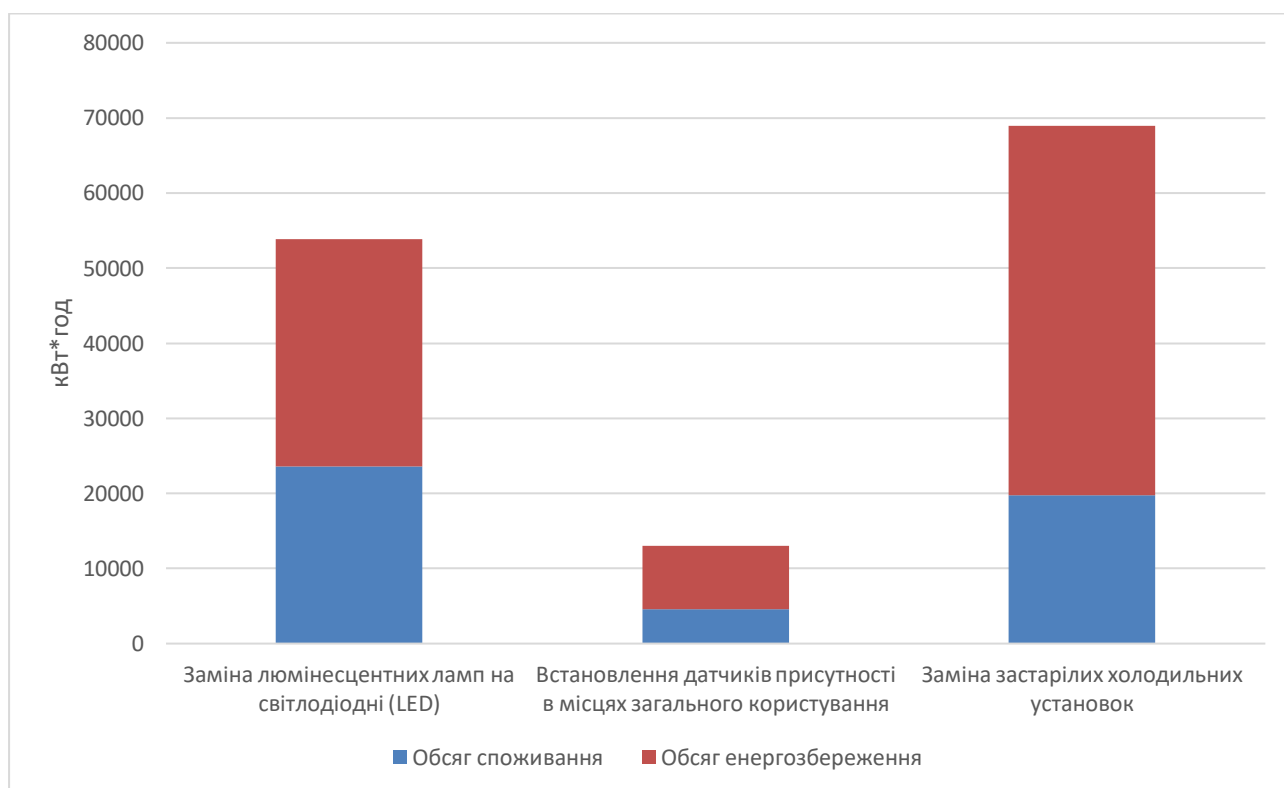


Рисунок 3.5 – Графік обсягів енергозбереження запропонованими заходами

4 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

4.1 Огляд нормативних вимог щодо енергоефективності будівель та сучасного стану справ в сфері ЖКГ

Нормативні вимоги щодо енергоефективності будівель

Енергоефективність будівель в Україні регулюється рядом нормативних документів, які спрямовані на зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності використання енергоресурсів. Основні нормативні акти, що визначають вимоги до енергоефективності будівель, включають:

1. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [9].

Цей закон встановлює правові, економічні та організаційні основи діяльності у сфері енергетичної ефективності будівель. Він зобов'язує проведення енергетичної сертифікації будівель, встановлює мінімальні вимоги до енергетичної ефективності та створює умови для стимулювання заходів з підвищення енергоефективності.

2. Державні будівельні норми (ДБН):

ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель" [10]. Встановлює вимоги до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій будівель. Ці норми регламентують мінімальні показники теплового опору стін, покрівель, підлог і віконних конструкцій.

ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [24]. Цей документ визначає вимоги до проектування, монтажу і експлуатації систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" [25]. Регламентує норми освітленості, що забезпечують комфортні умови для праці та життя людей.

					ДП 0116.00.007 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Плотник Д.А.					46	98
Перевір.		Шовкалюк М.М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01		
Реценз.								
Н. Контр.		Чернецька Ю.В.						
Затверд.								

ДБН В.2.5-64:2012 "Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" [26]. Встановлює вимоги до проектування та експлуатації систем зовнішнього водопостачання.

3. Державні стандарти України (ДСТУ):

ДСТУ Б В.2.2-39:2016 "Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель" [27]. Цей стандарт описує процедуру проведення енергетичного аудиту будівель, включаючи методи та етапи оцінки енергоефективності.

ДСТУ 9191:2019 "Енергетична ефективність будівель. Методика розрахунку енергетичних показників будівель" [28]. Цей стандарт встановлює методи розрахунку енергетичних показників будівель для оцінки їхньої енергоефективності.

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" [29]. Визначає кліматичні характеристики зовнішнього повітря, що використовуються для проектування будівель і споруд.

4. **Директиви ЄС.** Враховуючи курс на європейську інтеграцію, Україна активно імплементує норми та стандарти ЄС у свої законодавчі акти. Наприклад, Директива 2010/31/ЄС "Про енергетичну ефективність будівель" [11] і Директива 2012/27/ЄС "Про енергоефективність" [12] встановлюють базові вимоги до енергозбереження та енергоефективності, які Україна адаптує в свої нормативні документи. **Стандарт ISO 50001** [13].

Цей міжнародний стандарт забезпечує системний підхід до управління енергією, що сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню витрат на енергоресурси.

Сучасний стан справ у сфері ЖКГ

Житлово-комунальне господарство (ЖКГ) України переживає процес реформування, який передбачає впровадження сучасних технологій та підходів для підвищення енергоефективності. Основні проблеми та напрямки розвитку в цій сфері включають:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

1. **Старіння житлового фонду.** Більшість житлових будівель в Україні були збудовані в радянський період і не відповідають сучасним вимогам щодо енергоефективності. Це зумовлює високе споживання енергоресурсів і значні тепловтрати.

2. **Низька ефективність систем теплопостачання.** Багато систем централізованого теплопостачання працюють з низьким коефіцієнтом корисної дії, що призводить до великих втрат теплової енергії.

3. **Проблеми фінансування.** Фінансування заходів з підвищення енергоефективності часто є недостатнім. Для вирішення цієї проблеми активно залучаються міжнародні фінансові організації та інвестиції.

4. **Впровадження енергозберігаючих технологій.** Сучасні технології, такі як теплові насоси, сонячні колектори, системи автоматичного управління енергоспоживанням, поступово впроваджуються в сферу ЖКГ.

5. **Підвищення обізнаності населення.** Важливим аспектом підвищення енергоефективності є інформування та навчання населення щодо методів збереження енергії та економії ресурсів.

Загалом, процес підвищення енергоефективності в Україні триває, але потребує значних зусиль з боку держави, приватного сектору та громадськості для досягнення європейських стандартів та забезпечення стійкого розвитку ЖКГ.

4.2 Визначення теплового навантаження будівлі

Огороджувальні конструкції

Об'єкт дослідження – багатоповерхова житлова будівля гуртожитку №19 КПІ ім. Ігоря Сікорського. Розташована будівля в м. Київ – I температурна зона [10].

Використовуючи наявні дані з паспортних даних про склад огороджувальних конструкцій, геометричні розміри, площу, та об'єм приміщень в будівлі розрахуємо теплові втрати.

Непрозорі огороджувальні конструкції

Сумарна площа зовнішніх стін будівлі гуртожитку складає 6156,32 м².

Згідно паспорту будівлі, матеріали зовнішніх стін:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Цегла керамічна порожниста густиною 1400 кг/м^3 $\lambda = 0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, товщина $\delta = 0,38 \text{ м}$;

- Розчин вапняно-піщаний $\lambda = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$;

- Розчин цементно-піщаний $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$;

- Плити керамічні $\lambda = 1,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,01 \text{ м}$;

Визначимо термічний опір зовнішніх стін.

$$R = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}}. \quad (4.1)$$

Підставимо значення в формулу (3.1):

$$R_{ст} = \frac{1}{23} + \frac{0,38}{0,65} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{1}{8,7} = 0,775 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Згідно [10], для I-ї температурної зони допустимий термічний опір для зовнішніх стін становить: $R_{q \min ст} = 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Умова $R_{ст} > R_{q \min ст}$ не виконується, тому можна зробити проміжний висновок про те що зовнішні стіни будівлі потребують утеплення додатковими матеріалами.

Коефіцієнт теплопередачі стін розраховується за формулою:

$$k_{ст} = \frac{1}{R_{ст}}. \quad (4.2)$$

Скористаємось формулою (4.2) для знаходження коефіцієнту теплопередачі стін:

$$k_{ст} = \frac{1}{0,775} = 1,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Світлопрозорі огорожувальні конструкції

В будівлі встановлені металопластикові вікна з подвійним склопакетом. Загальна площа світлопрозорих конструкцій становить $1075,12 \text{ м}^2$.

Термічний опір для даних металопластикових вікон:

$$R_{вік} = 0,65 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [10], для I-ї температурної зони допустимий термічний опір для зовнішніх стін становить:

$$R_{q \min \text{ вік}} = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова $R_{\text{вік}} > R_{q \min \text{ вік}}$ не виконується, тому можна зробити проміжний висновок про те що вікна, встановлені в будівлі потребують заміни для підвищення значення термічного опору.

Коефіцієнт теплопередачі металопластикового вікна визначаємо за формулою (3.2):

$$k_{\text{вік}} = \frac{1}{0,65} = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Дверні конструкції

Вхідні двері в гуртожиток – металеві неутеплені та неущільнені, обшиті деревом. Загальна площа дверей рівна 12 м².

Термічний опір металевих дверей становить:

$$R_{\text{дв}} = 0,437.$$

Згідно [10], для I-ї температурної зони допустимий термічний опір для зовнішніх стін становить:

$$R_{q \min \text{ дв}} = 0,7 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова $R_{\text{вік}} > R_{q \min \text{ вік}}$ не виконується, тому можна зробити висновок про те що вхідні двері в будівлю гуртожитку не відповідають мінімальному значенню термічного опору і потребують заміни або додаткового утеплення.

Коефіцієнт теплопередачі металевих дверей знайдемо за формулою (3.2):

$$k_{\text{дв}} = \frac{1}{0,437} = 2,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Дах (перекриття)

Згідно паспорту будівлі, матеріали переkritтя над неопалювальним горищем:

- залізобетонні плити $\lambda = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,2 \text{ м}$;

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- бетонна стяжка $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,02$ м;

Розрахуємо термічний опір перекриття за формулою (4.1):

$$R_{\text{гор}} = \frac{1}{10} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,02}{0,048} + \frac{1}{6} = 0,78 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Згідно [10], для I-ї температурної зони допустимий термічний опір для перекриття становить:

$$R_{q \min \text{гор}} = 6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова $R_{\text{гор}} > R_{q \min \text{гор}}$ не виконується, тому можна зробити висновок про те, що перекриття над неопалювальним горищем необхідно утеплити.

Коефіцієнт теплопередачі даху знаходимо за формулою (4.2):

$$k_{\text{гор}} = \frac{1}{0,78} = 1,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Підлога над неопалювальним підвалом

Згідно паспорту будівлі, підлога складається з наступних шарів:

- Залізобетонні плити $\lambda = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,3$ м;
- Бетонна стяжка $\lambda = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28], товщина $\delta = 0,02$ м.
- Лінолеум одношаровий густиною 800 кг/м³ $\lambda = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [28],

товщина $\delta = 0,03$ м.

Розрахуємо термічний опір підлоги за формулою (3.1):

$$R_{\text{п}} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,03}{0,21} + \frac{1}{6} = 0,65 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Згідно [10], для I-ї температурної зони допустимий термічний опір для підлоги становить:

$$R_{q \min \text{п}} = 5 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова $R_{\text{п}} > R_{q \min \text{п}}$ не виконується, тому можна зробити висновок про те що підлога над неопалювальним підвалом не відповідає мінімальному значенню термічного опору і потребує додаткового утеплення.

