

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

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

В.о. завідувач кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 2023 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: Підвищення рівня енергоефективності багатoproфільної лікарні __

Виконав (-ла):

студент (-ка) І І І курсу, групи Он-п01

Синільник Я.С. _____

Керівник:

к.т.н., доц. Закладний О.О. _____

Консультанти:

Теплова частина

(назва розділу)

к.т.н., доц. Шовкалюк М.М.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

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

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Нормоконтроль

(назва розділу)

к.т.н., доц. Прокопенко І.Д.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

к.т.н. доц. Данілін А. В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент _____

Київ – 2023 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

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

«До захисту допущено»

В.о. завідувач кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Синільніку Ярославу Сергійовичу

1. Тема проєкту «Підвищення рівня енергоефективності багатопрофільної лікарні»,

керівник проєкту к.т.н., доц., Закладний О.О., затверджені наказом по університету від «31» травня 2023 р. №2097-с

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту “16” червня 2023 р.

3. **Вихідні дані до проєкту** перелік енергоспоживаючого обладнання, технічні характеристики інженерних мереж, схема електропостачання, обсяги споживання енергії, відомості про огорожуючі конструкції

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

а) електрична частина: - Загальний опис СЕП; Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії; Повірочний розрахунок навантажень об'єкту (будівлі); Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення); Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі; Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної

енергії на об'єкт; Розроблення типових заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.

б) теплова частина: - Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях; Визначення теплового навантаження будівлі; Заходи з підвищення енергоефективності; Розрахунок економії від утеплення стін; Розрахунок економії від утеплення горищного перекриття; Розрахунок економії від заміни вікон; Розрахунок економії від модернізації ІТП; Рівень енергоспоживання після реалізації таких заходів

в) охорона праці та пожежна безпека:- Модернізація системи освітлення; Оцінка умов праці та визначення можливих небезпек для електротехнічних працівників; Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек; Пожежна безпека. Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання “22” травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання дипломного проєкту

студентом _____

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту	Позначки керівника про виконання завдань
1	Загальний опис об'єкту	22.05.23-25.05.23	
2	Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті	25.05.23-30.05.23	
3	Визначення рівня енергетичної ефективності будівлі та заходів з її підвищення.	30.05.23-05.06.23	
4	Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.	05.06.23-07.06.23	
5	Рекомендації для розвитку енергоменеджменту та енергомоніторингу.	14.06.23-05.06.23	
6	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	07.06.23-10.06.23	
7	Підготовка графічного матеріалу	10.06.23-15.06.23	
8	Захист дипломного проєкту	22.06.23	

Студент

Я.С. Синільник

Керівник проєкту

О.О. Закладний

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему "Підвищення рівня енергоефективності багатoproфільної лікарні" складається з 83 сторінок, містить 25 рисунків, 20 таблиць, 36 літературних джерел та 4 робочих креслень.

Мета: Даний дипломний проект має на меті підвищення рівня енергоефективності оздоровчого закладу. Шляхом впровадження комплексу заходів, будуть забезпечені енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії, спрямовані на зниження енергоспоживання та покращення екологічної стійкості будівлі.

Для досягнення поставленої мети було запропоновано ряд заходів, які включають: Заміну вікон та ламп на енергоефективні моделі, що дозволить знизити витрати на опалення та освітлення.

Встановлення датчиків руху для автоматичного управління освітленням та вентиляцією у неробочі години, що призведе до економії електроенергії. Утеплення даху та підвалу будівлі з метою зменшення втрат тепла через них. Модернізацію фасадів з використанням сучасних ізоляційних матеріалів та технологій, що підвищить термічний комфорт усередині будівлі.

Окремо було розроблено захід з використанням відновлювальних джерел енергії - сонячну станцію, розташовану на даху корпусу лікарні. Ця станція буде компенсувати витрати на гаряче водопостачання будівлі, забезпечуючи енергію зі сталої та екологічно чистої джерела.

Важливе місце у дипломному проекті займає модернізація теплового пункту з метою економії теплової енергії у неробочі години. Це досягається шляхом зниження споживання енергії в періоди, коли будівля не використовується в повному обсязі, що значно зменшує загальне споживання теплової енергії.

						6
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також в роботі було розглянуто питання охорони праці, пов'язані з процесом заміни освітлювального обладнання. Були враховані вимоги безпеки та норми з охорони праці при проведенні цих робіт.

Ключові слова: ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГОНОСІЙ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГЕТИЧНА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ, СПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ. ТЕРМІН ОКУПНОСТІ, ТЕПЛОВЕ ОБЛАДНАННЯ.

ABSTRACT

The diploma project entitled "Enhancing the Energy Efficiency of a Multi-Profile Hospital" consists of 83 pages and includes 25 figures, 20 tables, 36 literature sources, and 4 working drawings.

Objective: The purpose of this diploma project is to enhance the energy efficiency of a healthcare facility. By implementing a set of measures, energy savings and the utilization of renewable energy sources will be achieved, aiming to reduce energy consumption and improve the building's ecological sustainability.

To achieve the set goal, a series of measures have been proposed, including:

- Replacement of windows and lamps with energy-efficient models to reduce heating and lighting costs.
- Installation of motion sensors for automatic control of lighting and ventilation during non-working hours, resulting in electricity savings.
- Insulation of the roof and basement of the building to minimize heat loss through these areas.
- Modernization of facades using modern insulation materials and technologies to enhance thermal comfort inside the building.

						6
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Additionally, a separate measure has been developed involving the use of renewable energy sources, specifically a solar station located on the roof of the cultural building. This station will offset the costs of providing hot water to the facility by supplying energy from a stable and environmentally friendly source.

An important aspect of the diploma project focuses on the modernization of the heating substation to achieve energy savings during non-working hours. This is accomplished by reducing energy consumption during periods when the building is not fully utilized, significantly reducing overall heat energy consumption.

The project also addresses occupational safety considerations related to the process of replacing lighting equipment. Safety requirements and labor protection norms were taken into account during the implementation of these works.

Keywords: ENERGY, ENERGY CARRIER, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY PERFORMANCE, ENERGY SAVING, EXPENDITURE, LOSSES, ECONOMY, CONSUMPTION, HEAT LOSSES, PAYBACK PERIOD, HEATING EQUIPMENT.

						6
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	11
1.1 Короткий опис використання об'єкту	11
1.2 Короткий опис інженерних мереж	15
1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР	17
1.3 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР.....	21
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТ	25
2.1 Загальний опис СЕП.....	25
2.2. Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії.	25
2.3. Повірочний розрахунок навантажень об'єкту (будівлі).....	28
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення)	31
2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі	34
2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкт.....	34
2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.	36
2.8 Рівень енергоспоживання після реалізації таких заходів.....	43
3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ	45
3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях	45
3.2 Визначення теплового навантаження будівлі.....	46

						6
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.1 Розрахунок економії від утеплення стін.....	53
3.3.2 Розрахунок економії від утеплення горищного перекриття.....	57
3.3.3 Розрахунок економії від заміни вікон.....	59
3.3.4 Розрахунок економії від модернізації ІТП	61
3.4 Рівень енергоспоживання після реалізації таких заходів	63
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ	65
4.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту на подібних об'єктах в Україні, в тому числі нормативно-правові вимоги.....	65
4.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу	66
4.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів	67
4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності	67
5. ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТИ.....	70
5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.....	70
5.2 Дослідження погодних умов у місці розташування об'єкта електрозабезпечення.	71
5.3 Розрахунок навантаження на гаряче водопостачання	74
5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу	76
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЛІКАРНІ.....	80
6.1 Модернізація системи освітлення	80
6.2 Вибір місця розміщення електротехнічного обладнання та планування обсягу і тривалості робіт	80

						6
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Оцінка умов праці та визначення можливих небезпек для електротехнічних працівників	82
6.4 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек	84
6.5 Пожежна безпека. Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів	86
ВИСНОВКИ	89

						6
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис використання об'єкту

Об'єктом дослідження є “Васильківська багатопрофільна лікарня інтенсивного лікування” розташована у місті Васильків, на вулиці Декабристів, 87, Київська обл, за близько 50 км від Києва. Через те що основні корпуси вже мають проведений енергетичний аудит для дослідження було обрано дитячий корпус лікарні.

Щодо кількості персоналу та пацієнтів, точні цифри можуть змінюватися залежно від сезону та потреб медичної допомоги. Але за загальною інформацією, лікарня працює на базі близько 140 фахівців, що включає медичний персонал, адміністративний персонал, технічний персонал та інші категорії працівників. Максимальна кількість пацієнтів, яких може приймати лікарня, залежить від ступеня завантаження та наявності вільних ліжок на конкретний момент. На цей момент в лікарні 150 ліжок для пацієнтів.

Графік роботи лікарні – цілодобовий.

Лікарня складається з 7 корпусів та які наведені рис. 1.1



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд об'єкту енергоаудиту

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ			
Розроб.		Синільник Я.С.						
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								
					Літ	Аркуш	Аркушів	

Також наведемо схему план-схему території комунального підприємства на рис 1.2.



Рисунок 1.2 План-схема території КНП «Васильківська БЛІЛ» ВМР

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика будівлі

Загальна площа, м ²	2143	Кількість поверхів	4
Опалювальна площа, м ³	1928,7	Висота будівлі, м	13,2
Опалювальний об'єм, м ³	23144,4	Висота поверху, м	3

Характеристика зовнішніх стін

Будівля має стіни, виконані з цегли на розчині М-25 товщиною 650 мм. Стан стін є незадовільним, оскільки величина опору теплопередачі не відповідає нормативам. Крім того, фасад не утеплений і має пошкодження

Загальна площа зовнішніх стін складає $F_c = 1576 \text{ м}^2$, а приведений опір теплопередачі $R_{\text{стіни}} = 1,013 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$.

Виходячи з цього, можемо зрозуміти, що значення термічного опору не відповідає вимогам нормативу, тому у майбутньому необхідно провести утеплення фасадів. Згідно вимогам [1].

Зовнішній вигляд фасаду зобразимо на рис 1.3.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд фасаду

Характеристика віконних конструкцій та балконних дверей

В будівлі встановлені вікна подвійним застлінням в металевих сполучених, а також впроваджена часткова їх заміна. Загальна не заміненіх вікон складе $F_v = 867,72 \text{ м}^2$.

Приведений термічний опір вікон з подвійним застлінням в металевих сполучених переплітах становить $R_{\text{вік}} = 0,34 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$. Згідно вимогам [1]. Рекомендується їх заміна.

						6
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика зовнішніх дверей

Двері в корпусі лікарні металеві. Загальна кількість дверей, 5 шт. Загальна площа 20 м^2 . Показник термічного опору $= 0,4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$. Оскільки, опір теплопередачі не відповідає вимогам, можна сказати, що стан вхідних дверей в цілому є незадовільним. Згідно вимогам [1].



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд дверей

Характеристика покрівлі (даху)

Дах знаходиться в задовільному стану, не має наявних пошкоджень. Сумарна площа даху $F = 733,92 \text{ м}^2$. Показник термічного опору $= 1,39 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$, що не відповідає нормативному значенню. Згідно вимогам [1]

						6
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика підлоги над неопалювальним підвалом

Площа підлоги складає $733,92 \text{ м}^2$, а приведений термічний опір вимірюється в одиницях $R_{\text{підлоги}} = 0,434 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ і вказує на опір теплопередачі над неопалювальним підвалом. Згідно вимог нормативу для даного регіону, мінімальне значення термічного опору повинно становити $5 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

Відповідно, огорожуюча конструкція не відповідає вимогам, оскільки її термічний опір нижчий за нормативне значення. Згідно вимогам [4]

1.2 Короткий опис інженерних мереж

Системи опалення

Опалення закладу проводиться від централізованої системи постачання тепла. Теплопункт розташований на території закладу.

У лікувальному закладі також є внутрішня двотрубна система опалення з нижнім розведенням розподільних труб. Опалювальні прилади розміщені біля зовнішніх стін під вікнами і не обладнані радіаційним захистом. Система опалення була спроектована для розрахункової температури -21°C . Однак, немає можливості регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів. Використовуються батареї зроблені з чавуну.

Система гарячого та холодного водопостачання

Система гарячого та холодного водопостачання в лікарні складається з наступних компонентів:

1. Головний водопровід: Це основна лінія, яка постачає холодну воду з централізованого джерела водопостачання до лікарні. Головний водопровід зазвичай має великий діаметр і забезпечує достатній обсяг холодної води для всіх потреб у лікарні.

						6
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Водонапірна система: Це система, що забезпечує достатній тиск холодної води у всіх точках використання. Вона може включати водонапірні баки або насосні станції для підвищення тиску води в системі.

3. В корпусі лікарні встановлений помповий насос типу НЦ-5 потужністю 5 кВт, з максимальним напір: до 30 метрів, продуктивність: до 5 кубічних метрів на годину, діаметр виходу: 50 мм, максимальна температура робочого середовища: до 40 градусів Цельсія.