Коефіцієнт теплопередачі підлоги знаходимо за формулою (4.2):

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{\pi} = \frac{1}{0,65} = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Визначення втрат теплоти для окремих типів огорожувальних конструкцій

Втрати теплоти через зовнішні стіни будемо визначати за формулою:

$$Q_{\text{ст}} = \sum K_{\text{ст}} F_{\text{ст}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \left(1 + \sum \beta\right) n_{\text{ст}}. \quad (4.3)$$

Значення β для північної, північно-східної та північно-західної стіни приймаємо по 10 %, для східної, західної, південно-східної та південно-західної – по 5 %, для південної – 0 %.

Для розрахунків приймаємо температуру внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 18^{\circ}\text{C}$, зовнішнього повітря – $t_{\text{з}} = -22^{\circ}\text{C}$,

Площі стін мають наступні значення:

- площа стін Пн фасадів складає 1118,04 м²;
- площа ПнСх фасадів складає 84,96 м²;
- площа ПнЗ фасадів складає 1520,04 м²;
- площа стін Пд фасадів складає 1052,16 м²;
- площа ПдСх фасадів складає 1253,12 м²;
- площа ПдЗ фасадів складає 562,2 м²;
- площа Сх фасадів складає 565,8 м²;

Підставимо значення у формулу (3.3):

$$\begin{aligned} Q_{\text{ст}} &= 1,29 \cdot ((1118,04 + 84,96 + 1520,04) \cdot 1,1 + 1052,16 \\ &\quad + (1253,12 + 562,2 + 565,8) \cdot 1,05) \cdot (18 + 22) = 239,893 \text{ кВт} \\ &= 0,06 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}. \end{aligned}$$

Визначимо втрати теплоти через вікна за формулою:

$$Q_{\text{вік}} = \sum K_{\text{вік}} F_{\text{вік}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \left(1 + \sum \beta\right) n_{\text{вік}}. \quad (4.4)$$

Площі вікон мають наступні значення:

- площа вікон що виходять на Пн складає 224,4 м²;
- площа вікон що виходять на ПнЗ складає 314,16 м²;

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- площа вікон що виходять на Пд складає 224,4 м²;
- площа вікон що виходять на ПдСх складає 269,28 м²;
- площа вікон що виходять на ПдЗ складає 22,44 м²;
- площа вікон що виходять на Сх складає 22,44 м²;

Підставимо значення у формулу (4.4):

$$Q_{\text{вік}} = 1,54 \cdot ((224,4 + 314,16) \cdot 1,1 + 224,4 + (269,28 + 22,44 + 22,44) \cdot 1,05) \cdot (18 + 22) \cdot 1 = 70,635 \text{ кВт} = 0,061 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через вхідні двері в гуртожиток за формулою:

$$Q_{\text{дв}} = \sum K_{\text{дв}} F_{\text{дв}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \left(1 + \sum \beta\right) n_{\text{дв}}. \quad (4.5)$$

Двері розташовані з південно-східної сторони, загальна площ яких складає 12 м². Підставимо значення в формулу (4.5):

$$Q_{\text{дв}} = 2,29 \cdot 12 \cdot 1,05 \cdot (18 + 22) \cdot 1 = 1,154 \text{ кВт} = 0,00099 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через горище будівлі за формулою:

$$Q_{\text{гор}} = \sum K_{\text{гор}} F_{\text{гор}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \left(1 + \sum \beta\right) n_{\text{гор}}. \quad (4.6)$$

Загальна площа горища складає 1533,2 м².

Підставимо значення у формулу (4.6):

$$Q_{\text{гор}} = 1,28 \cdot 1533,2 \cdot (18 - 5) \cdot 1 = 25,512 \text{ кВт} = 0,022 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через підлогу будівлі за формулою:

$$Q_{\text{п}} = \sum K_{\text{п}} F_{\text{п}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \left(1 + \sum \beta\right) n_{\text{п}}. \quad (4.7)$$

Підставимо значення у формулу (4.7):

$$Q_{\text{п}} = 1,7 \cdot 1533,2 \cdot (18 + 22) \cdot 1 = 104,257 \text{ кВт} = 0,09 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Розрахуємо загальні втрати тепла з огорожувальних конструкцій за формулою:

$$Q_{\text{огор.}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{гор}} + Q_{\text{п}}. \quad (4.8)$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставимо значення у формулу (4.8):

$$Q = 104,923 + 70,635 + 1,154 + 25,512 + 104,257 = 306,481 \text{ кВт}$$

$$= 0,264 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Врахуємо втрати тепла через природну вентиляцію за формулою:

$$Q_{\text{огор.}} = 0,337V_0 0,6(t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}), \quad (4.9)$$

де V_0 – опалювальний об'єм житлових приміщень в будівлі. За паспортом він складає 19098,3.

Підставимо значення у формулу (4.9):

$$Q_{\text{огор.}} = 0,337 \cdot 19098,3 \cdot 0,6 \cdot (18 + 22) = 154,467 \text{ кВт} = 0,133 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Додамо значення тепловтрат через природну вентиляцію до числа загальних втрат тепла з огорожувальних конструкцій:

$$Q_{\Sigma} = Q + Q_{\text{огор.}} \quad (4.10)$$

Підставимо значення в формулу (4.10):

$$Q_{\Sigma} = 306,481 + 154,467 = 460,948 \text{ кВт} = 0,396 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Зведемо отримані дані з розрахунків теплового навантаження будівлі гуртожитку до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Теплове навантаження гуртожитку №19

№	Найменування	Умовні позначення	Одиниці виміру	Значення
1	2	3	4	5
Вихідні дані				
1	Коефіцієнт теплопередачі стін	$K_{ст}$	(Вт/м²К)	1,29
2	Коефіцієнт теплопередачі вікон в металопластикових рамах	$K_{в.д.}$	(Вт/м²К)	1,54
3	Коефіцієнт теплопередачі металевих дверей обшитих деревом	$K_{в.м.}$	(Вт/м²К)	2,29
4	Коефіцієнт теплопередачі горища	$K_{гор}$	(Вт/м²К)	0,211
5	Коефіцієнт теплопередачі підлоги	K_n	(Вт/м²К)	1,7
6	Площа стін	$F_{ст}$	м²	6156,32
7	Площа вікон	$F_{вік}$	м²	1075,12
8	Площа дверей	F_d	м²	12
9	Площа горища	$F_{гор}$	м²	1533,2

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
10	Площа підлоги	F_n	м ²	1533,2
11	Загальна площа будівлі	$F_{буд}$	м ²	1533,2
12	Опалювальний об'єм будівлі	$V_{опал}$	м ³	52057
13	Висота будівлі	$H_{буд}$	м	36
14	Тепловтрати через стіни	$Q_{ст}$	кВт	104,923
15	Тепловтрати через вікна	$Q_{в.д.}$	кВт	70,635
16	Тепловтрати через ворота	$Q_{в.м.}$	кВт	1,154
17	Тепловтрати через горище	$Q_{гор}$	кВт	25,512
18	Тепловтрати через підлогу	Q_n	кВт	104,257
19	Тепловтрати через природну вентиляцію	$Q_{огор}$	кВт	154,467
19	Сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції	$Q_{ок}$	кВт	460,948

Згідно договору на теплопостачання теплове навантаження об'єкта – Гкал/год, у тому числі на опалення – 0,34 Гкал/код. Після розрахунку отримали значення теплового навантаження $Q_{ок} = 460,948 \text{ кВт} = 0,396 \text{ Гкал/год}$, що становить різницю у 14,15%.

Загальне теплове навантаження для внутрішньої температури у 20 °С буде становити:

$$Q_{\Sigma} = 74,167 + 1,211 + 29,437 + 109,47 + 162,19 = 376,475 \text{ кВт}$$

$$= 0,324 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Зробимо візуалізацію наявні розраховані тепловтрати через огорожувальні конструкції та вентиляцію будівлі гуртожитку за допомогою діаграми на рис. 4.1.

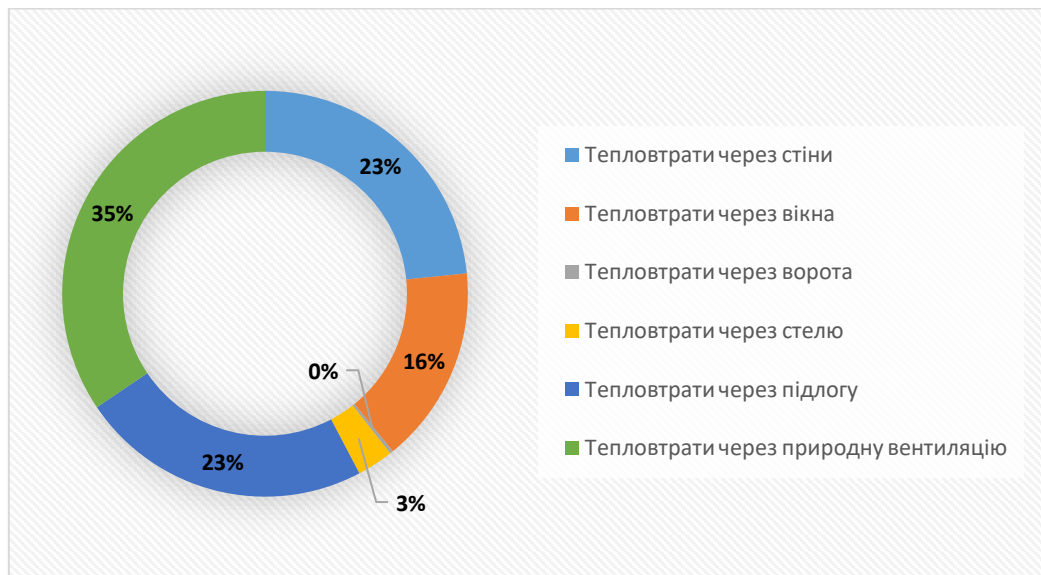


Рисунок 4.1 – Тепловтрати через огорожувальні конструкції та вентиляцію будівлі гуртожитку

4.2 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій

Для сучасних гуртожитків необхідно підтримувати внутрішню температуру у 20 °С після модернізації. Саме тому під час розрахунку заходів будемо вважати що внутрішня температура повітря становить 20 °С.

Захід №1. Заміна вікон

Пропонується заміна застарілих металопластикових вікон на новіші з кращим опором теплопередачі. З п.3.2 у встановлених вікон опір теплопередачі становить $R_{\text{вік}} = 0,65 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Щоб опір теплопередачі відповідав мінімальним вимогам для I температурної зони, необхідно виконати заміну вікон з двокамерним склопакетом з опором не менше $R_{q \text{ min вік}} = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$. Виконаємо необхідні розрахунки економії теплової енергії.



Рисунок 4.2 – Конструкція вікна з двокамерним склопакетом [31]

З п.4.2 маємо існуючі втрати теплової енергії через застарілі металопластикові вікна:

$$Q_{\text{вік}} = 70,635 \text{ кВт} = 0,061 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Використовуючи наступну формулу, розрахуємо тепловтрати після встановлення нових вікон з мінімально задовільним опором теплопередачі:

$$Q_{\text{вік нов}} = \frac{1}{0,9} ((224,4 + 314,16) \cdot 1,1 + 224,4 + (269,28 + 22,44 + 22,44) \cdot 1,05) \cdot (20 + 22) = 53,511 \text{ кВт} = 0,046 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Річна економія енергії за рахунок зменшення теплопередачі [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} n_0 24 \frac{10^{-6}}{1,163}. \quad (4.11)$$

Підставимо значення в формулу (4.11):

$$\Delta Q_1 = (70635 - 53511) \cdot \frac{20 + 0,1}{20 + 22} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 29,76 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Річне скорочення споживання теплової енергії за рахунок зменшення інфільтрації (неорганізований природний повітрообмін):

$$\Delta Q_2 = \Delta n_{\text{об}} V \rho c_{\text{пов}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) n_0 24 \frac{10^{-6}}{3600 \cdot 1,163}, \quad (4.12)$$

де $\Delta n_{\text{об}}$ – зменшення кратності інфільтрації після заміни вікон:

- до заміни $n = 0,7$,

- після заміни $n = 0,6$ (за ДСТУ Б.ЕН 15251)[14];

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V – опалювальний об'єм приміщень;

$\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ густина повітря;

$c = 1005 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ – теплоємність повітря.

Підставимо значення в формулу (4.12):

$$\Delta Q_2 = (0,7 - 0,6) \cdot 19098,3 \cdot 1,293 \cdot 1005 \cdot (20 + 0,1) \cdot 176 \cdot 24 \frac{10^{-6}}{3600 \cdot 1,163} \\ = 50,33 \text{ Гкал.}$$

Скорочення споживання теплової енергії за рахунок заміни старих металопластикових вікон розраховується за формулою:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^B = \Delta Q_1 + \Delta Q_2. \quad (4.13)$$

Підставимо значення в формулу (4.13):

$$\Delta Q_{\text{рік}}^B = 29,76 + 50,33 = 80,09 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо економію з економічної точки зору після проведення заходу з заміни вікон:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^B T \quad (4.14)$$

При тарифі на теплову енергію $T = 1654,41 \text{ грн/Гкал}$, підставимо значення в формулу (4.14):

$$\Delta E = 80,09 \cdot 1654,41 = 132\,501,7 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо також для економічно обґрунтованого тарифу для Києва $2716,56 \text{ грн/Гкал}$ [30]:

$$\Delta E_T = 80,09 \cdot 2716,56 = 217\,569,29 \text{ грн/рік}$$

Простий термін окупності розрахуємо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{\Delta E} \quad (4.15)$$

Витрати на заміну існуючих вікон, кількість яких складає 396 шт. за ціною 5760 грн/шт з встановленням під ключ, розрахованою під час консультації, на металопластикові складуть 2 280 960 грн. Підставимо значення в формулу (3.15):

$$T_{\text{ок}} = \frac{2280960}{132501,7} = 17,2 \text{ років.}$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також розрахуємо термін окупності для економічно обґрунтованого тарифу:

$$T_{\text{окт}} = \frac{2280960}{217569,29} = 10,48 \text{ років}$$

Захід №2. Модернізація фасадів будівлі

Пропонується провести захід для підвищення рівня енергоефективності об'єкту – утеплення зовнішніх стін мінеральною ватою. До проведення заходу значення опору теплопередачі становить:

$$R_{\text{ст}} = 0,775 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Щоб отримати значення опору теплопередачі таке, яке буде задовольняти вимоги: $R_{q \text{ min ст}} = 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$, пропонується утеплити стіни шаром мінеральної вати від виробника Rockwool Frontrock Super товщиною 120 мм, густиною 150 кг/м³[15], вартістю 489 грн/м².

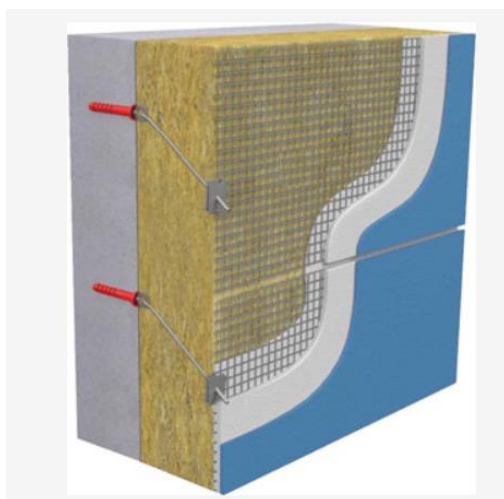


Рисунок 4.3 – Розріз шарів утеплення зовнішніх фасадів будівлі [32]

Площа фасадів, які необхідно утеплити, становить 6156,32 м². Після аналізу ринкових цін та консультації з представником виробника Rockwool, орієнтовна вартість проведення заходу складає 8 248 750 грн. Вважатимемо цю суму актуальною станом на весну 2024 року.

Розрахуємо новий опір теплопередачі після утеплення зовнішніх огорожень:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{ст н}} = \frac{1}{23} + \frac{0,38}{0,65} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{0,15}{0,042} + \frac{1}{8,7} = 4,35 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

$$R_{\text{ст н}} > R_{q \text{ min ст}},$$

Умова виконується.

Користуючись формулою (4.2) знайдемо новий коефіцієнт теплопровідності для зовнішніх стін:

$$k_{\text{ст н}} = \frac{1}{4,35} = 0,23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Розрахуємо втрати теплоти через зовнішні стіни після утеплення за формулою:

$$\Delta Q_{\text{ст}} = \sum \left(\frac{1}{R_{\text{ст}}} - \frac{1}{R_{\text{ст н}}} \right) F_{\text{ст}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) b_u \left(1 + \sum \beta \right) n_{\text{ст}}. \quad (4.16)$$

Підставляємо значення в формулу (4.16):

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{ст}} &= \left(\frac{1}{0,775} - \frac{1}{4,35} \right) ((1118,04 + 84,96 + 1520,04) \cdot 1,1 + 1052,16 \\ &\quad + (1253,12 + 562,2 + 565,8) \cdot 1,05) \cdot (20 + 22) \cdot 1 = 130,952 \text{ кВт} \\ &= 0,113 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}. \end{aligned}$$

Розрахуємо економію теплової енергії за формулою:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ст н}} = \Delta Q_{\text{ст}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} n_0 24 \frac{10^{-6}}{1,163}. \quad (4.17)$$

Підставимо значення в формулу (4.17):

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ст н}} = 130952 \cdot \frac{20 + 0,1}{20 + 22} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 227,616 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

При тарифі на теплову енергію $T = 1654,41$ грн/Гкал, підставимо значення в формулу (4.14):

$$\Delta E = 227,616 \cdot 1654,41 = 376570,187 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Також розрахуємо для економічно обгрунтованого тарифу:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta E_T = 227,616 \cdot 2716,56 = 618332,52 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Приблизні витрати на впровадження даного заходу становлять $B = 8\,248\,750$ грн. Підставимо значення в формулу (4.15):

$$T_{\text{ок}} = \frac{8248750}{376570,187} = 21,9 \text{ років.}$$

Термін окупності для економічно обґрунтованого тарифу:

$$T_{\text{окт}} = \frac{8248750}{618332,52} = 13,34 \text{ років}$$

Захід №3. Утеплення підлоги над цокольним поверхом

В будівлі гуртожитку №19 студмістечка КПІ присутній цокольний поверх, через який відбуваються значні втрати теплової енергії. За цієї причини пропонується провести захід з підвищення рівня енергоефективності – утеплити підлогу над цокольним неопалювальним поверхом плитами з пінополістиролу.



Рисунок 4.4 – Фото-приклад утеплення переkritтя підлоги

Площа підлоги, яка підлягає утепленню складає $1533,2 \text{ м}^2$. Ціна після врахування складових матеріалів та вартості виконання робіт становить 1290 грн/м^2 .

До проведення заходу значення опору теплопередачі становить: $R_{\text{п}} = 0,59 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Розрахунок термічного опору підлоги проведемо за формулою (4.1):

$$R_{\text{пн}} = \frac{1}{10} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,03}{0,21} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{6} = 6,134 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{q \text{ min п}} = 6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{пн}} > R_{q \text{ min п}}$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умова виконується.

Підставимо значення в формулу (4.2) для розрахунку коефіцієнту теплопровідності підлоги після утеплення.

$$k_{пн} = \frac{1}{6,134} = 0,163 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Розрахуємо втрати теплоти через підлогу після утеплення за формулою:

$$\Delta Q_{пн} = \sum \left(\frac{1}{R_{п}} - \frac{1}{R_{пн}} \right) F_{п} (t_{вн} - t_{зовн}) b_u. \quad (4.18)$$

Підставляємо значення в формулу (4.18):

$$\Delta Q_{пн} = \left(\frac{1}{0,59} - \frac{1}{6,134} \right) \cdot 1533,2 \cdot (20 + 22) \cdot 1 = 98,645 \text{ кВт} = 0,085 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Розрахуємо економію теплової енергії за формулою:

$$\Delta Q_{рік}^{пн} = \Delta Q_{пн} \frac{t_{вн} - t_{с.о.}}{t_{вн} - t_{р.о.}} n_0 24 \frac{10^{-6}}{1,163}. \quad (4.19)$$

Підставимо значення в формулу (4.19):

$$\Delta Q_{рік}^{стн} = 98645 \cdot \frac{20 + 0,1}{20 + 22} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 171,46 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

При тарифі на теплову енергію $T = 1654,41$ грн/Гкал, підставимо значення в формулу (4.14):

$$\Delta E = 171,46 \cdot 1654,41 = 283665,14 \text{ грн/рік}$$

Також розрахуємо для економічно обгрунтованого тарифу:

$$\Delta E_T = 171,46 \cdot 2716,56 = 465781,37 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Приблизні витрати на впровадження даного заходу становлять $B = 1\,977\,828$ грн. Підставимо значення в формулу (4.15):

$$T_{ок} = \frac{1977828}{283665,14} = 6,97 \text{ років}.$$

Термін окупності для економічно обгрунтованого тарифу:

$$T_{окТ} = \frac{1977828}{465781,37} = 4,25 \text{ років}$$

Захід №4. Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існуюча теплоізоляція трубопроводів і запірної арматури системи опалення перебуває в незадовільному стані через тривалий період експлуатації, тому потребує заміни. Пропонується виконати теплоізоляцію трубопроводів і арматури системи опалення в підвалах будівлі, використовуючи ізоляційний матеріал з однобічним фольгуванням і самоклеючою основою.

Трубопроводи виготовлені з конструкційної вуглецевої сталі 30 ($\lambda = 50,2$ Вт/(м·К)), зовнішній діаметр яких становить 60 мм, а внутрішній - 50 мм. Загальна довжина труб у неопалювальних приміщеннях складає приблизно 75 м. Згідно з технічними умовами, витрата теплоносія на опалення становить 4,55 м³/год, тиск теплоносія в подавальному трубопроводі дорівнює 0,93 МПа, а в зворотному - 0,37 МПа. Температурний графік взимку – 95-70°C, для розрахунків приймаємо середню температуру теплоносія 80°C.

За час експлуатації трубопроводів утворився накип товщиною 3 мм ($\lambda = 0,1$ Вт/(м·К)), що перешкоджає нормальній циркуляції теплоносія в системі опалення та знижує її ефективність. Використовуючи граничні умови III роду, розрахуємо тепловий потік (Вт/м) через подавальні та зворотні труби до очищення від накипу, після очищення і після утеплення труб. Температура повітря приймається 10°C. Розрахунок теплового потоку на погонний метр проводимо за формулою:

$$q_l = \frac{t_{p1} - t_{p2}}{\frac{1}{\pi d_1 \alpha_1} + \sum \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\pi d_2 \alpha_2}}, \quad (4.20)$$

де t_{p1} – середня температура води в трубопроводах, °C;

t_{p2} – температура зовнішнього повітря, °C;

d_1 – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

d_2 – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

λ – теплопровідність матеріалу трубопроводу, Вт/(м·К);

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від води до трубопроводу, Вт/(м²·К);

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від повітря до трубопроводу, Вт/(м²·К).

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунків приймемо коефіцієнти тепловіддачі α_1 та α_2 – 2500 Вт/(м²·К) та 10 Вт/(м²·К) відповідно. Розрахунки будемо проводити без урахування існуючої теплової ізоляції.

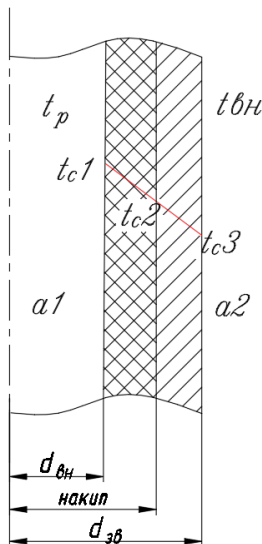
1. Розрахунок теплового потоку до очистки від накипу

Знаючи загальну витрату теплоносія та діаметр труб можна визначити швидкість рідини, м/с, за формулою:

$$w = \frac{G}{3600\pi \cdot \left(\frac{d_{\text{вн}}}{2}\right)^2}, \quad (4.21)$$

де G – витрата теплоносія, м³/год;

$d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр трубопроводу, м.