4. Трубопроводи гарячого та холодного водопостачання: У лікарні існують окремі системи трубопроводів для гарячої та холодної води. Ці трубопроводи прокладені по всій лікарні і постачають воду до різних точок використання, таких як умивальники, душі, санвузли, лабораторії та інші приміщення.

5. Нагрівальна система: Для забезпечення гарячої води в лікарні використовуються нагрівальні пристрої, такі як бойлери або теплові обмінники. Ці пристрої підігрівають холодну воду, перетікаючи її через систему нагрівальних елементів.

6. Клапани та крани: У системі гарячого та холодного водопостачання використовуються клапани та крани для контролю та регулювання потоку води. Вони дозволяють відкривати та закривати доступ до води в окремих точках використання або відключати окремі ділянки системи для ремонту чи обслуговування.

7. Ця система забезпечує постачання як гарячої, так і холодної води до різних приміщень і точок використання в лікарні, забезпечуючи необхідність для здійснення різноманітних медичних процедур та задоволення потреб пацієнтів та медичного персоналу.

Система освітлення

На поточний момент для освітлення в переважній більшості в лікарні використовуються люмінесцентні та лампи розжарювання в зальній кількості

						6
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в 304 шт. Потужністю лампи розжарювання 100 Вт та люмінесцентні лампи 45 Вт. Які є не енергоефективними, тому запропонована їх заміна.

1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР

Річне споживання енергоносіїв в 2020 - 2022 р.р.

Річне споживання електричної енергії в 2020–2022р.р., за місяцями

Споживання електричної енергії у будівлі не є постійним протягом року, оскільки залежить від сезонних змін та активності користувачів. Зокрема, взимку та восени, коли тривалість світлового дня скорочується, більше часу витрачається на освітлення, що призводить до збільшення споживання електроенергії. Натомість, влітку споживання електричної енергії знижується, оскільки зменшується або припиняється активність та заняття в будівлі.

Це нерівномірне споживання електричної енергії впливає на планування та енергозбереження. Необхідно враховувати сезонні зміни та підходити до управління електроенергією з урахуванням піків споживання. Такі дані можуть бути використані для розробки стратегій зменшення енерговитрат, наприклад, за допомогою енергоефективного освітлення або розумного керування енергосистемами в будівлі.

Споживання електричної енергії по місяцях зведемо до таблиці 1.2

	2020	2021	2022
Місяць	Місячна фактична норма споживання електроенергії, кВт·год/міс	Місячна фактична норма споживання електроенергії, кВт·год/міс	Місячна фактична норма споживання електроенергії, кВт·год/міс
Січень	4433	4501	4399
Лютий	4063	4501	4296
Березень	3541	4371	4110

Продовження таблиці 1.2

Квітень	3338	3998	3396
Травень	2994	3267	3179
Червень	2843	2845	2986
Липень	2917	3113	3092
Серпень	3484	3129	3178
Вересень	4074	4108	4011
Жовтень	4245	4458	4316
Листопад	4133	4152	4816
Грудень	4836	5186	5215
Всього	40468	47629	46994

Споживання електричної енергії за місяцями зобразимо на рисунку 1.5

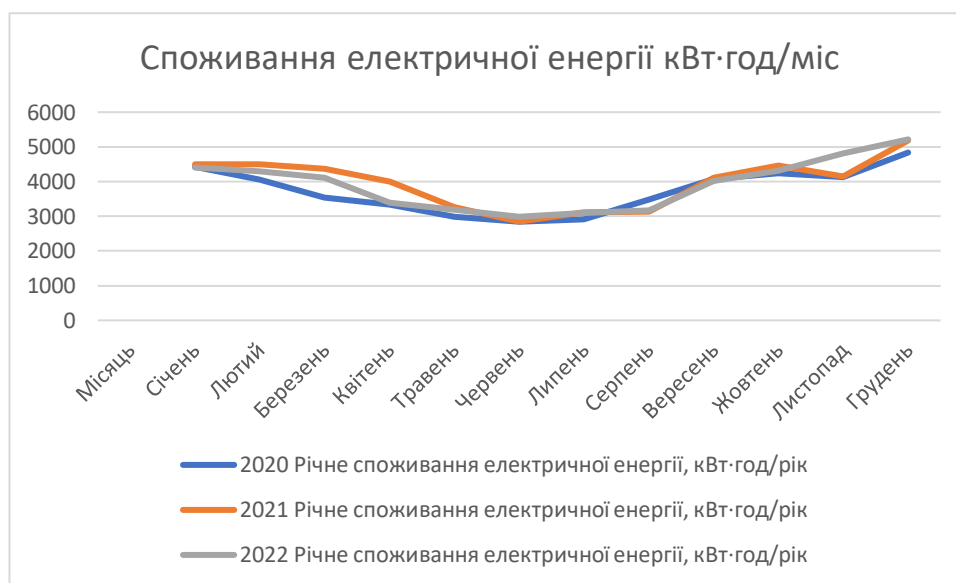


Рисунок 1.5 – споживання електричної енергії 2020-2022 рр.

Графік показує, що в грудні значно зростає використання електричних пристроїв для опалення і освітлення, а також збільшується кількість пацієнтів. Також треба враховувати, що велика кількість свят та святкових подій також призводить до збільшення споживання електроенергії у грудні. Хоча пік

споживання електроенергії припадає на опалювальний період, саме в грудні він досягає найвищого рівня. Цей факт має велике значення для планування та забезпечення стабільного постачання електроенергії в цей період.

Річне споживання теплової енергії в 2020 - 2022 р., за місяцями

Основна тепла енергія в будівлі призначена для опалення приміщень, тому максимальне споживання тепла спостерігається під час опалювального періоду. Влітку споживання теплової енергії значно знижується, оскільки її використовують лише для гарячого водопостачання, та пральні.

Дані про споживання теплової енергії зведемо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Споживання тепла на опалення в 2020 - 2022р., за місяцями

	2020	2021	2022
Місяці	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	250	241	252
Лютий	260	265	269
Березень	183	186	175
Квітень	93	91	86
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	99	99	89
Листопад	174	173	176
Грудень	181	180	210
Всього	1240	1235	1257

Споживання теплової енергії за місяцями зобразимо на рисунку 1.6

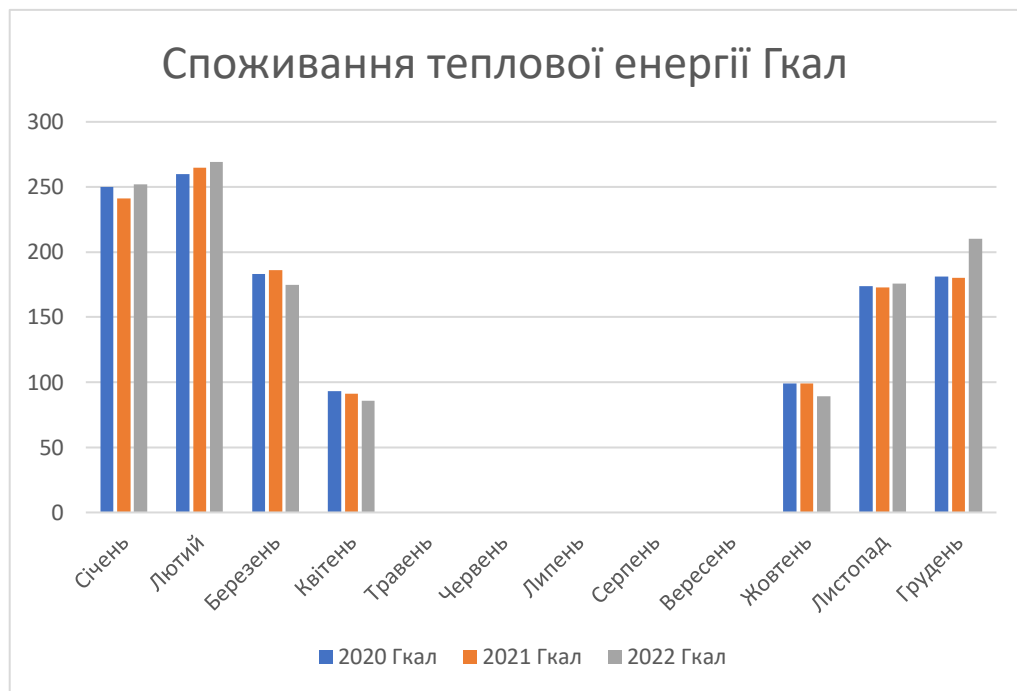


Рисунок 1.6 – Споживання теплової енергії по місяцям

Річне споживання води за місяцями

Споживання води представлено у таблиці 1.4

Таблиця 1.4 Споживання води в 2020 - 2022р., за місяцями

Рік	2020	2021	2022
Місяць Од. вим	м ³	м ³	м ³
Січень	60	62	58
Лютий	82	84	32
Березень	83	76	23
Квітень	85	82	45
Травень	76	74	33
Червень	81	76	12
Липень	103	102	72
Серпень	74	66	63
Вересень	70	68	72
Жовтень	55	56	68
Листопад	80	75	68
Грудень	82	76	73
Σ	931	897	561

Наведемо графік споживання води за останні 3 роки на рис. 1.7

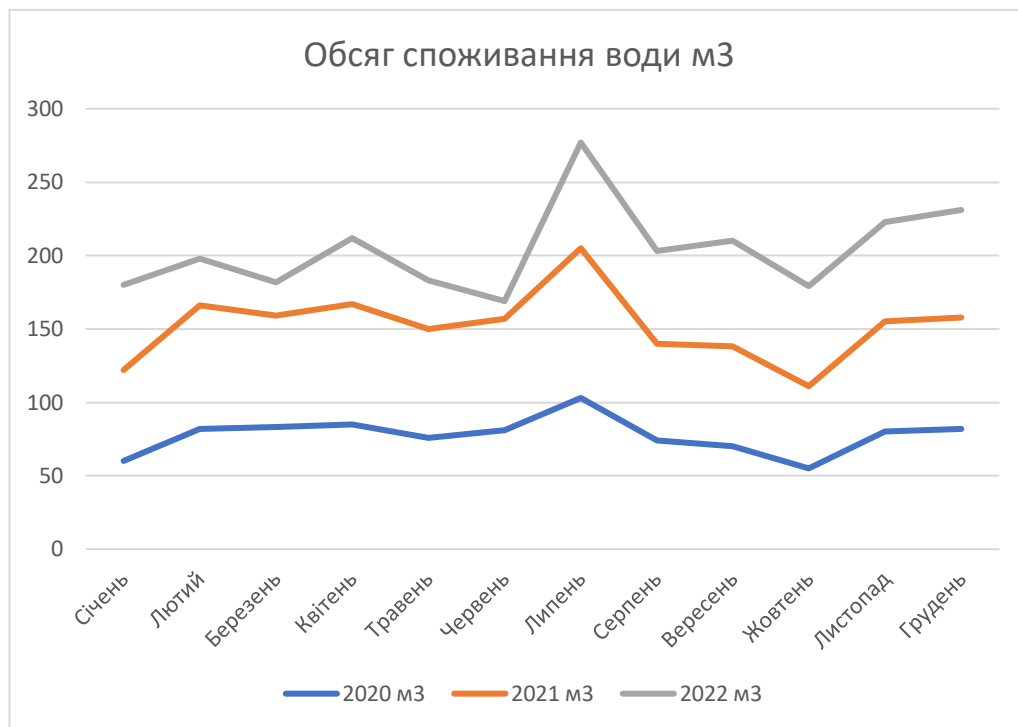


Рисунок 1.7 – Графік споживання води

Споживання холодної води залежить від різних факторів, таких як наявне обладнання, його режим роботи та індивідуальні потреби кожного користувача води.

Характер споживання холодної води відображає важливу інформацію при плануванні та оптимізації систем водопостачання. Врахування цих факторів дозволяє ефективно використовувати ресурси та розробляти стратегії зменшення споживання води, наприклад, за допомогою впровадження енергоефективного обладнання або вдосконалення процесів використання води в пральні та харчоблоці.

1.3 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

Існуючі тарифи на енергоносії і воду на 01.01.2023 рік з ПДВ, наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Вартість енергоресурсів на 2023 рік.

Вид енергоресурсу	Діючий тариф, ціна
Теплопостачання [1]	2716,56 грн./1 Гкал
Електрична енергія [3]	6 грн/кВт·год
Водовідведення [2]	16,88 грн/м3
Холодне водопостачання [2]	30,38 грн/м3

На рисунку 1.8 представлена структура розподілу потенційних витрат на енергоресурси в грошовому еквіваленті.