Підставивши дані у формулу 2.16 отримаємо:

$$w = \frac{4,55}{3600\pi \cdot \left(\frac{0,044}{2}\right)^2} = 0,83 \text{ м/с.}$$

Порівняємо отримане значення швидкості потоку із допустим:

$$w_{\text{дон}} \leq 2 \text{ м/с}$$

$$w \leq w_{\text{дон}}$$

Визначимо втрати теплоти, Вт/м з одного погонного метра трубопроводу згідно із 2.16:

$$q_{l_1} = \frac{t_p - t_{\text{зв}}}{\frac{1}{\pi d_{\text{вн}} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{нак}}} \ln \frac{d_{\text{нак}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{d_{\text{зв}}}{d_{\text{нак}}} + \frac{1}{\pi d_{\text{зв}} \alpha_2}}, \quad (4.22)$$

$$q_{l_1} = \frac{80 - 10}{\frac{1}{\pi \cdot 0,044 \cdot 2500} + \frac{1}{2\pi \cdot 0,1} \ln \frac{0,05}{0,044} + \frac{1}{2\pi \cdot 50,2} \ln \frac{0,06}{0,05} + \frac{1}{\pi \cdot 0,06 \cdot 10}} =$$

$$= 126,3 \text{ Вт/м.}$$

Висновок: утворення накипу зменшує діаметр трубопроводу, яким рухається теплоносій, що призводить до необхідності збільшувати швидкість його руху до гранично допустимих. Це призводить до додаткових затрат на електричну енергію та створює шум. Окрім цього накип перешкоджає

нормальному теплообміну між теплоносієм та трубою, що призводить до зменшення температури на радіаторах батарей в аудиторіях корпусу.

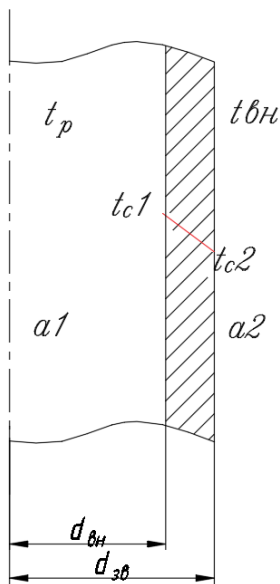
2. Розрахунок теплового потоку після очистки від накипу

Знаючи загальну витрату теплоносія та діаметр труб можна визначити швидкість рідини за формулою:

$$w = \frac{4,55}{3600\pi \cdot \left(\frac{0,05}{2}\right)^2} = 0,64 \frac{м}{с},$$

$$w_{дон} \leq 2 \frac{м}{с},$$

$$w < w_{дон}.$$



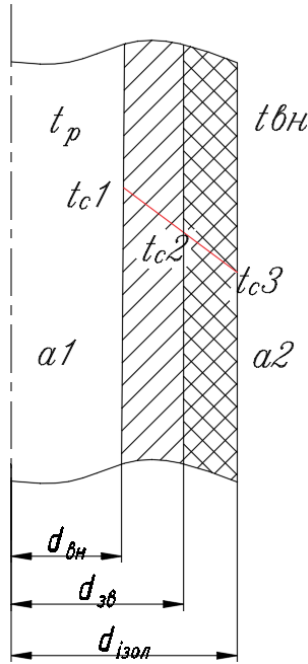
Визначимо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу, згідно із (4.20):

$$q_{l_2} = \frac{t_p - t_{зб}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зб}}{d_{вн}} + \frac{1}{\pi d_{зб} \alpha_2}}, Bm/м$$

$$q_{l_2} = \frac{80 - 10}{\frac{1}{\pi \cdot 0,05 \cdot 2500} + \frac{1}{2\pi \cdot 50,2} \ln \frac{0,06}{0,05} + \frac{1}{\pi \cdot 0,06 \cdot 10}} = 131,2 Bm/м.$$

Висновок: після очистки від накипу зменшиться швидкість руху теплоносія трубами, що зменшить витрати електричної енергії на роботу насосів та шум в приміщеннях. Температура на радіаторах нормалізується і забезпечить більш комфортні умови взимку. Але для зменшення втрат теплоти необхідно зробити теплову ізоляцію труб в неопалюваних приміщеннях.

3. Розрахунок теплового потоку після ізоляції.



Теплова ізоляція труб в неопалюваних приміщеннях має відповідати наступним стандартам [7]:

- Теплопровідність матеріалу ізоляції має бути не нижче, ніж 0,035 Вт/м·К;
- Діаметр ізоляції не менше внутрішнього діаметру трубопроводу.

Для утеплення будемо використовувати теплоізоляцію для труб із пінополіуретану з фольгою:

$$\lambda_{\text{ут}} = 0,028 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Визначимо критичний діаметр ізоляції:

де $\lambda_{\text{из}}$ – теплопровідність ізоляції.

$$d_{\text{кр}} = \frac{2 \cdot 0,028}{10} = 0,0056 \text{ м}.$$

$d_{\text{кр}} \leq d_{\text{зов}} -$ отже використання даного матеріалу є доцільним. Визначимо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу при товщині ізоляції 50мм, згідно 2.16:

$$q_{l_3} = \frac{t_p - t_{\text{зв}}}{\frac{1}{\pi d_{\text{вн}} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{d_{\text{зв}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{изол}}} \ln \frac{d_{\text{изол}}}{d_{\text{зв}}} + \frac{1}{\pi d_{\text{изол}} \alpha_2}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$$

$$q_{l_3} = \frac{80 - 10}{\frac{1}{\pi \cdot 0,05 \cdot 2500} + \frac{1}{2\pi \cdot 50,2} \ln \frac{0,06}{0,05} + \frac{1}{2\pi \cdot 0,028} \ln \frac{0,16}{0,06} \cdot \frac{1}{\pi \cdot 0,16 \cdot 10}} =$$

$$= 11,6 \text{ Вт/м}.$$

Зменшення теплового потоку, Вт/м, від трубопроводу до повітря становитиме:

$$\Delta q = 131,2 - 11,6 = 119,6 \text{ Вт/м}.$$

Висновок: після проведення заходу тепловий потік від труб зменшиться на 119,6 Вт/м, порівняно із неізолюваними трубами.

В грошовому еквіваленті річна економія становитиме:

$$E = \Delta q \cdot l \cdot 176 \cdot 24 \cdot T,$$

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

де l – довжина трубопроводу, м;

T – тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

$$E = 119,6 \cdot 75 \cdot 0,86 \cdot 10^{-6} \cdot 176 \cdot 24 \cdot 1654,1 = 53898 \text{ грн/рік.}$$

Також розрахуємо для економічно обгрунтованого тарифу:

$$E_T = 119,6 \cdot 75 \cdot 0,86 \cdot 10^{-6} \cdot 176 \cdot 24 \cdot 2716,56 = 88519 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Вартість теплової ізоляції – 1600 грн/м, вартість монтажних робіт – 120 грн/м. Тоді капіталовкладення складатимуть:

$$K = 75 \cdot (1600 + 120) = 129000 \text{ грн.}$$

Термін окупності складає:

$$T_{ок} = \frac{129000}{53898} = 2,39 \text{ року.}$$

Термін окупності для економічно обгрунтованого тарифу:

$$T_{окТ} = \frac{129000}{88519} = 1,45 \text{ років}$$

Занесемо всі дані по запропонованим заходам в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Заходи з підвищення рівня енергозбереження будівлі гуртожитка №19

№	Захід з енергозбереження	Витрати на впровадження, тис. грн	Річна економія теплової енергії, Гкал/рік	Річна економія витрат, тис. грн	Простий термін окупності, років	Простий термін окупності для економічно обгрунтованого тарифу
1	Заміна вікон	2280,960	80,09	132,501	17,22	10,48
2	Модернізація фасадів будівлі	8248,75	227,616	376,57	21,9	13,34
3	Утеплення підлоги над цокольним поверхом	1977,828	171,46	283,665	6,97	4,25
4	Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення	129	32,58	53,898	2,39	1,45
Σ		12636,538	479,166	846,634		

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Висновки до розділу 4

У даному розділі був проведений аналіз стану огорожувальних конструкцій об'єкту – гуртожитку №19 студмістечка КПІ, розташованого в м. Києві. Було розраховано опори теплопередачі та тепловтрати кожного з видів огорожувальних конструкцій.

В ході розробки заходів для зменшення тепловтрат та оптимізації використання теплової енергії було запропоновано наступні заходи:

1) Заміна вікон в будівлі. Оскільки вікна були вже застарілими, хоч і протягом експлуатації жилих помешкань в будівлі студенти виконували косметичні ремонти самостійно, проте рівень тепловтрат через світлопрозорі конструкції не відповідав нормам. Річна економія витрат після впровадження становить 132,501 тис. грн, термін окупності склав 17,22 років.

2) Модернізація фасадів будівлі. Через значні втрати (23% від загальних втрат) теплової енергії було запропоновано захід з утеплення фасадів будівлі. Пропонувалось провести утеплення мінеральною ватою від Rockwool Frontrock Super товщиною 120 мм та густиною 150 кг/м³. Під час розрахунків було враховано різні статті витрат, в тому числі транспортні витрати та робочий проєкт. Річна економія витрат після впровадження становить 376,57 тис. грн, термін окупності склав 21,9 років.

3) Утеплення підлоги над цокольним поверхом. Втрати через підлогу також мають значну частку в втратах теплової енергії (23%), через що було запропоновано провести утеплення підлоги над цокольним поверхом. Річна економія витрат після впровадження становить 283,665 тис. грн, термін окупності склав 6,97 років.

4) Через довготривале використання трубопроводів, теплоізоляція трубопроводів втратила свої властивості і потребує заміни. Річна економія витрат після впровадження становить 53,898 тис. грн, термін окупності склав 2,4 роки.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

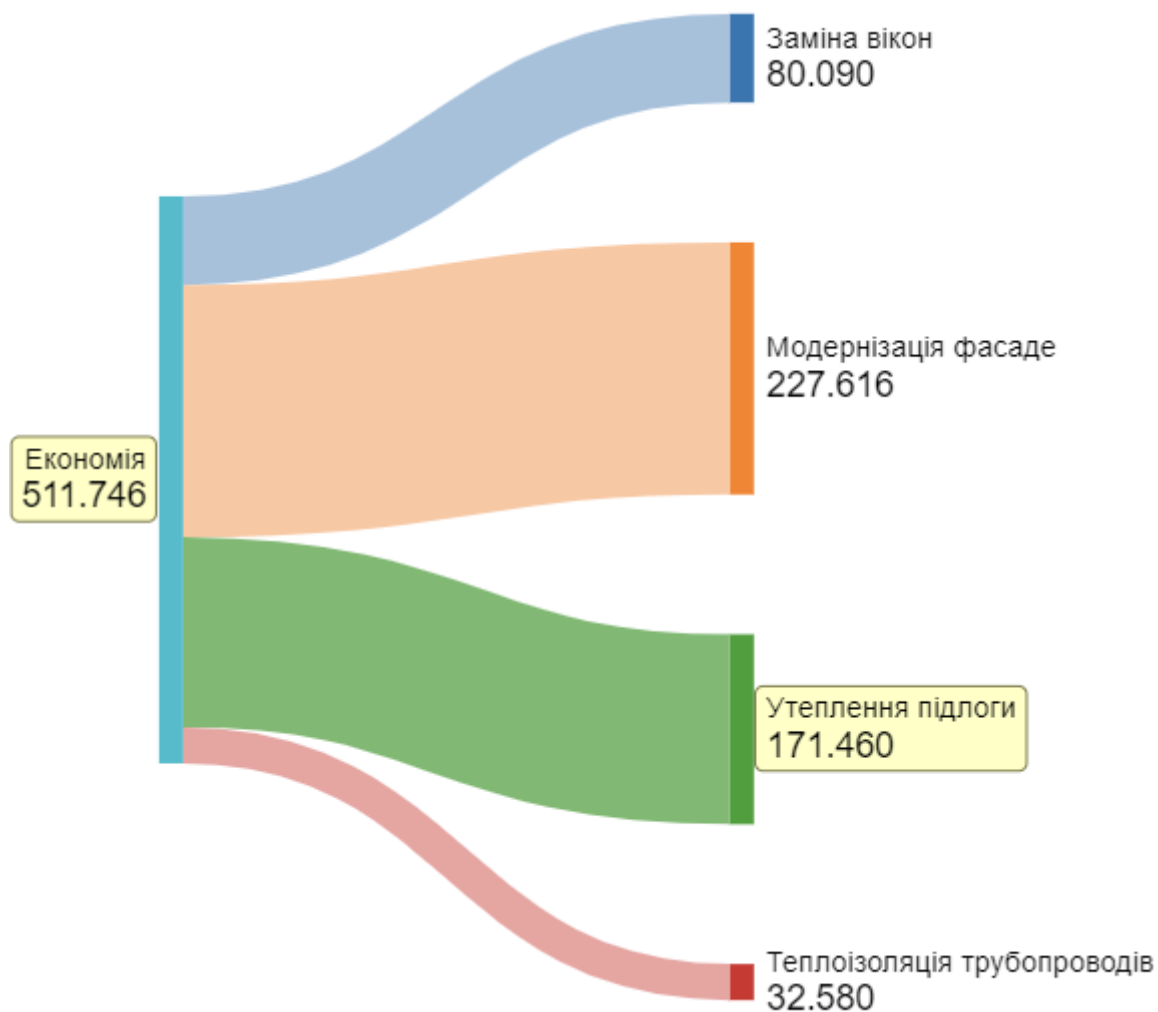


Рисунок 4.5 – Діаграма Санкей балансу впроваджених заходів (кВт·год)

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

5.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту

Аналіз існуючого стану енергоспоживання є фундаментальним етапом у розробці ефективної стратегії енергоменеджменту. Він дозволяє визначити поточний рівень споживання енергії, виявити основні джерела енергетичних втрат і розробити рекомендації для їх зниження. Цей аналіз включає збір і обробку даних про енергоспоживання, оцінку ефективності існуючих енергетичних систем і виявлення можливостей для підвищення енергоефективності.