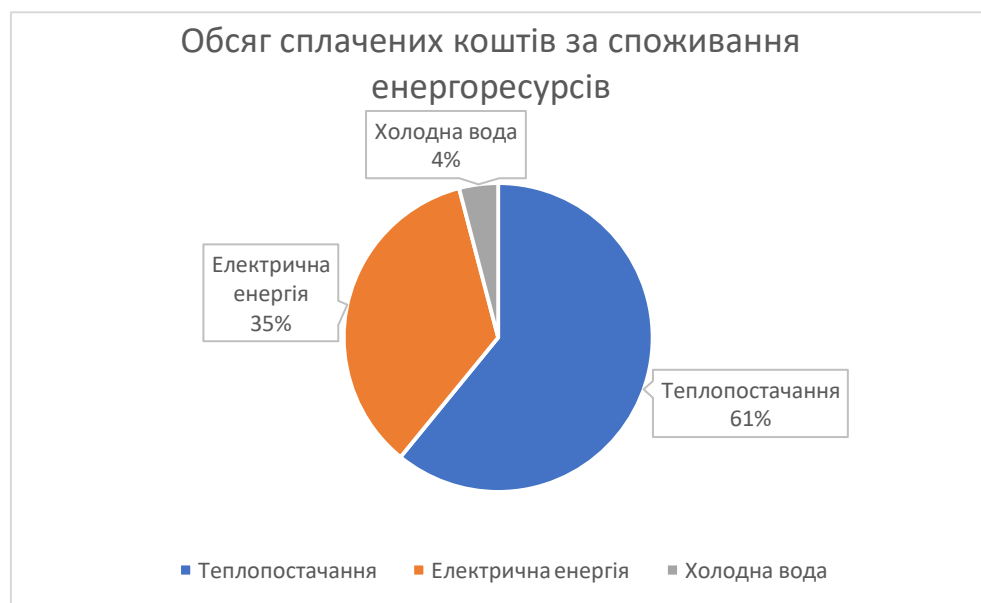


Рисунок 1.8 - Обсяг сплачених коштів за споживання енергоресурсів в %.

Виходячи з графіка потенційних витрат на енергоресурси, 61% витрат на енергоресурси припадає на закупівлю газу для опалення. З урахуванням зростання цін на енергоресурси, можна передбачити подальше збільшення витрат на їх придбання. Це ставить перед нами завдання зменшити споживання тепла шляхом впровадження заходів з енергозбереження.

Одним із способів досягнення енергоефективності може бути поліпшення ізоляції будівлі, що дозволить зменшити витоки тепла та зберегти енергоресурси. Також можна розглянути використання енергоефективних систем опалення та контролю за енергоспоживанням. Впровадження таких заходів допоможе знизити залежність від зростаючих цін на енергоресурси та забезпечити більш сталі та економічно ефективні умови опалення.

						6
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 1.

Зовнішні стіни будівлі виконані з цегли на розчині М-25 товщиною 650 мм. Стан стін є незадовільним, оскільки опір теплопередачі не відповідає нормативам, а фасад не утеплений і має пошкодження. Вікна та балконні двері також потребують заміни, оскільки їх термічний опір не відповідає вимогам. Вхідні двері також потребують удосконалення, оскільки їх опір теплопередачі нижчий за нормативне значення. Покрівля знаходиться в задовільному стані, але її термічний опір також не відповідає нормативам. Підлога має недостатній термічний опір над неопалювальним підвалом. Загальна характеристика огорожувачих конструкцій свідчить про необхідність проведення робіт з утеплення та удосконалення.

Також були проаналізовані інженерні мережі. Система опалення здійснюється від централізованого постачання тепла, але не має можливості регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів. Система гарячого та холодного водопостачання відповідає потребам, але потребує регулярного обслуговування. Освітлення в лікарні потребує оновлення, оскільки використовуються неефективні лампи.

Загальний висновок полягає у необхідності проведення робіт з утеплення фасадів, заміни вікон, дверей та оновлення освітлення для покращення енергоефективності та відповідності норм.

						6
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТ

2.1 Загальний опис СЕП

Живлення оздоровчого закладу здійснюється від ТП-2362 по кабельним лініям АВВГ 4х240. У ТП встановлено два трансформатори ТМ 1000/10/0,4, номінальна потужність $S=1000$ кВ·А, один з яких резервний. ГРЩ виконаний зовнішнього типу з встановленим в нього лічильником електричної енергії типу ЦЕ6803В-Р31, оплата за електроенергію проводиться згідно фактичних показів.

Лічильник не враховує втрати у трансформаторі та в кабельних лініях.

Схема електропостачання зображена на рисунку_____.

2.2. Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності споживачів електричної енергії.

За допомогою розрахунково-аналітичного методу визначається баланс споживання електричної енергії. Цей баланс дозволяє наочно побачити, які споживачі є найбільш енергоємними, що в свою чергу допомагає визначити пріоритетні заходи щодо енергоефективності. Розрахунково-аналітичний метод використовує формулу для розрахунку споживання електроенергії:

$$W_i = P_{\text{вст } i} \cdot n \cdot k_{\text{в } i} \cdot T_{\text{роб } i}$$

де $P_{\text{вст } i}$ - встановлена потужність обладнання, кВт, яка береться із паспортних даних;

n - кількість, шт;

$k_{\text{в } i}$ - коефіцієнт використання встановленої потужності;

$T_{\text{роб } i}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Синільник Я.С.			АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТ		Літ	Аркуш
Перевір.								Аркушів
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								

Складемо енергетичний баланс постачання і споживання електричної енергії. Все обладнання, яке використовується в будівлі зведемо до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Споживачі електричної енергії в корпусі лікарні.

Назва мед.апаратури та іншого обладнання	Потужність, кВт	Кількість, шт.	Сумарна потужність, кВт	Час роботи на добу, год	Річне споживання, кВт год
Мед. апаратура					
Апарат "Поток"	0,2	2	0,4	1	146
ЕКГ 1Т-03м	0,1	2	0,2	1	73
УВЧ-66	0,5	1	0,5	1	182,5
УВЧ-30	0,2	1	0,2	1	73
УЗТ-101	0,1	1	0,1	1	36,5
Ампліпульс-5	0,05	1	0,05	1	18,25
Інгалятор Вулкан	0,1	1	0,1	1	36,5
Апарат Іскра	0,1	1	0,1	1	36,5
Опромінювач кварц	0,06	1	0,06	1	21,9
Кварц-тубус	0,5	2	1	1	365
Шафа ШС-80	2	1	2	1,5	1095
Шафа кр 28-151	2	2	4	1,5	2190
Центрифуга ОПН-8	0,35	1	0,35	1	127,75
Шафа Ф400	3	1	3	1,5	1642,5
Інше обладнання					
Холодильник	0,18	2	0,36	8	1051,2
Насос циркуляційний	0,1	1	0,1	24	876
Бойлер	2	1	2	5	3650
Насосна станція	5	1	5	1	1825
Офісна техніка					
Комп'ютер	0,5	7	3,5	4	5110
Принтер	0,1	2	0,2	1	73
Сканер	0,3	2	0,6	1	219
Освітлення					

Продовження таблиці 2.1

Лампи розжарювання ЛР-100	0,1	15	1,5	9	4927,5
Лампи LED	0,014	18	0,252	10	551,88
Люмінесцентні лампи ЛБ 40	0,04	271	10,84	5	19783
Разом	14,79		68,372		44110,98

З таблиці 2.1 бачимо що велику частину споживання енергії займає освітлення.

Споживачі електричної енергії (освітлення) в будівлі наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Освітлювальний прилад	Потужність (Вт)	Кількість ламп (шт.)	Всього (кВт)
Лампа LED	14	18	0,252
ЛР-100	100	15	1,5
ЛБ-40	40	271	10,84
Всього		304	28,172

Покажемо на рисунку 2.1 енергетичний баланс і визначимо потенціал для підвищення рівня енергетичної ефективності та економії енергії.

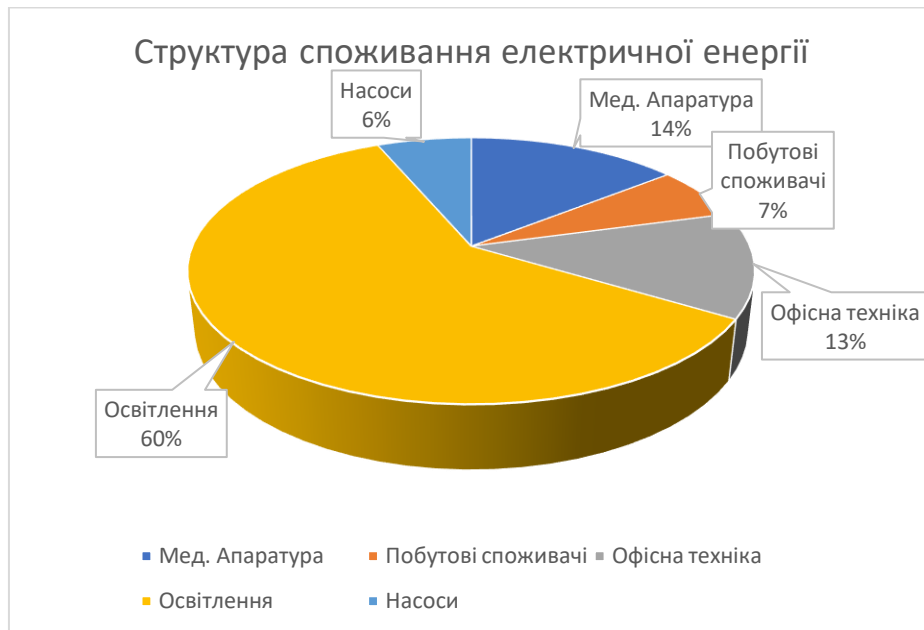


Рисунок 2.1 – Структура споживання електричної енергії

На основі графіка можна зробити висновок, що побутові споживачі займають значну частину встановленої потужності, що вказує на потенціал для впровадження заходів з енергоефективності та використання відновлювальних джерел енергії. З іншого боку, освітлення споживає меншу частину встановленої потужності, але все ж має значну величину. Це може бути пояснено застосуванням застарілих та неефективних ламп, а також відсутністю автоматичного контролю. Лише 1,14 % від загальної кількості світильників використовують енергозберігаючі лампи типу “LED”.

2.3. Повірочний розрахунок навантажень об’єкту (будівлі)

Згідно [9], для розрахунку розрахункового навантаження оздоровчого закладу застосовується наступний підхід:

$$P_1 = p_1 \cdot n_1 = 2,2 \cdot 150 = 330 \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

де p_1 – питоме навантаження на 1 ліжко-місце, n_1 – кількість ліжко-місць

$$Q_1 = P_1 \cdot \text{tg}\phi_1 = 330 \cdot 0,4 = 132 \text{ квар}, \quad (2.2)$$

де $\text{tg}\phi$ – коефіцієнт реактивного навантаження.

Від даного трансформатора також живиться аптечне приміщення

без приготування ліків.

$$P_2 = p_2 \cdot f_2 = 0,12 \cdot 120 = 14,4 \text{ кВт}, \quad (2.3)$$

де f площа торгівельної зали, p – питоме навантаження на одиницю площі

$$Q_2 = P_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = 14,4 \cdot 0,48 = 6,912, \quad (2.4)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивного навантаження

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} = \sqrt{330^2 + 132^2} = 355,4209 \text{ кВА}, \quad (2.5)$$

Розрахуємо навантаження на шинах НН.

$$P_{\text{НН}} = P_1 + kP_2 = 330 + 1 \cdot 14,4 = 344,4 \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{НН}} = Q_1 + kQ_2 = 132 + 6,912 = 138,912 \text{ квар}, \quad (2.7)$$

$$S_{\text{НН}} = \sqrt{P_{\text{НН}}^2 + Q_{\text{НН}}^2} = \sqrt{344,4^2 + 138,912^2} = 371,3595 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі ТР1:

$$\Delta P_{\text{ТР}} = 0,03 \cdot S_{\text{р}}; \quad (2.9)$$

$$\Delta P_{\text{ТР}} = 0,03 \cdot 371,3595 = 11,140 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}} = 0,1 \cdot S_{\text{р}}, \quad (2.10)$$

$$\Delta Q_{\text{ТР}} = 0,1 \cdot 371,3595 = 37,135 \text{ квар}$$

Знаходимо навантаження приведені до шин ВН:

$$P_{\text{ВН}} = P_{\text{НН}} + \Delta P_{\text{ТР}}, \quad (2.11)$$

$$P_{\text{ВН}} = P_{\text{НН}} + \Delta P_{\text{ТР}} = 344,4 + 11,140 = 355,54 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ВН}} = Q_{\text{НН}} + \Delta Q_{\text{ТР}} = 138,912 + 37,135 = 176,047 \text{ квар}, \quad (2.12)$$

$$S_{\text{ВН}} = \sqrt{P_{\text{ВН}}^2 + Q_{\text{ВН}}^2}, \quad (2.13)$$

$$S_{\text{ВН}} = \sqrt{355,54^2 + 176,047^2} = 396,7382 \text{ кВА}$$

Зведемо отримані значення в таблицю 2.3.

						6
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА
Навантаження будівель	344,4	138,912	371,3595
Втрати в трансформаторі	11,140	37,135	
Шини ВН на ТП	355,54	176,047	396,7382

Перевірка трансформаторів

Згідно з розрахунками сумарного електричного навантаження, маємо таке значення повної потужності [14]:

$$S_{pe} = 396,7382 \text{ кВА}$$

Розрахункова потужність трансформатора:

$$S_{т.р} = \frac{S_{зм}}{\beta}; \quad (2.14)$$

де β - коефіцієнт завантаження трансформатора

$$S_{т.р} = \frac{396,7382}{0,85} = 466,751 \text{ кВА}$$

З початкових даних відомо, що встановлено трансформатор ТМ – 1000.

Оскільки, , $S_{ном} > S_{т.р}$, $1000 > 466,751$ тому цей трансформатор номінальної потужності підходить для даних об'єктів.

Перевірка кабелів

Перевірку проводимо у після аварійному режимі (пошкодження однієї з ліній, що живить об'єкт). Перевірку кабелю від РП до ТП

						6
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюємо за розрахунковим струмом:

Підставляємо значення у формулу (2.15):

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_n}, \quad (2.15)$$

Підставляємо значення у формулу (2.14):

$$I_p = \frac{396,7382}{\sqrt{3} \cdot 10} = 22,906 \text{ A}$$

Наявний кабель марки АпвП 3×240, $I_{\text{доп}} = 340 \text{ A}$; $r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,075 \text{ Ом/км}$.

Перевіряємо кабель від ТП до корпусу за розрахунковим струмом, знайденим за формулою (2.15):

$$I_p = \frac{335,4209}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 484,138 \text{ A}$$

Наявні два кабелі марки АВВГ 4х240, $I_{\text{доп}} = 660 \text{ A}$, $r_0 = 0,25 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,0298 \text{ Ом/км}$.

Робимо перевірку:

$$I_{\text{доп}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \geq I_p, \quad (2.16)$$
$$1000 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 > 484,138$$

K_1, K_2, K_3 - поправні коефіцієнти, що залежать від температури землі та повітря K_1 , від кількості кабелів, прокладених в одній траншеї або одному кабельному каналі, K_2 , коефіцієнт допустимого перевантаження, K_3 .

2.4 Повірений розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення)

Розрахунок внутрішнього освітлення приміщення здійснюється згідно зі стандартами і нормативами, які визначають необхідну кількість світла для забезпечення комфортного та безпечного освітлення в приміщенні.

В Україні використовується ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення" [6], який визначає норми освітленості для житлових,

						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

громадських, адміністративних та промислових будівель. Згідно з якого був виконаний розрахунок.

Мінімальний рівень освітлення згідно стандартів приймається $E_{\min}=400$ лк [6];

Де $a=1,8$; $b=2,2$.

Визначимо освітленість в точці А за формулою [6]:

$$E = \frac{\Phi_{св} \cdot \mu \cdot \sum_{i=1}^n E_i}{k_3 \cdot 1000}, \quad (2.17)$$

де E - розрахункова освітленість, лк;

$\Phi_{св}$ - світловий потік світильника, лм;

μ - коефіцієнт неврахування освітленості, $\mu=1,1-1,2$ [3];

$\sum_{i=1}^n E_i$ - сумарна освітленість згідно кривих просторових ізолюкс світильника. Визначається в залежності від висоти підвісу світильника і відстані від проекції світильника до точки, що розглядається;

n - кількість врахованих світильників;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3=1,3$ [6].

Для ламп денного світла потужністю 45 Вт визначаємо світловий потік:

$$\Phi_{св}=2800 \text{ лм.}$$

Відомо, що висота приміщення H становить 2,8 м. Приймем, що відстань від підлоги до розрахункової поверхні $h_p=0,8$ м, а відстань від стелі до світильника $h_c=0,2$ м. Тоді висоту підвісу світильника визначимо за формулою:

$$h = H - h_p - h_c. \quad (2.18)$$

Підставивши значення в формулу (2.7) отримаємо:

$$h = 2,8 - 0,8 - 0,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Знайдемо довжину відрізка d_1 - відстань від проекції світильника до розрахункової точки за формулою:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}. \quad (2.19)$$

Підставляємо значення у формулу (2.8):

						6
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + \left(\frac{2,2}{2}\right)^2} = 1,4 \text{ м.}$$

Знайдемо довжину відрізка d_2 за формулою:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + (a \cdot b)^2}. \quad (2.20)$$

Підставляємо значення у формулу (2.9) та отримуємо:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + (1,8 \cdot 2,2)^2} = 4,06.$$

Для визначення освітленості в точці А від кожного зі світильників 1..4, можна використати відому висоту підвісу світильника $h=1,8$ м та відстань від проекції світильника до розрахункової точки $d_1=1,4$ м. Використовуючи криві просторових ізолюкс Г-2 (рисунок 2.2), ми зможемо визначити освітленість в точці А від кожного зі світильників 1-4.

Результати занесемо в таблицю 2.4.

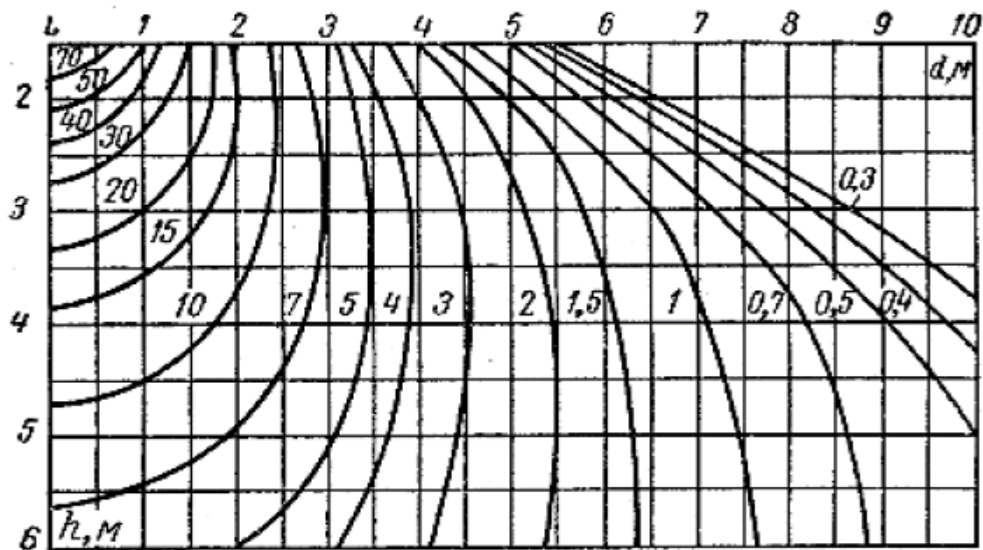


Рисунок 2.2 – Криві просторових ізолюкс

Таблиця 2.4 – Розрахунок умовної освітленості

Номер світильника	Відстань до точки В до проекції світильника, м	Умовна освітленість, лк
1	4,06	3,2
2	4,06	3,2
3	1,4	55
4	1,4	55

Сумарна умовна освітленість:

$$\sum_{i=1}^n E_i = 116,4 \text{ лк.}$$

Визначимо освітленість E - розрахункова освітленість в точці A при врахуванні чотирьох найближчих світильників, що знаходяться на однаковій відстані від розрахункової точки за формулою (2.17):

$$E = \frac{2800 \cdot 1,1 \cdot 116,4}{1,3 \cdot 1000} = 275,778 \text{ лк}$$

Виконаємо перевірку:

$$0,9 \cdot E_{min} < E < 1,2 \cdot E_{min}$$
$$270 < 275,778 < 360$$

Умова перевірки виконується, отже освітленість задовольняє нормованій освітленості.

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

Для оцінки енергоефективності електричних споживачів було розроблено енергетичний баланс, який включає аналіз постачання та споживання електричної енергії. У розділі 2.2 наведено таблиці 2.1 та 2.2, де зібрана узагальнена інформація про всі використовувані пристрої та обладнання в будівлі.

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

На об'єкті встановлений лічильник індукційний - ЦЕ6803В-Р31 Облік споживання проводиться щомісячно на паперових носіях, що може бути неефективним та часо- та ресурсозатратним процесом. Однак, існує можливість поліпшити систему обліку та моніторингу шляхом встановлення радіо модуля для дистанційного збору даних з лічильника.

Завдяки встановленню радіо модуля, дані про споживання електричної енергії можуть бути зчитані дистанційно, без необхідності ручного вводу даних. Це дозволить автоматизувати процес збору

						6
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформації та забезпечити швидкий доступ до неї. Крім того, за допомогою програмування лічильника можна встановити параметри та налаштування, які відповідатимуть потребам системи автоматизованого контролю та управління енергоспоживанням (АСКУЕ).

Таке удосконалення системи обліку дозволить забезпечити зручність та ефективність управління споживанням електроенергії, моніторинг та аналіз споживання, а також забезпечить можливість використання даних в системах автоматизованого контролю та управління енергетичними процесами.

На рисунку 2.3. зображений зовнішній вигляд лічильника.



Рисунок 2.3 - Лічильник типу CE6803B-P31

Наведемо схему підключення лічильник електроенергії прямого включення 0,4 кВ на рис 2.4.

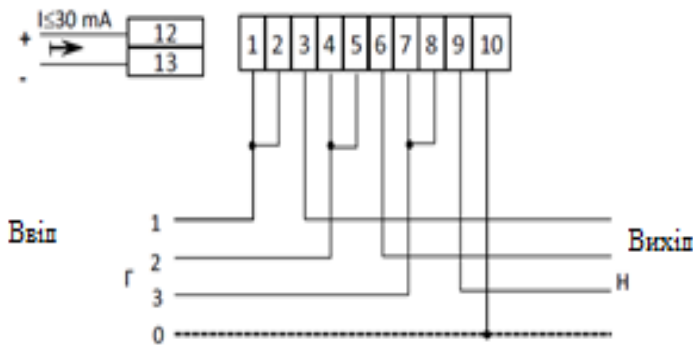


Рисунок 2.4 Схема підключення лічильника електроенергії прямого

включення 0,4 кВ

2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.

ЗЕЗ № 1 Заміна ламп в системі освітлення

У поліклініці було встановлено 15 ламп розжарювання потужністю 100 Вт кожна та 271 лампа денного світла потужністю 40 Вт. Лампи такого типу характеризуються низькою ефективністю використання світла, переважанням жовто-червоної частини спектру випромінювання, обмеженим терміном експлуатації та значним скороченням тривалості роботи при зростанні напруги. Іншими словами, лампи розжарювання є найменш ефективними з енергетичної точки зору.

Запропоновано замінити наявні лампи на більш енергоефективні та довговічні світлодіодні лампи під назвою "MAXUS LED A65 12W 1300Lm 564-P", які мають світловий потік, схожий на звичайну лампу розжарення потужністю 100 Вт (1350 лм) і термін служби 10000 годин. Також можна замінити лампи типу ЛБ-40 на нові люмінесцентні лампи Osram Lumilux 36 Вт G13 3000 K 220 В T8.



©vkl-oko.com

						6
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисинок 2.5 – Зовнішній вигляд MAXUS LED A65 12W 1300Lm



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд та розміри Osram Lumilux 36 Вт G13
3000 К 220 В T8

Споживання електроенергії лампами:

$$W = P \cdot n \cdot t, \quad (2.17)$$

де P – потужність лампи, кВт;

n – кількість ламп, шт.;

t – час роботи ламп, год.

Таблиця 2.5 - Порівняльні характеристики ламп ЛБ-40 і TLD36 наведені в таблиці:

Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Тип цоколя	Ціна, грн
ЛР-100	100	1350	E27	-
ЛБ-40	40	2800	G13	-
MAXUS LED A65	12	1300	E27	81,76
Osram Lumilux	36	2850	G13	72

За формулою (2.17) знайдемо споживання електроенергії лампами розжарювання:

$$W_1 = 10 \cdot 0,1 \cdot 3285 = 3285 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Споживання електроенергії з LED лампами за формулою (2.19):

$$W_2 = 30 \cdot 0,015 \cdot 1825 = 394,2 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

2. Заміна ламп ЛБ-40 на лампи типу OSRAM 36W/640 (33) [10] L:

Споживання електроенергії лампами типу ЛБ 40 складає:

$$W_1 = 271 \cdot 0,04 \cdot 1825 = 19783 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Споживання електроенергії люмінесцентними лампами нового типу складає:

$$W_2 = 271 \cdot 0,036 \cdot 1825 = 17804,6 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Економія електроенергії в грошах:

$$E = (W_1 - W_2) \cdot b, \quad (2.18)$$

де b – тариф на електроенергію.