Основні етапи аналізу існуючого стану

Аналіз існуючого стану енергоспоживання включає кілька ключових етапів:

Збір даних про енергоспоживання:

Вимірювання та реєстрація: Збір даних про споживання енергії за допомогою встановлених лічильників та реєстраторів. Дані повинні охоплювати всі основні джерела споживання енергії, включаючи опалення, вентиляцію, освітлення та побутові прилади.

Аналіз рахунків за енергоресурси:

Вивчення рахунків за електричну енергію, газ, воду та інші енергоносії для виявлення тенденцій у споживанні.

Аудит енергетичних систем:

Інспекція обладнання та систем: Огляд і перевірка стану основних енергоспоживаючих систем, таких як котли, системи опалення, вентиляції та кондиціонування, освітлювальні системи тощо.

					ДП 0116.00.007 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Плотник Д.А.			ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Чернявський А.В.					70	98	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01			
Н. Контр.		Чернецька Ю. В.							
Затверд.									

Оцінка ефективності:

Вимірювання ефективності роботи обладнання та систем для визначення їх енергетичної продуктивності.

Ідентифікація джерел енергетичних втрат:

Використання тепловізорів для виявлення теплових втрат через стіни, вікна, двері та інші конструктивні елементи будівлі.

Аналіз теплових балансів:

Розрахунок теплових втрат і надходжень для визначення областей з найбільшими втратами енергії.

Аналіз режимів споживання енергії:

Аналіз графіків споживання електричної енергії для виявлення пікових навантажень та оптимізації режимів роботи обладнання.

Порівняння з нормативними вимогами та стандартами:

Перевірка відповідності існуючих енергетичних систем і показників споживання енергії нормативним вимогам і стандартам, таким як ДБН, ISO 50001, та іншим міжнародним і національним нормативам.

Бенчмаркінг:

Порівняння енергоспоживання з аналогічними об'єктами для виявлення відставань або перевищень у споживанні енергії.

Розробка рекомендацій для підвищення енергоефективності:

Впровадження енергоефективних технологій: Розробка рекомендацій щодо впровадження сучасних енергоефективних технологій, таких як LED-освітлення, системи автоматизованого управління енергією тощо.

Модернізація існуючих систем:

Розробка планів модернізації або заміни неефективного обладнання.

Оцінка економічної доцільності:

Оцінка вартості впровадження запропонованих заходів та розрахунок потенційної економії енергії.

Аналіз повернення інвестицій (ROI):

Розрахунок терміну окупності інвестицій у енергоефективні заходи.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Національні нормативно-правові вимоги

В Україні впровадження енергоефективних заходів у будівлях регулюється низкою законодавчих та нормативно-правових актів, які встановлюють стандарти і вимоги до проектування, будівництва та експлуатації енергоефективних споруд. Основними нормативно-правовими документами є:

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (2017 р.):

- Визначає вимоги до енергоефективності нових і реконструйованих будівель.

- Запроваджує систему енергетичної сертифікації будівель.

- Встановлює процедури проведення енергетичного аудиту.

2. Державні будівельні норми (ДБН):

- ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»: Регулює питання теплоізоляції будівель, встановлює мінімальні вимоги до теплотехнічних показників конструкцій.

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»: Визначає вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування з метою забезпечення енергоефективності.

3. Постанова Кабінету Міністрів України № 406 «Про затвердження Порядку проведення енергетичної сертифікації будівель»:

- Регулює процес енергетичної сертифікації будівель.

- Встановлює вимоги до енергоаудиторів та порядок проведення енергетичних аудитів.

4. Національний план дій з енергоефективності до 2030 року:

- Містить стратегії та конкретні заходи для підвищення енергоефективності у різних секторах економіки, включаючи житловий сектор.

Міжнародні стандарти

Україна активно інтегрує міжнародні стандарти у сфері енергоефективності, що сприяє підвищенню якості управління енергією та відповідності європейським і світовим практикам. Серед основних міжнародних стандартів та ініціатив:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Директива 2012/27/ЄС Європейського Парламенту та Ради про енергоефективність:

- Визначає загальні принципи енергоефективності для країн ЄС.
- Встановлює обов'язкові заходи для підвищення енергоефективності будівель, транспорту та промисловості.

2. Директива 2010/31/ЄС Європейського Парламенту та Ради про енергетичні характеристики будівель:

- Визначає вимоги до енергоефективності нових і існуючих будівель.
- Запроваджує енергетичну сертифікацію будівель і регулярні інспекції систем опалення та кондиціонування.

3. ISO 50001:2018 «Системи енергетичного менеджменту»:

- Надає рекомендації щодо розробки, впровадження, підтримки та поліпшення систем управління енергією.
- Спрямований на постійне підвищення енергоефективності організацій.

4. Кіотський протокол та Паризька угода:

- Міжнародні угоди, спрямовані на зниження викидів парникових газів та підвищення енергоефективності на глобальному рівні.

Вплив нормативних вимог та стандартів

Виконання національних та міжнародних нормативно-правових вимог сприяє підвищенню енергоефективності будівель, зменшенню витрат на енергоресурси та зниженню екологічного впливу. Інтеграція міжнародних стандартів дозволяє впроваджувати найкращі світові практики, що сприяє покращенню якості життя та створенню сприятливих умов для сталого розвитку.

Таким чином, дотримання нормативно-правових вимог та використання міжнародних стандартів є важливим кроком на шляху до енергоефективного та екологічно сталого майбутнього.

5.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів

Розвиток систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів є

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

критично важливим для підвищення ефективності енергоменеджменту в гуртожитках та інших будівлях. Ефективна система обліку дозволяє не лише точно вимірювати споживання енергії, але й своєчасно виявляти відхилення, аналізувати дані та приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації енергоспоживання. Нижче наведені рекомендації щодо розвитку таких систем.

1. Встановлення сучасних засобів обліку

- Встановлення сучасних інтелектуальних лічильників для електричної енергії, води, газу та тепла дозволяє отримувати точні дані в режимі реального часу.
- Інтелектуальні лічильники забезпечують автоматичну передачу даних, що спрощує процес моніторингу та обліку.
- Використання модульних систем обліку, які можуть бути легко розширені та адаптовані до потреб будівлі.
- Забезпечення інтеграції всіх лічильників у єдину систему для централізованого контролю.

2. Впровадження систем автоматизованого моніторингу

- Впровадження Системи автоматизованого управління для моніторингу та управління енергоспоживанням в режимі реального часу.
- САУ дозволяє налаштовувати автоматичні режими роботи обладнання, що знижує пікові навантаження та оптимізує споживання енергії.
- Використання спеціалізованих програмних платформ для збору, зберігання та аналізу даних з лічильників.
- Такі платформи можуть надавати аналітичні звіти, прогнози та рекомендації щодо зниження споживання енергії.

3. Вдосконалення методів аналізу та контролю

- Регулярне проведення енергетичних аудитів для виявлення слабких місць у системі енергоспоживання.
- Використання результатів аудитів для розробки та впровадження заходів з підвищення енергоефективності.
- Здійснення порівняльного аналізу споживання енергії з аналогічними

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єктами для виявлення можливостей для покращення.

- Визначення та впровадження найкращих практик з енергоменеджменту.

4. Залучення персоналу та підвищення обізнаності

- Проведення тренінгів для мешканців щодо ефективного використання систем обліку та моніторингу.
- Забезпечення регулярного оновлення знань та навичок мешканців з метою підтримання високого рівня енергоменеджменту.
- Інформування мешканців про важливість енергоефективності та способи зниження споживання енергії.
- Запровадження мотиваційних програм для мешканців, які сприяють зменшенню енергоспоживання.

5. Інтеграція з відновлюваними джерелами енергії

- Встановлення сонячних панелей та вітрових турбін для зменшення залежності від традиційних джерел енергії.
- Інтеграція систем обліку та моніторингу з відновлюваними джерелами для оптимізації їх використання.
- Використання енергозберігаючих технологій, таких як LED-освітлення, теплові насоси та інші інноваційні рішення.

Розвиток систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів є ключовим елементом для підвищення енергоефективності будівель. Впровадження сучасних технологій обліку, автоматизованих систем моніторингу, методів аналізу та контролю, а також підвищення обізнаності персоналу та мешканців сприяють ефективному управлінню енергоспоживанням. Це дозволяє не лише знижувати витрати на енергоресурси, але й підвищувати комфорт проживання та робити свій внесок у збереження довкілля.

5.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів

Розробка та впровадження організаційно-управлінських заходів є ключовими елементами успішної реалізації енергоменеджменту в гуртожитках. Ці заходи спрямовані на оптимізацію процесів управління енергією, підвищення

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обізнаності персоналу та мешканців, а також на створення сприятливих умов для зниження енергоспоживання. Нижче наведено рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів для підвищення енергоефективності.

1. Створення та впровадження системи енергоменеджменту

- Призначення енергоменеджера, який буде відповідати за управління енергоспоживанням, моніторинг та реалізацію енергоефективних заходів.
- Створення робочої групи з енергоменеджменту, яка включає представників адміністрації гуртожитку, технічного персоналу та мешканців.
- Формування політики енергоефективності гуртожитку, яка визначає основні цілі, завдання та принципи управління енергією.
- Визначення ключових показників ефективності (КРІ) для оцінки досягнення цілей у сфері енергоефективності.

2. Планування та впровадження енергоефективних заходів

- Створення детального плану дій з впровадження енергоефективних заходів, який включає конкретні кроки, терміни виконання та відповідальних осіб.
- Визначення пріоритетних заходів на основі результатів енергетичного аудиту та аналізу споживання енергії.
- Включення питань енергоефективності до загальної стратегії управління гуртожитком.
- Узгодження енергоефективних заходів з планами розвитку та модернізації будівлі.

3. Навчання та підвищення кваліфікації

- Організація регулярних тренінгів та семінарів для персоналу з питань енергоефективності, використання сучасних технологій та методів управління енергією.
- Забезпечення доступу до інформаційних ресурсів та матеріалів з енергоменеджменту.
- Проведення інформаційних кампаній та семінарів для мешканців з метою підвищення їх обізнаності про важливість енергоефективності.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Впровадження мотиваційних програм для мешканців, які сприяють зниженню споживання енергії (наприклад, конкурси на найменше споживання енергії).

Впровадження організаційно-управлінських заходів є важливим кроком на шляху до підвищення енергоефективності гуртожитку. Вони забезпечують системний підхід до управління енергією, сприяють оптимізації процесів та залученню всіх зацікавлених сторін до реалізації енергоефективних заходів. Виконання цих рекомендацій дозволить знизити витрати на енергоресурси, покращити комфорт проживання та зробити значний внесок у збереження навколишнього середовища.

Висновки до розділу 5

В результаті проведеного аналізу існуючого стану енергоменеджменту були визначені наступні висновки:

1. Розвиток систем обліку та моніторингу:

Впровадження сучасних інтелектуальних лічильників, систем автоматизованого управління, та платформ збору й аналізу даних є критично важливим для ефективного енергоменеджменту. Це дозволяє отримувати точні дані в режимі реального часу, оптимізувати споживання енергії та своєчасно виявляти відхилення.

2. Організаційно-управлінські заходи:

Створення системи енергоменеджменту з призначенням відповідальних осіб, розробкою політики енергоефективності, проведення регулярних тренінгів для персоналу та мешканців, а також інтеграція енергоефективних заходів у загальну стратегію управління гуртожитком сприяє системному підходу до управління енергією та залученню всіх зацікавлених сторін.