Економія в грошах для MAXUS LED A65 [11] за формулою (2.20):

$$E_1 = (3285 - 394,2) \cdot 6 = 18084 \text{ грн/рік.}$$

Економія електроенергії в грошовому еквіваленті для ламп типу OSRAM 36W/640 (33) L:

$$E_2 = (19783 - 17804,6) \cdot 6 = 12000 \text{ грн/рік.}$$

Сумарна економія електроенергії:

$$E_{\text{сум}} = 12000 + 18084 = 30084 \text{ грн/рік.}$$

Розрахуємо витрати на введення в експлуатацію:

$$B = C \cdot N, \quad (2.19)$$

де C – ціна лампи, грн;

N – кількість ламп.

Капітальні витрати для ламп MAXUS LED A65 за формулою (2.21):

$$B = 30 \cdot 81,76 = 2452,8 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати для ламп типу L 36W/640 OSRAM BASIC

$$B = 271 \cdot 72 = 19512 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на введення в експлуатацію:

$$B_{\text{сум}} = 2452,8 + 19512 = 21964,8 \text{ грн.}$$

						6
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо простий термін окупності для енергозберігаючих ламп:

$$T_{ок}^{np} = \frac{B_{сум}}{E_{сум}}, \quad (2.20)$$

Підставивши відповідні значення у формулу (2.20) отримаємо:

$$T_{ок}^{np} = \frac{21964,8}{30084} = 0,73 \text{ Року}$$

Простий термін окупності складає майже 9 місяців, тому захід вважаємо доцільним.

ЗЕЗ № 2 Встановлення датчиків руху в приміщеннях закладу

Пропонується використовувати пристрої на основі датчиків присутності для оснащення освітлювальних приладів у санвузлах та туалетах. Ці пристрої дозволяють автоматично включати освітлення тільки в той час, коли є людина в приміщенні.

Вони призначені для монтажу на стіні або стелі та можуть використовуватися разом із вже встановленими світильниками.

Вбудоване реле дозволяє плавно знижувати електричне навантаження на лампи, що сприяє подовженню терміну їх служби.

Оберемо внутрішній провідний датчик руху DSC LC-100. Вартість якого 816 грн.[12] На рисунку 2.7 зображення даного датчику.



Рисунок 2.7 - Датчик руху DSC LC-100.

						6
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В середньому економія після впровадження датчиків руху становить 25%. Розрахуємо економію від впровадження даного заходу.

$$E = N \cdot P \cdot \left(T - \left(\frac{30}{70} \right) \cdot T \right) \cdot 365 = 271 \cdot 0.04 \cdot (5 - 0,25 \cdot 5) \cdot 365 =$$

$$= 14837,25 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$$

де N – кількість ламп;

P – потужність ламп;

T-час роботи в день.

Розрахуємо річну економію в грошовому еквіваленті:

$$W = (E_{\text{освітлення}} - E_{\text{датчик}}) \cdot 6 = 19783 - 14837,24 = 4945,75 \text{ грн}$$

У будівлі з чотирма поверхами планується встановлення датчиків на кожному з двох входів до кожного поверху, а також в кожній з 12 кімнат. З урахуванням наявних двох входів на кожному поверсі, загалом буде встановлено 16 датчиків для входів. З метою забезпечення безпеки входу в будівлю також планується встановити датчик руху.

Отже, загалом на трьох входах до будівлі буде встановлено 3 датчики. Щодо покриття всього коридору, який має протяжність 125 метрів на кожному поверсі, планується розмістити датчики на відстані 25 метрів один від одного. Таким чином, загалом на кожному поверсі буде встановлено 5 датчиків для покриття коридору. Загальна к-ть датчиків 23.

Встановлення пристроїв здійснює майстер, вартість 50 грн за 1 датчик.

$$K = 23 \cdot 816 + 23 \cdot 50 = 19918 \text{ грн}$$

Розрахуємо простий термін окупності:

$$T = \frac{K}{W} = \frac{19918}{4945,75} = 4 \text{ роки}$$

Простий термін окупності складає 4 роки, тому захід вважаємо доцільним.

						6
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗЕЗ № 3 Заміна застарілого насосу системи водопостачання

Заміна застарілого насосу системи водопостачання НЦВ 5/30 на більш сучасний насос, наприклад, насос Leo потужністю 4 кВт з максимальним напором 39 м та максимальною продуктивністю $Q_{\max}$ 900 л/хв, може мати декілька причин:

Енергоефективність: Застосування більш сучасного насосу потужністю 2.2 кВт замість НЦВ 5/30 потужністю 5 кВт може дозволити знизити споживання електричної енергії. Сучасні насоси зазвичай мають вищий коефіцієнт корисної дії (ККД), тобто ефективніше використовують енергію для перекачування води. Це може привести до зниження електроенергозатрат і, відповідно, до зниження витрат на енергію.

Надійність та технічні можливості: Сучасні насоси зазвичай мають покращену конструкцію та використовують надійні матеріали, що забезпечує довший термін служби і меншу ймовірність виникнення поломок. Насос “Leo” може мати додаткові функціональні можливості, такі як захист від сухого ходу або автоматичне управління, що полегшує його використання та забезпечує більш надійну роботу.

Враховуючи ці фактори, заміна насосу НЦВ 5/30 на насос Leo 3.0 4.0 кВт л/хв може принести переваги, такі як зниження споживання електроенергії, підвищення ефективності та надійності системи водопостачання, а також більшу відповідність потребам змінених умов.

Розрахуємо річну економію електричної енергії від впровадження заходу.

Споживання електроенергії старим НЦВ 5/3 за формулою (2.19):

$$W_1 = 5 \cdot 365 \cdot 1 = 1825 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Споживання електроенергії новим насосом:

$$W_2 = 4 \cdot 365 \cdot 2 = 1460 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Економія електроенергії в грошах за формулою (2.20):

$$E = (1825 - 1460) \cdot 6 = 2190 \text{ грн/рік}.$$

						6
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість насосу 26832 грн. [13]

Затрати на установку не враховуємо, оскільки в лікарні працює сантехник.

Розрахуємо простий термін окупності за формулою (2.20):

$$T_{ок}^{np} = \frac{29832}{2190} = 12 \text{ Років}$$

ЗЕЗ № 4 Заміна трансформатора

Виходячи с розділу 2.1 розрахункова потужність трансформатора не перевищує 466,751 кВА, запропоновано замінити трансформатор на більш енергоефективний трансформатор ТМ 630/10/0,4 з наступними параметрами: $S_H=630$ кВА, $U_{BH}=10$ кВ, $U_{HH}=0,4$ кВ, $P_{XX}=1050$ Вт, $P_{K3}=7600$ Вт, $U_{K3}=5,5$ %, $I_{XX}=1,8$ %. Та для ТМ 1000/10/0,4 $S_H=1000$ кВА, $U_{BH}=10$ кВ, $U_{HH}=0,4$ кВ, $P_{XX}=1550$ Вт, $P_{K3}=10800$ Вт, $U_{K3}=5,5$ %, $I_{XX}=1,2$ %. [24]

Надалі розрахуємо втрати в одному робочому трансформаторі.

Втрати в трансформаторі розраховуються за формулою (2.21):

$$\Delta W_{тр} = \Delta P_{XX} \cdot T_n + \beta^2 \cdot \Delta P_{K3} \cdot T_p, \quad (2.21)$$

Розрахуємо втрати для ТМ-1000 за місяць:

$$\Delta W_{ТМ100} = 1,550 \cdot 740 + 0,39^2 \cdot 10,8 \cdot 200 = 1475,536 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розрахуємо втрати для ТМ-630:

$$\Delta W_{ТМ630} = 1,05 \cdot 740 + 0,39^2 \cdot 7,6 \cdot 200 = 1008,192 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де ΔP_{K3} , ΔP_{XX} - відповідно втрати потужності короткого замикання і холостого ходу (паспортні дані трансформатора);

T_n - час приєднання трансформатора до мережі, год;

T_p - тривалість роботи трансформатора під навантаженням, год;

β - коефіцієнт завантаження трансформатора, який розраховується за формулою:

$$\beta = \frac{S_{\Phi}}{S_H} \quad (2.3)$$

						6
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\beta_1 = \frac{396,7382}{1000} = 0,39$$

$$\beta_2 = \frac{396,7382}{630} = 0,62$$

Порахуємо втрати на рік.

$$W_{TM1000} = 1475,536 \cdot 12 = 17706,432 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$W_{TM630} = 1008,192 \cdot 12 = 12098,304 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія електроенергії в грошах:

$$E = (17706,432 \text{ кВт} - 12098,304) \cdot 6 = 33648 \text{ грн.}$$

Вартість встановлення 10% від ціни ТМ.

Сумарні витрати на введення в експлуатацію

$$B_{\text{сум}} = 210000 + 21000 = 231000 \text{ грн}$$

Розрахуємо простий термін окупності

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{231000}{33648} = 6,8 \text{ років}$$

Оскільки термін окупності встановлення нового трансформатора 6 років 8 місяців захід можна вважати доцільним.

2.8 Рівень енергоспоживання після реалізації таких заходів

В таблиці 2.6 наведено всі заходи по тепловій частині.

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця рекомендованих енергоефективних заходів

№	ЕЕ заходи	Інвестиції, грн	Чиста економія		Простий період окупності, рік
			кВт·год/рік	Грн/рік	
1	Модернізація освітлення	21964,8	4869,3	30084	0,73
2	Встановлення датчиків руху	19918	14837,25	4945,75	4
3	Заміна насосу	29832	365	2190	12
4	Заміна трансформатора	231000	5608,13	33648	6,8
Разом			14837,25	21964,8	

Висновок до розділу 2.

Було проведено комплексне обстеження системи електропостачання (СЕП) та споживачів електричної енергії в будівлі. Об'єкт має однолінійну схему електропостачання, де електропостачання будівлі забезпечується через трансформаторну підстанцію (ТП), розташовану на території лікарні. У складі ТП встановлені два трансформатори типу ТМ 1000. В цілому, система електропостачання функціонує у задовільному стані, але було запропоновано здійснити заміну трансформатора на менш потужний для економії енергії.

Основними джерелами значних енерговитрат була застаріла система освітлення, використовуюча малоефективні лампи розжарювання та люмінесцентні лампи.

Також була запропонована заміна насосу системи водопостачання, адже сучасні насоси мають більший КДД і менше споживання електричної енергії.

Також рекомендується встановити датчики руху для автоматичного керування освітленням в будівлі.

Ці заходи дозволить зекономити 14837,25 кВт·год електроенергії щорічн. З інвестицією в розмірі 302714,8 грн. Тому рекомендується впровадження цих заходів.

						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях

До нормативної бази, що регулює вимоги до енергетичної ефективності в будівлях належать документи

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності представляють сукупність стандартів та вимог, що стосуються огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних систем і їх складових частин (включаючи обладнання). Дотримання цих вимог гарантує належні умови для лікування людей у даній будівлі протягом нормативного періоду експлуатації, з дотриманням припустимого рівня витрат енергії.

Згідно [1] до мінімально допустимого опору теплопередачі (таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель $R_{q \min}$.

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	4	3,5
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	4,9
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,6

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Синільник Я.С.			ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ		Літ	Аркуш
Перевір.								Аркушів
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								

Закон України "Про енергоефективність будівель" встановлює важливі положення, що стосуються енергоефективності будівельного сектору, варто його враховувати при проектуванні та модернізації будівель. [16] При роботі з закладами охорони здоров'я, обов'язково необхідно керуватися ДБН В.2.2-10:2022.

Ці будівельні норми ДБН В.2.2-10:2022 визначають основні принципи проектування будівель і споруд усіх типів закладів охорони здоров'я, а також приміщень, що використовуються для надання медичної та реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я. Ці норми застосовуються при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті.

Варто зауважити, що ці будівельні норми не поширюються на приміщення, будівлі і споруди закладів охорони здоров'я, які не безпосередньо пов'язані з наданням медичної та реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я. Наприклад, вони не застосовуються до приміщень побутового обслуговування і приготування їжі, гаражів і автостоянок, складів, кафедр, спортивних споруд та басейнів.

При проектуванні закладів, що надають первинну медичну допомогу (центрів первинної медичної допомоги, амбулаторій групової практики та моно-практики, фельдшерсько-акушерських пунктів, пунктів здоров'я), центрів екстреної медичної допомоги і медицини катастроф, а також приміщень медичного призначення для надання екстреної медичної допомоги та медицини катастроф, необхідно враховувати як положення цих норм, так і відповідні положення відповідних ДБН.

3.2 Визначення теплового навантаження будівлі

Основними конструктивними елементами зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі поліклініки, обстеження яких було виконано, є стіни, дах, фундамент, вікна та двері. З метою визначення теплоізолюючих властивостей

						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

цих конструктивних елементів будівлі було виконано розрахунковий аналіз фактичного опору теплопередачі та теплових втрат через огорожуючі конструкції. [15]

Непрозорі огорожувальні конструкції

Загальна площа зовнішніх стін складає $F_c = 1576 \text{ м}^2$

Основні складові зовнішніх стін:

- глянцева плитка з $\lambda_{з.п.}=1,05 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ і товщиною $\delta_{з.шт.}=0,02 \text{ м}$;
- цегла на розчині М-25 з $\lambda_{ц.}=0,81 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ і товщиною $\delta_{ц.}=0,65 \text{ м}$;
- внутрішня цементно-піщана штукатурка з $\lambda_{вн.шт.}=1,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ і товщиною $\delta_{вн.шт.}=0,04 \text{ м}$.

Опір теплопередачі через зовнішні стіни $R_{\text{стіни}}$, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$ знаходимо за формулою:

$$R_{\text{стіни}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{з.п.}}{\lambda_{з.п.}} + \frac{\delta_{ц.}}{\lambda_{ц.}} + \frac{\delta_{вн.шт.}}{\lambda_{вн.шт.}} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \quad (3.1)$$

де λ_i - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару, $\text{Вт/м}^2\text{К}$;

δ_i - товщина відповідного шару, м;

$\alpha_{вн.}$ - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої сторони будівлі;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі від стін зовнішньому середовищу.

$$R_{\text{стіни}} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,65}{0,81} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{1}{8,7} = 1,013 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідає нормативному значенню, тому в майбутньому потрібно виконати утеплення фасадів.

Коефіцієнт теплопередачі $K_{\text{ст.}}$, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$ стіни визначаємо за виразом (3.2):

						6
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{ст}} = \frac{1}{R_{\text{ст}}} \quad (3.2)$$

$$K_{\text{ст}} = \frac{1}{1,013} = 0,987 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Відповідно до нормативних вимог для даного регіону, опір теплопередачі повинен складати не менше 4 (м²*К)/Вт. Враховуючи це, можна стверджувати, що стан стін можна охарактеризувати як незадовільний.

Світлопрозорі огорожувальні конструкції

В будівлі встановлені вікна подвійним заскленням в металевих сполучених. Загальна площа складає $F_b = 867,72 \text{ м}^2$.

Опір теплопередачі вікон $R_{\text{вік}}, \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$ з подвійним заскленням в металевих сполучених переплітах становить [2]:

$$R_{\text{вік}} = 0,34 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі вікна знайдемо за формулою (3.2):

$$K_{\text{вік}} = \frac{1}{0,34} = 2,941 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Відповідно до нормативних вимог для даного регіону, опір теплопередачі повинен складати не менше 0,9 (м²*К)/Вт. Проте, встановлені в будівлі вікна не відповідають цим нормативним значенням [1]. Враховуючи це, рекомендується здійснити заміну вікон на енергозберігаючі моделі, які забезпечують вищий опір теплопередачі та покращену енергоефективність.

Дах

Опір теплопередачі даху $R_{\text{дах}}, \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$ знаходимо за формулою (3.3):

						6
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\frac{3}{6}}}{\lambda_{\frac{3}{6}}} + \frac{\delta_{\text{ц.ст.}}}{\lambda_{\text{ц.ст.}}} + \frac{\delta_{\text{гідроіз.}}}{\lambda_{\text{гідроіз.}}} + \frac{\delta_{\text{мін.пл.}}}{\lambda_{\text{мін.пл.}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \quad (3.3)$$

де λ_i - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару, Вт/м²К ;

δ_i - товщина відповідного шару, м;

$\alpha_{\text{вн}}$ - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої сторони будівлі;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі від стін зовнішньому середовищу.

Дах складається з наступних шарів:

- залізобетонні плити з $\lambda_{\frac{3}{6}}=2,04$ Вт/м²К товщиною $\delta_{\frac{3}{6}}=0,1$ м ;
- жорсткі мінеральні плити з $\lambda_{\text{мін.пл.}}=0,08$ Вт/м²К товщиною $\delta_{\text{мін.пл.}}=0,08$ м;
- цементно-піщана стяжка з $\lambda_{\text{ц.ст.}}=0,93$ Вт/м²К товщиною $\delta_{\text{ц.ст.}}=0,01$ м;
- керамзит з $\lambda_{\text{кер.}}=0,09$ Вт/м²К товщиною $\delta_{\text{кер.}}=0,02$ м;
- рубероїд з $\lambda_{\text{руб.}}=0,27$ Вт/м²К товщиною $\delta_{\text{руб.}}=0,002$ м .

Розрахуємо термічний опір даху за формулою (3.1):

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{6} + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,003}{0,7} + \frac{0,08}{0,08} + \frac{1}{8,7} = 1,39 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі даху знаходимо за формулою (3.2):

$$K_{\text{дах}} = \frac{1}{R_{\text{дах}}} = \frac{1}{1,39} = 0,719 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Нормативне значення опору теплопередачі для даного регіону складає 6,0 (м²*К)/Вт. Характеристика огорожувальної конструкції не

						6
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідає вимогам. І варто провести утеплення даху. [1]

Характеристика зовнішніх дверей

Двері в корпусі лікарні металеві. Загальна кількість дверей, 5 шт.

Загальна площа 20 м²

Термічний опір як для готової конструкції $-R_{\text{метал}} = 0,4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

Коефіцієнт теплопередачі дверей знаходимо за формулою (3.2):

$$K_{\text{дверей}} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Нормативне значення опору теплопередачі для даного регіону складає 0,70 (м²*К)/Вт. Характеристика огорожувальної конструкції не відповідає вимогам. [1]

Підлога над неопалювальним підвалом

Опір теплопередачі підлоги $R_{\text{підлоги}}$, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$ визначаємо за формулою (3.3):

$$R_{\text{підлоги}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{шл.б.}}}{\lambda_{\text{шл.б.}}} + \frac{\delta_{\text{ц.ст.}}}{\lambda_{\text{ц.ст.}}} + \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}}, \quad (3.3)$$

де λ_i - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару, Вт/м²К ;

δ_i - товщина відповідного шару, м;

$\alpha_{\text{вн}}$ - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої сторони будівлі;

$$\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}};$$

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі від стін зовнішньому середовищу,

$$\alpha_3 = 6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}.$$

Підлога складається з наступних шарів:

						6
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- залізобетонне перекриття з $\lambda_{з/б}=1,86 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ товщиною $\delta_{з/б}=0,1\text{м}$;
- шлакобетон з $\lambda_{шл.б.}=0,63 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ товщиною $\delta_{шл.б.}=0,04\text{м}$;
- цементно-піщана стяжка $\lambda_{ц.ст.}=0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ товщиною $\delta_{ц.ст.}=0,015\text{м}$;
- плитка керамічна $\lambda_{пл}=0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ товщиною $\delta_{пл}=0,012\text{м}$.

$$R_{\text{підлоги}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{1,86} + \frac{0,04}{0,63} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,012}{0,64} + \frac{1}{6} = 0,434 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}},$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги визначається за формулою (3.2):

$$K_{\text{підлоги}} = \frac{1}{0,434} = 2,304 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Термічний опір не відповідає нормованому значенню, необхідне утеплення підвального приміщення.

Визначення втрат теплоти для кожного виду огорожувальних конструкцій.

Тепловтрати визначаємо за залежністю:

$$Q_0 = \sum (K_i \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}})) b_u \cdot (1 + \sum \beta)$$

K_i – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, що розраховується за формулою:

$$K_i = \frac{1}{R_i}, \text{ де}$$

R_i – опір теплопередачі i -ого огороження, $[\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}]$,

F_i – площа i -ої огорожувальної конструкції, $[\text{м}^2]$;

$t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $[^\circ\text{C}]$. [5]

$t_{\text{р.о}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, $[^\circ\text{C}]$. [5]

b_u – поправочний коефіцієнт урахування зменшення розрахункової різниці температур між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом/зоною.

$\Sigma\beta$ - сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які

враховуються для зовнішніх вертикальних огорожувальних конструкцій будівлі(стіни, двері і вікна), орієнтовані на:

- північ, схід, північний-схід і північний-захід – $\Sigma\beta = 0,1$;
- південний-схід і захід – $\Sigma\beta = 0,5$;
- для усіх інших огорожень $\Sigma\beta = 0$.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.2.

Проведемо розрахунок за допомогою середовища MS Excel використовуючи формулу втрати теплоти через зовнішні огороження будівлі.

Таблиця 3.2

Огородження	Орієнтація	R ,	$F, \text{ м}^2$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	b_u	$1+\Sigma$	$Q_o, \text{ Вт}$
		$\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$				β	
$3C_1$	Пн	1,013	585,72	43	1	1,1	52211,7631
	Пд	1,013	177,6	43	1	1	15077,5913
	З	1,013	635,28	43	1	1,5	67416,1895
	Сх	1,013	177,6	43	1	1,1	15831,4709
$СК_{\text{мп}}$	Пн	0,34	233,28	43	1	1,1	61956,4235
	Пд	0,34	254,28	43	1	1	64317,8824
	З	0,34	194,4	43	1	1,5	61464,7059
	Сх	0,34	185,76	43	1	1,1	49335,6706
Дв	Пн	0,3	12	43	1	1,1	3612
	Пд	0,3	8	43	1	1	2293,33333
Дх		1,39	733,92	43	0,7	1	38596,8
П		0,435	733,92	43	0,3	1	94524,1989
Разом							526638

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення не більше 3,5 м, тоді розрахунок ведемо за формулою:

$$Q_{\text{вв}} = 0,337 \cdot h \cdot F_{\text{н}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \quad (3.3)$$

Підставимо значення у формулу

$$Q_{\text{вв}} = 0,337 \cdot 3 \cdot 733,92 \cdot 43 \cdot 4 = 127622,8 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати в будинку, [Вт]

$$Q_{\Sigma} = Q_0 + Q_{\text{інф.}}$$

$$Q_{\Sigma} = 526638 + 127622,8 = 654260,8 \text{ Вт.}$$

В на рисунку 3.1 покажемо сумарні втрати теплоти по кожній з огорожувальних конструкцій.

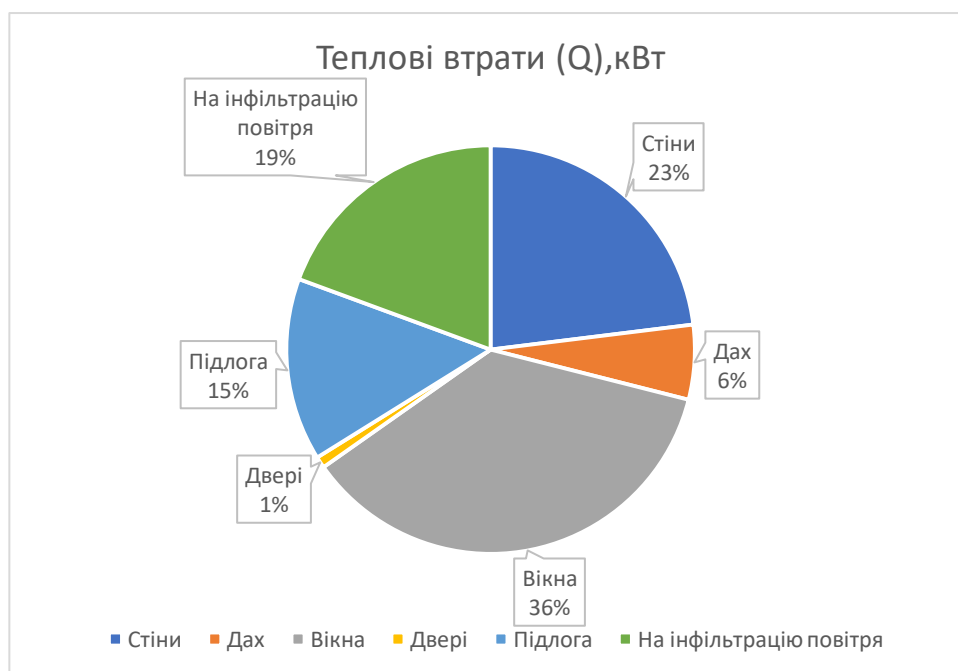


Рисунок 3.1 - Долі тепловтрат через кожну з огорожувальних конструкцій

3.3.1 Розрахунок економії від утеплення стін

Пропонується здійснити утеплення зовнішніх стін будівлі із доведенням опору теплопередачі огороження до існуючих норм. [15]

Мінеральні плити характеризуються максимальною щільністю і відмінними теплоізоляційними властивостями. Їх структура дозволяє витримувати серйозні навантаження без пошкодження цілісності. Загальний термін експлуатації утеплювачів на основі мінеральної вати становить не менше 20-30 років.