3. Моніторинг та звітність:

Встановлення систем автоматизованого моніторингу енергоспоживання та підготовка регулярних звітів про результати енергоефективних заходів дозволяє виявляти тенденції та розробляти подальші заходи для підвищення енергоефективності.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТИ

6.1 Вступ

Встановлення сонячних фотоелектричних установок (СФЕУ) на дахах будівель в умовах міста стає все більш популярним рішенням для забезпечення енергоефективності та сталого розвитку. Особливо актуальним це питання є для навчальних закладів, таких як Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (НТУУ КПІ), де впровадження інноваційних технологій не лише сприяє зменшенню витрат на електричну енергію, а й слугує навчальною платформою для студентів. В цьому контексті оцінка можливостей встановлення СФЕУ на дах гуртожитка №19 НТУУ КПІ є важливим кроком до підвищення енергоефективності університету та розвитку зеленої енергетики в Україні.

Сьогодні це питання набуває особливої важливості в умовах енергетичної кризи, що виникла через постійні обстріли з боку РФ, які призвели до дефіциту енергії в Києві та інших областях України. Встановлення СФЕУ може стати надійним джерелом електричної енергії, зменшуючи залежність від зовнішніх постачальників та підвищуючи стійкість енергосистеми.

6.2 Переваги встановлення СФЕУ

Встановлення сонячних фотоелектричних установок (СФЕУ) на плоскому даху гуртожитка №19 НТУУ КПІ має ряд важливих переваг та є доцільним рішенням з кількох причин:

Енергетична незалежність та стійкість

1. Забезпечення енергетичної незалежності: В умовах дефіциту енергії через обстріли з боку РФ, власне джерело електричної енергії на основі СФЕУ дозволить зменшити залежність від центральної енергомережі та підвищити надійність енергопостачання.

					ДП 0116.00.007 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТИ	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Плотник Д.А.					78	98
Перевір.		Чернявський А.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01		
Реценз.								
Н. Контр.		Чернецька Ю. В.						
Затверд.								

2. Підвищення енергетичної стійкості: Встановлення СФЕУ сприяє стабільності енергосистеми в умовах надзвичайних ситуацій, зменшуючи ризики, пов'язані з можливими відключеннями електричної енергії.

Економічні вигоди

1. Зменшення витрат на електричну енергію: Використання сонячної енергії дозволить суттєво знизити витрати на електричну енергію для гуртожитка, що є особливо важливим в умовах підвищення тарифів та економічної нестабільності.

2. Повернення інвестицій: Хоча початкові витрати на встановлення СФЕУ можуть бути значними, вони окупляться за рахунок зниження витрат на електричну енергію та можливих програм підтримки з боку держави або міжнародних організацій.

Екологічні переваги

1. Зменшення викидів CO₂: Використання відновлюваних джерел енергії сприяє зменшенню викидів парникових газів, що позитивно впливає на довкілля.

2. Підвищення екологічної свідомості: Встановлення СФЕУ на навчальному закладі слугує прикладом для студентів та громади, підвищуючи обізнаність про важливість використання зеленої енергії.

Технічні переваги плоского даху

1. Максимальна ефективність: Плаский дах дозволяє оптимально розмістити сонячні панелі під потрібним кутом, забезпечуючи максимальне поглинання сонячної енергії протягом дня.

2. Зручність установки та обслуговування: Плаский дах спрощує процес монтажу СФЕУ та забезпечує легкий доступ для регулярного обслуговування і прибирання.

3. Відсутність затінення: Плаский дах мінімізує ризик затінення сонячних панелей іншими будівлями або об'єктами, що дозволяє досягти максимальної продуктивності системи.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Додаткові переваги

1. Інтеграція в навчальний процес: СФЕУ можуть бути використані як навчальний інструмент для студентів, надаючи їм практичні знання про відновлювану енергетику та сучасні технології.

2. Покращення іміджу університету: Впровадження інноваційних та екологічних рішень підвищує престиж університету та його привабливість для потенційних студентів та партнерів.

Також нижче наведено картографічні дані по території України [16].

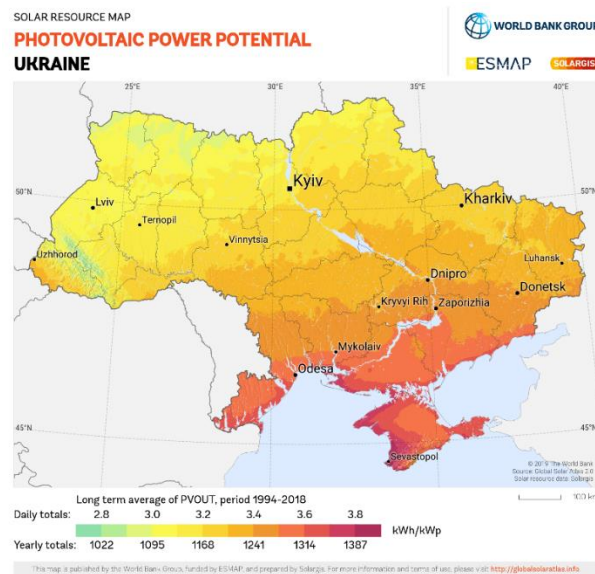


Рисунок 6.1 – Потенціал фотоелектричної енергії

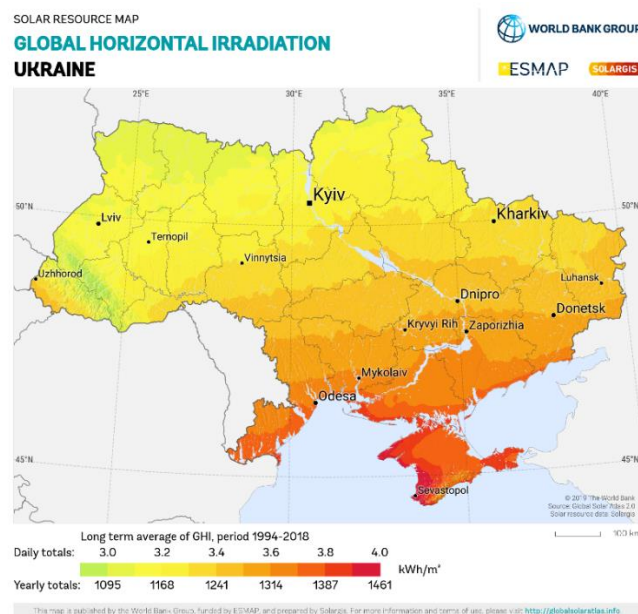


Рисунок 6.2 – Глобальне горизонтальне опромінення

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Середня температура, °С	-3,2	-2,3	2,5	10	15,8	19,5	21,3	20,5	14,9	8,6	2,6	-1,8	9
Середній мінімум, °С	-5,5	-5	-0,8	5,7	10,9	14,8	16,7	15,7	10,6	5,1	0,4	-3,9	5,4
Абсолютний мінімум, °С			-24,9	-10,4	-2,4	2,5	5,8	2,6	-2,9	-17,8	-21,9	-30	
Норма опадів, мм	37.6	39.5	40.1	41.8	64.6	72.7	68.1	56	57.4	46.4	45.8	46.9	616.9

Пропонується встановлювати СФЕУ на дах гуртожитку з наступними налаштуваннями:

- Кут встановлення: 35°
- Система встановлення: трикутна система з можливістю повороту панелі.

6.4 Підбір та розрахунок впровадження СФЕУ

Пропонується обрати для встановлення монокристалічні сонячні панелі від ABI Solar AB530-72МНС, характеристики обраної панелі зведемо до таблиці 5.2.

Таблиця 6.2 – Технічні характеристики ABI Solar AB530-72МНС

Параметр	Од. виміру	Значення
Ном. потужність	Вт	530
Напруга в макс. точці	В	41
Струм в макс. точці	А	12,94
Струм КЗ	А	13,66
Клас захисту		IP-68
Ефективність модуля	%	20,7
Вага	кг	28
Розміри	мм	2256*1133*40

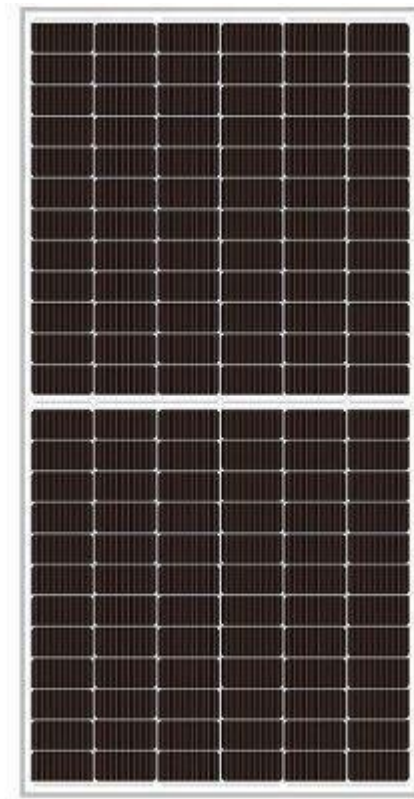


Рисунок 6.4 – Зображення сонячної панелі ABI Solar AB530-72MHC

Пропонується встановлення сонячних батарей у кількості 85 шт., продуктивність яких складатиме 45 кВт·год, враховуючи визначений кут нахилу, згідно. Площа встановлених сонячних батарей складатиме 217,26 м².

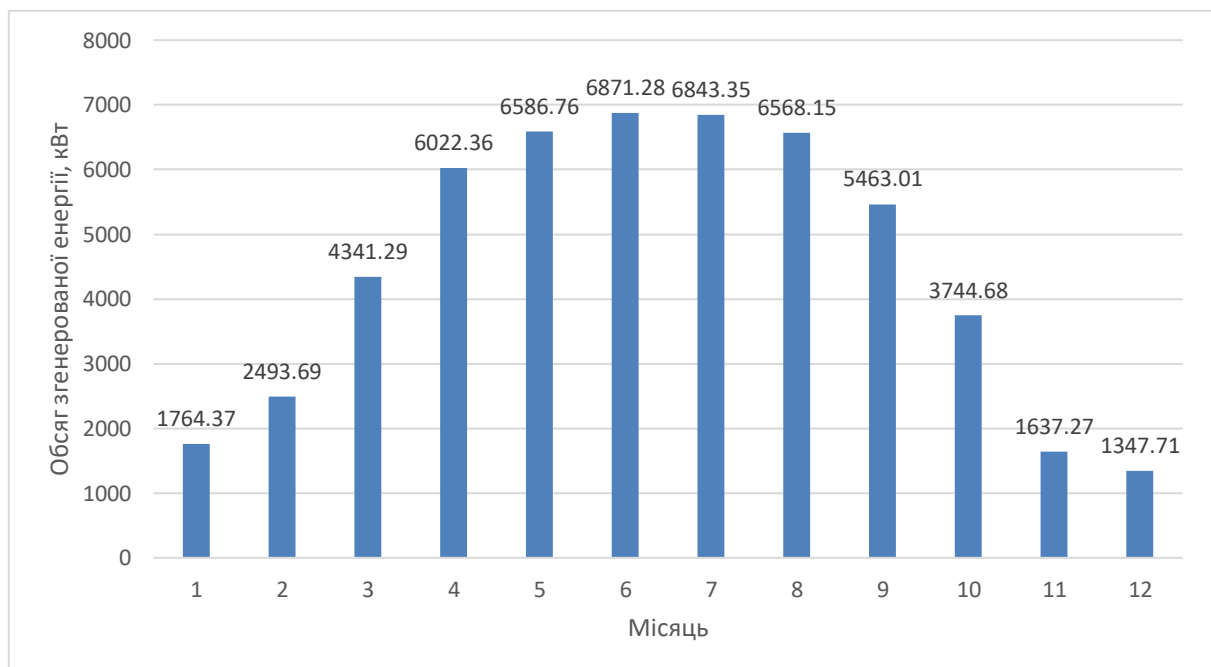


Рисунок 6.5 – Середньомісячний прогноз обсягу згенерованої електричної енергії за допомогою СФЕУ

Капітальні витрати на впровадження СФЕУ на об'єкті:

- 1) Основне обладнання СФЕУ – 651 930 грн
 - 2) Додаткові матеріали – 60 951 грн
 - 3) Монтажні роботи – 230 000 грн
- Сумарні інвестиції для впровадження заходу становлять 942 881 грн.
 - Експлуатація – 0,1 % від сумарних витрат;
 - Темп інфляції – 7 %;
 - $R_{\text{дисконт}}$ – 5 %;
 - Тариф на електричну енергію – 4,32 грн/кВт*год.