Зовнішній вигляд стіни покажемо на рисинку 3.2

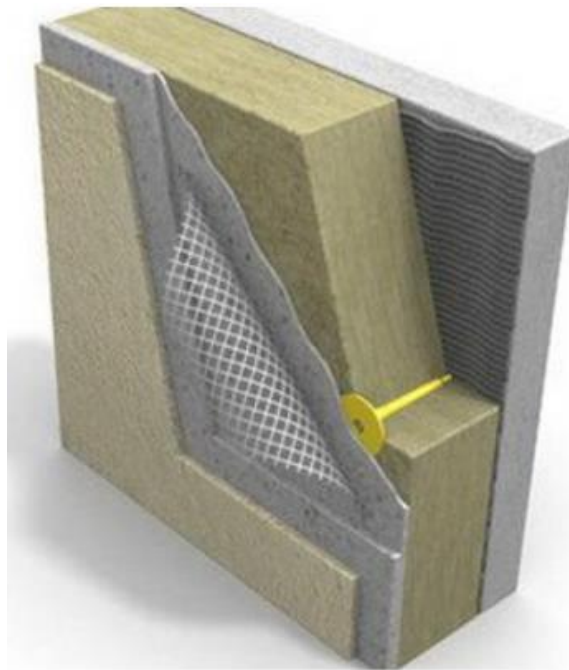


Рисунок 3.2 - Розріз конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками

1) Знаходимо мінімально допустиме значення товщини ізоляції, [м] [8]:

$$\delta_{из.ст.} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{из} =$$

$$= \left[4 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,65}{0,81} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,05 = 0,149 \text{ м}, \quad (3.4)$$

де δ_1 , λ_1 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·°C)], глянцевої плитки внутрішньої частини будівлі;

δ_2 , λ_2 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·°C)], цегли;

$\delta_{i3}, \lambda_{i3}$ – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·°C)], ізоляційного шару будівлі.

Для того, щоб утеплити зовнішні стіни будівлі, обираємо вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна, щільністю $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$ з теплопровідністю $0,05 \text{ Вт/(м·°C)}$;

δ_4, λ_4 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·°C)], внутрішньої штукатурки будівлі із цементно-піщаного розчину;

$R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для зовнішньої стіни відповідно до вимог, що обирається залежно від температурної зони розташування міста.

Після підрахунку результат потрібно округлити до значень, що відповідають існуючим на ринку теплоізоляційних матеріалів: 50 мм, 100 мм, 120 мм, 150 мм, 170 мм, 200 мм, 250 мм. Приймаємо товщину ізоляції для стін $150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$. [15]

2) Визначимо опір теплопередачі стіни після утеплення (утепленого огороження) [$\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$] за наступною формулою:

$$R_{\text{ут.ст.}} = \left(\frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right) = \left(\frac{1}{\alpha_g} + \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) + \frac{1}{\alpha_3} \right) =$$

$$= \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,65}{0,81} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{1}{23} \right) = 4,01 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}. \quad (3.5)$$

Порівняльний аналіз опору теплопередачі стін після ізоляції з нормативним значенням:

$$R_{\text{ст.}} \geq R_{q \text{ min}} \Rightarrow 4,01 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > 4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

3) Зменшення теплових втрат через зовнішні стіни за рахунок утеплення, [Вт]:

$$\Delta Q_{\text{ст.ни}} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{\text{ст.ни}}} - \frac{1}{R_{\text{ут.ст.ни}}} \right) \cdot F_{\text{ст.ни}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \right) \cdot b_u \cdot (1 + \sum \beta) =$$

$$= \left(\frac{1}{1,013} - \frac{1}{4,01} \right) \cdot 585,72 \cdot (21 - (-22)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 34257,89 \text{ Вт}, \quad (3.6)$$

$$\Delta Q_{ct.3x} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{ct.3x}} - \frac{1}{R_{yt.ct.3x}} \right) \cdot F_{ct.3x} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{p.o.}) \right) \cdot b_u \cdot (1 + \sum \beta) =$$

$$= \left(\frac{1}{1,013} - \frac{1}{4,01} \right) \cdot 635,28 \cdot (21 - (-22)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 35467,6 \text{ Вт},$$

$$\Delta Q_{ct.cx} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{ct.cx}} - \frac{1}{R_{yt.ct.cx}} \right) \cdot F_{ct.cx} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{p.o.}) \right) \cdot b_u \cdot (1 + \sum \beta) =$$

$$= \left(\frac{1}{1,013} - \frac{1}{4,01} \right) \cdot 177,6 \cdot (21 - (-22)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 10387 \text{ Вт},$$

$$\Delta Q_{ct.no} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{ct.no}} - \frac{1}{R_{yt.ct.no}} \right) \cdot F_{ct.no} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{p.o.}) \right) \cdot b_u \cdot (1 + \sum \beta) =$$

$$= \left(\frac{1}{1,013} - \frac{1}{4,01} \right) \cdot 177,6 \cdot (21 - (-22)) \cdot 1 \cdot (1 + 0) = 9443,2 \text{ Вт}.$$

4) Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення зовнішніх стін будівлі, [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_{ct.pik} = (\Delta Q_{ct.nn} + \Delta Q_{ct.3x} + \Delta Q_{ct.cx} + \Delta Q_{ct.no}) \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{c.o.}}{t_{\text{вн}} - t_{p.o.}} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} =$$

$$= (34257,89 + 35467,6 + 10387 + 9443,2) \cdot \frac{21 - 0,7}{21 - (-22)} \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} =$$

$$170,1 \text{ Гкал/рік.} \quad (3.7)$$

5) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta Q_{ct.pik} \cdot T = 170,1 \cdot 2716,56 = 462086,9 \text{ грн/рік},$$

де T – тариф на централізоване опалення, а саме 2716,56 грн. за 1 Гкал, з ПДВ.

6) Простий термін окупності заходу з утеплення зовнішніх стін, [років]:

$$T_{ок} = \frac{I}{\Delta E} = \frac{2364300}{462086,9} = 5,12 \text{ роки},$$

де I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали та будівельно-монтажні роботи та інші витрати, які можна приймати:

						6
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– згідно з комерційними пропозиціями фірм-виконавців робіт з утеплення фасадів «під ключ» [в грн/м² утепленого фасаду] ціна становить 1500 грн/м² за мінеральну вату товщиною 150 мм.

$$I = 1500 \cdot (585,72 + 635,28 + 177,6 + 177,6) = 2364300 \text{ грн.}$$

Вважаємо, що захід являється перспективним, оскільки його термін окупності складає 5,12 років

3.3.2 Розрахунок економії від утеплення горищного перекриття

Пропонується здійснити утеплення перекриття між приміщенням горища та 4 поверхом будівлі.



Рисунок 3.3 – Приклад утеплення перекриття між приміщенням горища та першим поверхом будівлі.

Опір теплопередачі після утеплення горищного перекриття повинен перевищувати мінімальні вимоги (дод. 6): $R_{\text{ут.Г}} \geq R_{q \text{ min}} \left(6 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$.

1) Знаходимо мінімально допустиме значення товщини ізоляції горищного перекриття, [м] [8]:

$$\delta_{i3} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{i3} =$$

$$= \left[6 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,003}{0,7} + \frac{0,08}{0,08} + \frac{1}{6} \right) \right] \cdot 0,05 = 0,23 \text{ м},$$

де R_{Γ} – опір теплопередачі існуючого горищного перекриття, $[\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}]$;

δ_{i3} , λ_{i3} – відповідно товщина, $[\text{м}]$, та коефіцієнт теплопровідності, $[\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})]$, ізоляційного шару.

Для того, щоб утеплити горищне перекриття будівлі, обираємо вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна, щільністю $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$ з теплопровідністю $0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для перекриття техповерху відповідно до вимог, що обирається залежно від температурної зони розташування міста.

Після підрахунку результат потрібно округлити до значень, що відповідають існуючим на ринку теплоізоляційних матеріалів: 50 мм, 80 мм, 100 мм, 120 мм, 150 мм, 170 мм, 200 мм, 250 мм. Приймаємо товщину ізоляції $250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$.

2) Опір теплопередачі горищного перекриття після утеплення $[\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}]$:

$$R_{\text{ym.}\Gamma} = \left(\frac{1}{\alpha_6} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right) = \left(\frac{1}{\alpha_6} + \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} \right) + \frac{1}{\alpha_3} \right) =$$

$$= \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{1,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,003}{0,7} + \frac{0,08}{0,08} + \frac{0,25}{0,05} + \frac{1}{6} \right) = 6,39 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

3) Зменшення тепловтрат за рахунок утеплення горищного перекриття, $[\text{Вт}]$:

$$\Delta Q_{\Gamma} = \left(\frac{1}{R_{\Gamma}} - \frac{1}{R_{\text{ym.}\Gamma}} \right) \cdot F_{\Gamma} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{п.о.}}) \cdot b_u \cdot (1 + \sum \beta) =$$

$$= \left(\frac{1}{1,39} - \frac{1}{6,39} \right) \cdot 733,92 \cdot (21 - (-22)) \cdot 0,9 \cdot (1 + 0) = 15988 \text{ Вт},$$

де F_{Γ} – площа горищного перекриття, $[\text{м}^2]$, наведено у табл. 3.2.

						6
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення перекриття техповерху, [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.Г}} = \Delta Q_{\text{Г}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot \eta_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} =$$

$$= 15988 \cdot \frac{21 - 0,7}{21 - (-22)} \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 30,4 \text{ Гкал/рік.}$$

5) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{ст.Адм. рік}} \cdot T = 30,4 \cdot 2716,56 = 82583,42 \text{ грн/рік,}$$

де T – тариф на централізоване опалення, а саме 2716,56 грн. за 1 Гкал, з ПДВ.

6) Простий термін окупності заходу з утеплення перекриття техповерху, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} = \frac{513744}{82583,42} = 6,2 \text{ роки.}$$

де I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали та будівельно-монтажні роботи та інші витрати, які можна приймати:

– згідно з комерційними пропозиціями фірм-виконавців робіт з утеплення «під ключ» [в грн/м² утепленого перекриття] ціна становить 700 грн/м² за мінеральну вату товщиною 250 мм.

$$I = 700 \cdot 733,92 = 513744 \text{ грн.}$$

Вважаємо, що захід являється необхідним, і має досить не великий період окупності, оскільки його термін окупності складає 6,2 років.

3.3.3 Розрахунок економії від заміни вікон

Пропонується здійснити заміну деяких старих дерев'яних вікон на металопластикові. [15]

Пропонується встановити нові металопластикові вікна з двокамерним склопакетом з енергоефективним напильням, з термічним опором не менше

						6
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$R_{q \min}$ [$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$], що дозволить зменшити складову втрат теплоти шляхом теплопередачі та інфільтрацією повітря через нещільності (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Конструкція енергозберігаючих вікон, що пропонуються

1) Опір теплопередачі існуючих вікон R_{icn} , [$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$]:

$$R_{icn.0} = 0,34 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

2) Опір теплопередачі нових світлопрозорих конструкцій (вікон) повинен перевищувати мінімальні вимоги: $R_{ск} \geq R_{q \min}$.

Для можливості отримання чисельного значення нормативного опору теплопередачі попередньо потрібно визначити коефіцієнт скління фасадів.

Визначимо нормативний опір теплопередачі для нових вікон за діючими вимогами для будівлі у I температурній зоні:

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

3) Втрати теплоти через вікна, [Вт] [8]:

- існуючої будівлі:

$$\begin{aligned} Q_{ск.існ} &= K_{існ} \cdot F_{\partial} \cdot \Delta t = \frac{1}{R_{існ}} \cdot F_{\partial} \cdot (t_{вн} - t_{p.o.}) = \\ &= \frac{1}{0,34} \cdot (233,28 + 254,28 + 194,4 + 185,76) \cdot (21 - (-22)) = 109741,06 \text{ Вт}; \end{aligned}$$

- після заміни вікон:

$$Q_{ск.нов} = K_{нов} \cdot F_{\partial} \cdot \Delta t = \frac{1}{R_{нов}} \cdot F_{\partial} \cdot (t_{вн} - t_{p.o.}) =$$

$$= \frac{1}{0,9} \cdot (233,28 + 254,28 + 194,4 + 185,76) \cdot (21 - (-22)) = 41457,733 \text{ Вт},$$

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

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{рік}} &= \Delta Q \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = \\ &= (109741,06 - 41457,733) \cdot \frac{21 - 0,7}{21 - (-22)} \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} \\ &= 129,72 \text{ Гкал/рік}. \end{aligned}$$

(1 ккал/год=1,163 Вт)

5) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^6 \cdot T = 129,72 \cdot 2716,56 = 351800 \text{ грн/рік},$$

де T – тариф на централізоване опалення, а саме 2716,56 грн. за 1 Гкал, з ПДВ.

6) Простий термін окупності заходу з заміни вікон, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} = \frac{2603160}{351800} = 7,39 \text{ років}$$

I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали та будівельно-монтажні роботи та інші витрати, ціна становить 3000 гривень/м².

$$I = 3000 \cdot (233,28 + 254,28 + 194,4 + 185,76) = 2603160 \text{ грн.}$$

Вважаємо, що захід являється вигідним, оскільки його термін окупності складає всього 7,39 років.