Таблиця 6.3 – Дані реалізації заходу

Місяць	Середньомісячне власне споживання електричної енергії на об'єкті, кВт*год	Енергія PV системи, що йде на власне споживання, кВт*год	Енергія спожита від центральної електромережі, кВт*год	Економія, грн
I	32 360	1,764	30 596	7 622.08
II	34 004	2,494	31 510	10 772.74
III	23 000	4,341	18 659	18 754.37
IV	22 218	6,022	16 196	26 016.60
V	21 972	6,589	15 383	28 463.44
VI	21 904	6,871	15 033	29 683.93
VII	23 246	6,843	16 403	29 563.27
VIII	22 071	6,586	15 485	28 452.17
IX	22 786	5,463	17 323	23 600.20
X	33 630	3,745	29 885	16 177.02
XI	24 451	1,637	22 814	7 073.01
XII	29 551	1,348	28 203	5 822.11
Всього	311 193	53 704	257 489	232 000.93

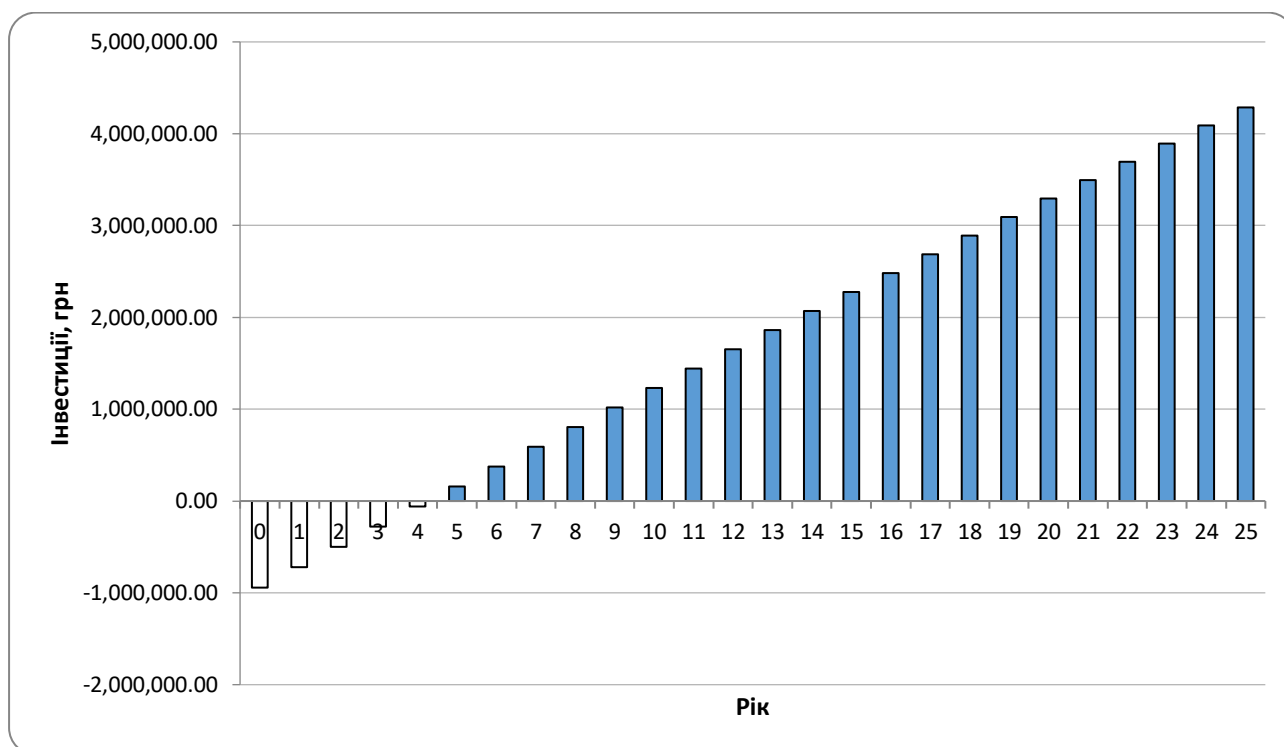


Рисунок 6.6 – Графік окупності запропонованої системи

Висновки до розділу 6

1. В даному розділі було проведено експериментальним шляхом випробування можливості встановлення системи фотоелектричного устаткування на даху гуртожитку № 19 студмістечка КПП.

2. Було описано метеорологічні умови м. Києва, в якому знаходиться об'єкт дослідження, дані про рівні сонячної інсоляції, після чого запропоновано встановлення 85 шт. сонячних панелей, сумарна площа яких склала 217,26 м².

3. Проведено розрахунок загальної ефективності запропонованої системи, після чого отримано результат терміну окупності – 4,2 років, що є додатковим позитивним фактором до впровадження цього заходу.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС
МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

7.1 Загальна характеристика об'єкта

Гуртожиток № 19 Студмістечка КПІ ім. Ігоря Сікорського був побудований понад 30 років тому до Олімпіади 1980-го року. За весь час експлуатації в будівлі проводились косметичні ремонти як за ініціативи студентів, так і керівництва. Внутрішня система освітлення складається з люмінесцентних ламп, які на час проєктування і зведення будівлі були одними з найпоширенішими джерел освітлення.

Станом на 2024 рік після аналізу енергоспоживання будівлі можна зробити висновок, що на внутрішню систему освітлення йдуть значні витрати електричної енергії. Тому для зменшення енергоспоживання системою освітлення було запропоновано провести захід з заміни люмінесцентних ламп на люмінесцентні лампи. У пункті 2.6 було детально проведено розрахунки впровадження цього заходу.



Рисунок 7.1 – Фото зовнішнього виду обраної лампи для встановлення

					ДП 0116.00.007 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Плотник Д.А.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Третьякова Л.Д.					86	98	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕП Гр. ОН-01			
Н. Контр.		Чернецька Ю.В.							
Затверд.									

Показники загальної характеристики об'єкта наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Загальні характеристики об'єкта

Найменування ЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця
LED лампа OSRAM SubstiTUBE Basic 1200mm T8 18W G13	Внутрішнє ЕУ	По всій будівлі в місцях де встановлено освітлення не енергоефективного зразка

Таблиця 7.2 – Технічні показники лампи

Характеристика	Показник
Потужність	18W
Еквівалентна потужність	36W
Тип світлодіодів	SMD
Форм-фактор	T8
Тип цоколя	G13
Тип	Світлодіодні лампи
Робоча напруга	220-240V
Світловий потік	1600 Lm

7.2 Перелік робіт та склад бригади

Роботи із заміни люмінесцентних ламп на світлодіодні проводяться за потреби протягом 2 місяців. До виконання залучено дві бригади по 5 осіб, які працюють позмінно: з 08:00 до 15:00 та з 15:00 до 22:00.

Таблиця 7.3 – Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки/розгрузки	Період виконання робіт та тривалість	Кількість осіб для виконання робіт	Група з електробезпеки
1	2	3	4	5
Підготовка робочого майданчику	Вручну	За потреби, 3 години	3	II – V
Знеструмлення обладнання	Вручну	Багаторазово, 2 місяці	3	IV – V
Зняття старих ламп	Вручну	Багаторазово, 3 тижні	3	III – V
Доставка нових ламп на об'єкт	Транспорт	Багаторазово, 3 тижні	3	III – V
Обстеження на механічні пошкодження	Вручну	3 рази, 1 день	3	III – V
Встановлення нових ламп	Вручну	Багаторазово, 3 тижні	3	II – V

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.3

1	2	3	4	5
Перевірка вузлів кріплення та підключення	Вручну	Одноразово, тиждень	3	IV – V
Відновлення електроживлення	Вручну	Одноразово, 1 день	3	IV – V
Тестування та перевірка освітлення	Вручну	Одноразово, 1 день	3	III – V
Ввід в експлуатацію освітлювального обладнання	Вручну	Одноразово, 1 день	3	III – V

7.3 Аналіз умов праці при проведенні заходу з енергозбереження для найманих працівників

В даному підрозділі буде проведено аналіз умов праці при проведенні заходу з енергозбереження для найманих працівників. Метою цього дослідження є отримання інформації у вигляді факторів, що можуть впливати на безпеку і комфортні умови для проведення відповідних робіт. Після отримання результатів дослідження буде виявлено головні проблеми та ризики, пов'язані з умовами для проведення робіт, визначених у табл. 7.3 для впровадження заходу з енергоефективності – заміна системи освітлення.

У таблиці 7.4 показано чинники умов праці під час виконання робіт, зазначених у таблиці 7.3.

Таблиця 7.4 – Чинники та показники умов праці

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Параметри мікроклімату	Температура повітря Вологість	23 °C 38%
Важкість трудового процесу	Категорія робіт Навантаження (статичні, динамічні) Переміщення вантажів Робоче положення	III категорія 55 Вт, (220...300 Вт·год) до 10 кг положення «стоячи»
Напруженість трудового процесу	Інтелектуальне навантаження Тривалість зосередження Монотонність Змінність Напруженість органів чуття	Середнє 60% робочого часу 40% активної праці 8 годин зір – середня
Теплове випромінювання	Довжина хвилі інфрачервоних променів	540 мкм
Внутрішнє освітлення	Тип ламп Рівень освітленості	Люмінесцентні лампи 800 лк

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Продовження таблиці 7.4

1	2	3
Шум	Рівень шуму	32 дБ
Запиленість виробництва	Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі	0,05 мг/м ³

7.4 Визначення небезпек для працівників на робочих місцях

У цьому розділі ми розглянемо можливість отримання травм або виникнення небезпеки під час виконання робочих завдань.

Таблиця 7.5 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Оцінка рівня ризику	Ймовірність отримання шкоди здоров'ю	Група ризику
Фізичні	Нагріті поверхні	70°C Середній	Імовірний	II
	Шум	Низький	Низький	III
	Рухомі механізми і транспорт	Низький	Низький	III
	Ураження кінцівок внаслідок роботи з обладнанням	Середній	Імовірний	II
Інші	Важкість праці	Середній	Низький	II
	Незручні положення тіла	Середній	Імовірний	III
	Напруженість праці	Середній	Імовірний	II
	Робота на висоті	Низький	Низький	III

7.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках

Оскільки безпека персоналу є одним з найголовніших чинників роботи будь якого підприємства, пропонується провести заходи, зазначені у табл. 7.6 [19].

Таблиця 7.6 – Заходи з підвищення безпеки працівників

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Технічні заходи і засоби		
Захист від ураження струмом	Вимкнення живлення перед заміною ламп	Вимкнення електроживлення в приміщенні перед початком робіт
Способи орієнтації в ЕУ	Встановлення розпізнавальних знаків	Таблички 15*40 см з вказівкою на зони електроустановок
Захисне заземлення	Використання заземлених підставок	Використання заземлених платформ для роботи на висоті
Організаційні заходи		
Техніка безпеки	Регулярне проведення опитування на знання техніки безпеки працівників	Після отримання результатів тесту, проводити загальні збори по обговоренню результатів опитування

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Продовження таблиці 7.6

1	2	3
Визначення категорії робіт	Зі зняттям напруги	Видача нарядів-допусків строком на 5 днів
Розміщення плакатів безпеки	Вивішування базових технічних вимог до працівника для безпечної роботи	Плакати з електробезпеки розмірами 1 * 1,2 м
Засоби індивідуального захисту		
Перевірка наявності та видача ЗІЗ	Захисний одяг, каска, захисне взуття, засоби захисту рук, обличчя, органів дихання, слуху	Перевірка стану ЗІЗ та видача нових за необхідності
Робота на висоті	Використання страхувальних пристроїв	Використання страхувальних ременів та касок для роботи на висоті при заміні ламп

Таблиця 7.7 – Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Вид	Марка	Призначення
Захисний одяг	Костюм робочий комбінезон	Використання в якості робочого одягу Захист ніг від механічних пошкоджень
Захисне взуття	Черевики робочі ПУП	
Засоби захисту рук	Рукавички діелектричні	Захист рук від ураження електричним струмом
Засоби захисту дихальних шляхів	Респіратор FFP2	Захист від пилу та дрібних часток під час роботи в приміщенні
Засоби захисту очей	Захисні окуляри	Захист очей від пилу та дрібних часток під час роботи на висоті

7.6 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахунок будемо проводити для заходу «Перевірка наявності та видача ЗІЗ».

Головна мета розрахунку – визначити кількість та вартість проведення заходу для всіх осіб, які будуть залучені при проведенні запропонованого заходу.

За попередніми даними проведенням вищезазначених робіт будуть займатись 2 робочі бригади по 5 чоловік, всього розрахунки будемо проводити для 10 людей. Термін служби захисного одягу для роботи при проведенні робіт з заміни систем освітлення та майбутніх аналогічних за складністю робіт, зазначеного у табл.7.7, складає до 3 років. Прийmemo, що проведення заходу відбувається під кінець терміну служби виданих ЗІЗ з попередньої видачі.

Дані по проведенню заходу з перевірки наявності на видачі ЗІЗ

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представлені у табл. 7.8.

Таблиця 7.8 – Розрахунок заходу з видачі ЗІЗ для робочих бригад

Найменування	Марка	Ціна, грн	Кількість, шт.	Сума, тис. Грн
Захисний одяг	Костюм робочий комбінезон	1800	10	18
Захисне взуття	Черевики робочі ПУП	900	10	9
Засоби захисту рук	Рукавички діелектричні	200	10	2
Засоби захисту дихальних шляхів	Респіратор FFP2	680	10	6,8
Засоби захисту очей	Захисні окуляри	110	10	1,1
Страхувальні пояси	Пояс страхувальний	1200	10	12
Сума				48,9

З п. 2.6, де ми отримали загальні витрати при проведенні заходу – 113 720 грн, додатково врахуємо додаткові витрати на вищезазначений захід з видачі ЗІЗ – 48900 грн.

Також з п. 2.6, маємо отримане значення економії внаслідок реалізації заходу – 16 648 грн/рік.

Простий термін окупності:

$$T = \frac{113720 + 48900}{16648} = 9,77 \text{ років.}$$

Новий термін окупності проведення даного заходу з врахуванням додаткових витрат становить майже 10 років, що є прийнятним.

7.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Перед тим як визначити необхідні заходи з пожежної безпеки для підприємства, необхідно зазначити характерні причини виникнення пожеж в побутових будівлях (за статистичними даними) [21]:

1. Необережне поводження з вогнем (52 %): Це включає неправильне використання відкритого вогню, такого як свічки, сигарети, костри, газові плити тощо. Недбалість або необережність можуть призвести до неналежного поводження з вогнем, що може спричинити пожежу.

2. Теплові прояви електричного струму (20 – 25%): Неправильна експлуатація електрообладнання, неякісні електричні проводки, перевантаження електричних мереж, коротке замикання або пошкодження електричних приладів

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть призвести до пожежі.

3. **Порушення правил влаштування та експлуатації приладів опалення (8 – 10%):** Неправильна установка, експлуатація або обслуговування опалювальних систем може призвести до пожежі. Недотримання правил щодо використання пічок, камінів, обігрівачів, бойлерів та інших систем опалення може створити небезпеку.

4. **Дитячі пустоці з вогнем (5%):** Діти, які граються з вогнем без належного нагляду або усвідомлення наслідків, можуть ненароком спричинити пожежу.

5. **Підпали (3 – 5%):** У деяких випадках пожежі виникають через навмисне підпалення майна або будівель. Це може бути наслідком зловмисних дій або психологічних проблем.

6. **Інші причини (5%):** Сюди входять іскри, самозаймання матеріалів, природні явища (блискавка, лісові пожежі), неправильне зберігання легкозаймистих матеріалів, та інші фактори.

Відповідно до Правил з пожежної безпеки в Україні вибирають первинні засоби до тушіння пожеж (вогнегасник, пожежний інвентар), а також технічні та організаційні – у разі виникнення пожежі або вибуху. Результати вибору наводять у таблиці 7.9 [20].

Таблиця 7.9 – Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
Технічні заходи		
Вуглекислотний вогнегасник ВВ-2	Пересувний, тривалість дії – 25с, довжина струмені – 5м	У приміщенні, розміщено в коридорах через 20 м.
Блискавкозахист	Сітчастий, на поверхні даху, з кроком 75 см.	II категорія, житлові будівлі середньої поверховості
Організаційні		
План евакуації	План евакуації з відповідного поверху із зазначенням номерів квартир, евакуаційних виходів та шляхів руху до них	Вимоги до евакуаційних заходів, планів евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог
Пожежні тренінги	Система заходів з пожежної безпеки для мешканців	Проведення тренінгів з пожежної безпеки для мешканців будинку від місцевих органів пожежного нагляду

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Продовження таблиці 7.9

1	2	3
ЗІЗ		
Протигаз	M98 «Scott» з фільтром ХС від монооксиду вуглецю.	Температура зберігання – від 30 °С до 170 °С. Термін зберігання – 15 років
Димові датчики	Оптичні димові датчики з автономним живленням	Встановлюються в кожній кімнаті та коридорах, термін служби батареї – 10 років
Вогнегасник для кухні	Пінний вогнегасник, об'єм 1 л	Розміщення в кухні, призначений для гасіння пожеж класу А та В (горючі рідини та тверді матеріали)

Висновки до розділу 7

У цьому розділі було проведено всебічний аналіз системи охорони праці на підприємстві, зокрема для робіт із заміни освітлювальних ламп. Розділ охоплює наступні аспекти:

Вибір технічних засобів і заходів безпеки:

Було визначено 3 основні категорії заходів і засобів безпеки для працівників:

Технічні:

Захист від ураження струмом – передбачає вимкнення електроживлення об'єкту перед початком робіт.

Способи орієнтації в ЕУ – передбачає встановлення розпізнавальних знаків для спрощення орієнтації на об'єкті у вигляді табличок.

Захисне заземлення – використання додаткового заземлення у вигляді платформ для роботи на висоті.

Організаційні:

Техніка безпеки – проведення тестувань та опитувань для перевірки знань безпеки під час відповідних робіт.

Визначення категорії робіт – видача нарядів-допусків строком на 5 днів для контролю монтажних робіт.

Розміщення плакатів безпеки – вивішування плакатів і таблиць для робітника для нагадувань дотримання правил безпеки.

Засоби індивідуального захисту:

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Перевірка наявності та видача ЗІЗ – для контролю наявності засобів ЗІЗ у відповідному стані для безпечного проведення робіт.

Робота на висоті – видача, оновлення засобів безпеки для роботи на висоті у вигляді страхувальних ременів та касок для запобігання серйозних травм.

Опис необхідних робіт для проведення заміни ламп:

Описані послідовність виконання робіт, спосіб доставки та розвантаження обладнання, періоди виконання робіт та кількість осіб, необхідних для виконання кожного етапу робіт.

Заходи з підвищення безпеки працівників:

Уточнено технічні заходи, як-от використання вуглекислотного вогнегасника та блискавкозахисту.

Організаційні заходи включали розробку планів евакуації та проведення тренінгів з пожежної безпеки.

Описано засоби індивідуального захисту для побутових житлових будівель, такі як протигази та димові датчики.

Розрахунок витрат на ЗІЗ та окупність заходів:

Проведено розрахунок витрат на видачу ЗІЗ для робочих бригад, що включало вартість захисного одягу, взуття, рукавичок, респіраторів та окулярів.

Визначено економію від реалізації заходів та термін окупності.

Таким чином, у розділі було всебічно розглянуто та обґрунтовано необхідні технічні та організаційні заходи для забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт із заміни ламп. Було також оцінено економічні аспекти впровадження цих заходів, що підтверджує їх доцільність і ефективність.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даному дипломному бакалаврському проекті було проведено дослідження багатоповерхової житлової будівлі гуртожитку №19 КПІ ім. Ігоря Сікорського з метою вдосконалення показників енергоефективності.

На основі отриманих та розрахованих даних були розроблені та запропоновані заходи з економії споживання енергоресурсів.

1. Для електричної частини були розроблені чотири заходи, з отриманою економією після впровадження:

- Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні (LED) – 30 298,32 кВт·год.

- Встановлення датчиків присутності в місцях загального користування – 8 435,76 кВт·год.

- Заміна застарілих холодильних установок – 49 275 кВт·год.

- Встановлення СФЕУ – 53 704 кВт·год.

- Для теплової частини були розроблені три заходи, з отриманою економією після впровадження:

- Заміна вікон – 77,65 Гкал/рік.

- Модернізація фасадів будівлі – 148,5 Гкал/рік.

- Утеплення підлоги над цокольним поверхом – 140,289 Гкал/рік.

В результаті розрахованих заходів з підвищення енергоефективності було досягнуто значної економії енергоресурсів, та сприяло зменшенню шкідливих викидів в атмосферу.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Д.Г. Дерев'янка, О.В. Бориченко, М.М. Шовкалюк Підготовка бакалаврських кваліфікаційних робіт. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023.
2. Гуртожиток №19 URL: <https://studmisto.kpi.ua/gurt19/>.
3. Система збору даних REGMIK URL: <https://regmik.ua/uk/product/ssd-v4/>.
4. О.В. Бориченко, В.Ф. Находов, А.В. Чернявський Енергетичний менеджмент: моніторинг ефективності використання енергії для технологічного об'єкту. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022.
5. Шовкалюк М. М., Яценко О. І. : Енергозбереження будівель та споруд. Розрахункова робота. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. 57 с.
6. LED світильники URL: <https://svitoch.ua/svetodiodnaya-lampa-osram-led-value-cl-a150-14w840-230v-fr-e27-10x1-wo-ce-4058075474994>.
7. Датчик руху URL: <https://axiomplus.com.ua/datchiki-dvizheniya/product-32434/>.
8. Холодильна установка URL: <https://bt.rozetka.com.ua/eleyus-4820260523479/p414004896/characteristics/>
9. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>.
10. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" URL: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>.
11. Директива 2010/31/ЄС "Про енергетичну ефективність будівель" URL: https://www.saee.gov.ua/documents/dyrektyva_2010_31.doc.
12. Директива 2012/27/ЄС "Про енергоефективність" URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12#Text.
13. Стандарт ISO 50001 URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_50001_2020.pdf.
14. ДСТУ Б.EN 15251:2011 URL: http://www.mathcentre.com.ua/download/dstu_en_15251-2011.pdf/.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Мінвата Rockwool Frontrock Super URL:
<https://slons.com.ua/products/rockwool-frontrock-super-120>.
16. Карти сонячних ресурсів України. URL: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/ukraine>.
17. Розташування Києва. URL:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2>.
18. Кліматичні дані Київ. URL:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2#%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82>.
19. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007 – 33 с.
20. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с.
21. Причини виникнення пожеж в побутових будівлях URL:
<https://ts.kiev.ua/osnovni-prychyny-vynyknennya-pozhezh-u-pobuti/>.
22. Іншеков Є.М., Нікітін Є.Є., Тарновский М.В., Чернявський А.В. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. Київ : Поліграф плюс, 2014. 238 с.
23. Чернявський А. В., Іншеков Є. М., Соловей О. І., Бориченко О. В., Пертко П. П. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 : навч. посіб. / за ред. Є. М. Іншекова, А. В. Чернявського. Київ : Проєкт UNIDO/GEF «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України», 2021. 137 с. URL: http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/EnMS-Practical-Guide2021_Ukraine_ukr.pdf.
24. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" (ОВК) URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074971619479783152?doc_type=2.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2.

26. ДБН В.2.5-64:2012 "Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" URL: <https://ips.ligazakon.net/document/DBN00084>.

27. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 "Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель" URL: <https://advansys.ua/wp-content/uploads/2022/07/DSTU-B-V.2.2-39-2016-Metodi-ta-etapi-provedennya-energetichnogo-auditu-budivel.pdf>.

28. ДСТУ 9191:2019 "Енергетична ефективність будівель. Методика розрахунку енергетичних показників будівель" URL: https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/dstu_91902022_energetichna_efektivnist_budivel_metod_rozrakh.pdf.

29. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" URL: <https://finance.smr.gov.ua/files/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf>.

30. Економічно обгрунтований тариф URL: <https://index.minfin.com.ua/tariff/kiev/warm/>.

31. Зображення двокамерного склопакету URL: <https://4okna.ua/ua/odnokamernyy-i-dvukhkamernyy-steklop/>.

32. Кріплення мінеральної вати до зовнішніх фасадів URL: <https://prostoremont.com.ua/rockwoolizol/mineralnaya-vata-rockwool-frontrock-max-100-mm>.

33. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. Київ : Мінрегіон України, 2016. 45с.

					ДП 0116.00.007 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		