3.3.4 Розрахунок економії від модернізації ІТП

Економія теплової енергії за рахунок зниження споживання в неробочі години. [8]

1) Річні витрати теплової енергії на опалення до виконання термомодернізації було визначено у розділі 1 :

						6
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} = Q_{\Sigma} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 584356,183 \cdot \frac{21 - (0,7)}{21 - (-22)} \cdot 195 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 1110,1 \text{ Гкал/рік},$$

де Q_{Σ} – сумарні теплові втрати на опалення будівлі до проведення термомодернізації, [Гкал/год].

Для переведення одиниць виміру потрібно скористатися співвідношенням:

$$1 \text{ ккал/год} = 1,163 \text{ Вт. Тобто } 1 \text{ Вт} = 10^{-6} / 1,163 \text{ Гкал/год.}$$

2) Річні витрати теплової енергії будівлею ПІСЛЯ термомодернізації і реконструкції ІТП за умови впровадження зниження температури внутрішнього повітря в приміщеннях у нічні години (з 23.00 до 5.00 – 6 годин), Гкал/рік:

$$Q_{\text{рік}}^{\text{після}} = Q_{\Sigma_{\text{ут}}} \cdot \left(\frac{n_o m_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}})}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} + \frac{n_o 6 (t_{\text{нероб}} - t_{\text{с.о.}})}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \right) =$$

$$= 0,47 \cdot \left(\frac{195 \cdot 18 \cdot (21 - (0,7))}{21 - (-22)} + \frac{195 \cdot 6 \cdot (21 - 3 - (0,7))}{21 - (-22)} \right) = 1000,1 \text{ Гкал/рік},$$

де

$Q_{\Sigma_{\text{ут}}}$ – сумарні теплові втрати на опалення будинку ПІСЛЯ проведення термомодернізації, [Гкал/год]:

$$Q_{\Sigma_{\text{ут}}} = (Q_{\Sigma} - \sum \Delta Q + Q_{\text{інф}}) \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = (584356,183 - 34257,89 - 35467,6 -$$

$$-10387 - 9443,2 - 15988 - 60157 + 127622,8) \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 0,47 \text{ Гкал/год};$$

m_p – кількість годин роботи будівлі на добу, 18 годин;

$t_{\text{нероб}}$ – температура повітря в приміщеннях у неробочий час (на 3 градуси нижче 6 годин вночі), [°C].

3) Економія витрат теплоенергії при впровадженні зниження температури повітря в неробочі години [Гкал/рік]:

$$E_1 = Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} - Q_{\text{рік}}^{\text{після}} = 1110,1 - 1000,1 = 110 \text{ Гкал/рік}.$$

Економія теплової енергії за рахунок введення погодного регулювання

Зважаючи на те, що температури вище +8 С спостерігаються близько 10-15% опалювального сезону, великий резерв енергозбереження полягає в

						6
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосуванні місцевого регулювання теплового потоку в перехідні періоди (березень, квітень, жовтень).

4) Економія теплової енергії [Гкал/рік] при впровадженні погодного місцевого регулювання в тепловому пункті згідно рекомендацій Держенергоефективності становить 10-15%:

$$E_2 = Q_{\text{рік}}^{\text{після}} \cdot 0,1 = 1000,1 \cdot 0,1 = 100 \text{ Гкал/рік}.$$

5) Разом економія витрат теплової енергії [Гкал/рік] при модернізації ІТП:

$$\Delta E = E_1 + E_2 = 110 + 100 = 210 \text{ Гкал/рік}.$$

6) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta E \cdot T = 210 \cdot 2716,56 = 570477,6 \text{ грн/рік}, \text{ де}$$

де T – тариф на централізоване опалення, а саме 2716,56 грн. за 1 Гкал.

7) Простий термін окупності заходу з модернізації індивідуального теплового пункту, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} = \frac{1500000}{570477,6} = 2,63 \text{ роки, де}$$

I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали та будівельно-монтажні роботи та інші витрати; необхідні інвестиції для реалізації заходу з заміни ІТП на сучасний із застосуванням автоматики погодного регулювання та зниженням температури внутрішнього повітря в нічні години дорівнюють: $I = 1500000$ грн.

Вважаємо, що захід являється вигідним, оскільки його термін окупності складає всього 2,63 рік.

3.4 Рівень енергоспоживання після реалізації таких заходів

В таблиці 3.3 наведено всі заходи по тепловій частині.

						6
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Зведена таблиця рекомендованих енергоефективних заходів

№	ЕЕ заходи	Інвестиції, грн	Чиста економія		Простий період окупності, рік
			Гкал/рік	Грн/рік	
1	Утеплення стін	2364300	170,1	462086,9	5,12
2	Утеплення горищного перекриття	513744	30,4	82583,42	5,2
3	Заміна вікон	2603160	129,72	351800	7,39
4	Модернізація ІТП	1500000	210	570477,6	2,63
Разом		8155476	524,78	1425596,39	5,72

Висновки до розділу 3

Після вивчення огорожувальних конструкцій та інженерних систем оздоровчого закладу, було розраховано базове енергоспоживання будівлі. Здійснивши аналіз, було запропоновано кілька заходів з метою підвищення енергетичної ефективності, а саме:

1. Утеплення стін, що повністю окупиться протягом 5 років та приблизно 1 місяць.
2. Утеплення горищного перекриття, що майже повністю окупиться протягом 20 років та майже 5 місяців.
3. Заміна вікон, що майже повністю окупиться протягом 7 років і майже 5 місяців.
4. Модернізація інженерно-технологічного обладнання, що окупиться протягом 2 років і 8 місяців.

Загалом, сумарні капіталовкладення, пов'язані з запропонованими заходами, становлять 8155476 грн.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ

4.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту на подібних об'єктах в Україні, в тому числі нормативно-правові вимоги

Система енергетичного менеджменту – це система управління, що визначає енергетичну політику, цілі, енергетичні завдання та управлінські рішення, спрямовані на їх досягнення, передбачає інформаційні, організаційні, кадрові, фінансові та технічні заходи щодо планування і управління ефективністю споживання енергетичних ресурсів.

Відповідно частини другої статті 12 Закону України «Енергетичний моніторинг - система збору, накопичення, обробки та відображення даних щодо обсягів споживання енергії/енергетичних ресурсів та комунальних послуг будівлями».

На сьогоднішній день в лікарні не передбачено спеціального підрозділу, який би спеціалізувався на енергоменеджменті, тому рекомендовано та необхідно реалізувати даний підрозділ на досліджуваному об'єкті.

Енергомоніторинг дозволяє досліджувати потенціал енергозбереження за кожен звітний період з урахуванням виділених фінансових ресурсів. Дозволяє здійснювати моніторинг, аналіз та планування впровадження енергозберігаючих заходів, готуючи необхідну інформацію для формування управлінських рішень.

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Синільник Я.С.			РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								

4.2 Рекомендації щодо розвитку систем обліку та моніторингу

Для розвитку систем обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів у лікарнях України, включаючи використання спеціалізованого програмного забезпечення, рекомендую такі кроки:

1. Оцінка поточного стану: Почніть з оцінки поточної інфраструктури та систем обліку енергії та ресурсів в лікарні. Визначте, які системи вже використовуються, а також їх обмеження та недоліки.
2. Впровадження спеціалізованого програмного забезпечення: Розглядання можливості впровадження спеціалізованого програмного забезпечення для системи обліку та моніторингу споживання енергії та ресурсів. Це дозволить зібрати, аналізувати та візуалізувати дані щодо енергоспоживання та ресурсів у реальному часі.
3. Встановлення вимірювальних пристроїв: Розгляньте можливість встановлення вимірювальних пристроїв для точного обліку енергії та ресурсів у різних частинах лікарні. Це допоможе збирати детальні дані та ідентифікувати області з найбільшим споживанням та можливості енергозбереження.
4. Автоматизація процесів: Використовуйте спеціалізоване програмне забезпечення для автоматизації процесів збору даних, аналізу та звітності. Це дозволить ефективно відстежувати та контролювати споживання енергії та ресурсів, а також швидко виявляти аномалії та проблеми.

Запровадження системи енергетичного моніторингу дозволяє:

- сформувати інформаційну систему споживання енергоносіїв та енергоресурсів і систему управління енергією.
- перетворити енергетичну політику організації в стійку систему енергетичних заходів і завдань.

						6
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поставити реальні, фінансово-обґрунтовані цілі задля сталого енергетичного розвитку.

4.3 Рекомендації щодо організаційно-управлінських заходів

Послідовність створення на підприємстві ефективної системи енергетичного моніторингу:

1. Призначити відповідальну особу.
2. Навчіть відповідальну особу використанню програмного забезпечення та аналізу даних.
3. Створити електронну базу даних та провести інвентаризацію споживачів.
4. Збір, перевірка та аналіз даних про енергоспоживання будівлі.
5. Перевірка та контроль базового рівня споживання енергії.

В даному випадку обов'язки енергоменеджера пропонується доручити виконувати директору лікарні.

За результатами всіх вищезазначених дій відповідальна особа складає план заходів щодо підвищення енергоефективності своїх об'єктів та контролює процес виконання цього плану. Заходи, що потребують додаткових фінансових витрат, обговорюватимуться додатково для визначення доцільності та фінансової ефективності таких заходів.

4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності

Занесемо данні до таблиці 4.1 розподіливши заходи енергозбереження підприємства за терміном окупності: довгострокові(більше 3 років), середньострокові(від 1 року до 3) і короткострокові (до 1 року) відповідно.

						6
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Розподіл заходів за терміном окупності з підвищення рівня енергоефективності

Назва заходу	Витрати на впровадження	Річна економія, кВт·год/рік (Гкал/рік)	Річна економія, грн	Простий термін окупності
Короткострокові заходи з енергоефективності				
Заміна ламп в системі освітлення	21964,8	4869,3	30084	0,73
Середньострокові заходи з енергоефективності				
Модернізація ІТП	1500000	210	570477,6	2,63
Довгострокові заходи з енергоефективності				
Встановлення датчиків руху	19918	14837,25	4945,75	4
Утеплення стін	2364300	170,1	462086,9	5,12
Утеплення горищного перекриття	513744	30,4	82583,42	5,2
Заміна трансформатора	231000	5608,13	33648	6,8
Заміна вікон	2603160	129,72	351800	7,39
Заміна насосу	29832	365	2190	12

Висновки до розділу 4:

У цьому розділі аналізується відсутність систем енергозбереження в лікарні. Розроблено захід щодо впровадження систем енергоменеджменту та моніторингу в лікарні з метою контролю за ефективним використанням енергії та розробки заходів щодо підвищення енергоефективності. Було вирішено призначити енергоаудитором директора лікарні. Надати йому такий статус можна буде після закінчення курсу «Основи енергоефективності».

						6
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті

Застосування відновлюваних джерел енергії в лікарнях має багато переваг і вигод. Ось кілька основних обґрунтувань:

1. Економічна вигода: Використання відновлюваних джерел енергії може допомогти лікарням знизити витрати на електрику.
2. Стабільність постачання енергії: Застосування відновлюваних джерел енергії дозволяє лікарням стати менш залежними від зовнішніх джерел енергії, таких як електромережа. Наприклад, сонячні панелі можуть постачати електроенергію навіть при відключенні електрики або в аварійних ситуаціях. Це може бути життєво важливо для лікарень, де необхідно забезпечити неперервне функціонування медичного обладнання і підтримувати комфорт пацієнтів.
3. Підвищення іміджу: Лікарні, які активно використовують відновлювані джерела енергії, можуть отримати позитивну репутацію і підвищити свій імідж серед пацієнтів, працівників і громадськості. Суспільство стає все більше свідомим стосовно проблем забруднення довкілля і зміни клімату, тому організації, які приділяють увагу сталому розвитку і використанню відновлюваних джерел енергії, сприймаються як відповідальні та соціально активні.

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Синільник Я.С.			РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								

Враховуючи ці переваги, використання відновлюваних джерел енергії в лікарнях є раціональним рішенням, яке сприяє зниженню витрат, забезпечує незалежність від електричної мережі, зменшує вплив на довкілля та сприяє підвищенню іміджу лікарень.

5.2 Дослідження погодних умов у місці розташування об'єкта електрозабезпечення.

Клімат Київщини — помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить $+7,2^{\circ}$. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) $+19,5^{\circ}$, а найхолоднішого (січня) -6° . Опадів випадає в середньому 500—600 мм за рік; найбільша їх кількість припадає на червень—липень. Осінь часто буває тепла й суха.

Для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур помірної зони, розвитку садівництва, городництва й виноградарства.

На Київщині багато лісів (570 тис. га) та чагарників (40 тис. га). На північ від Києва ростуть мішані й частково хвойні ліси. У південній частині області поширені дуб, граб, ясен та сосна. В лісах росте багато різних трав, у т. ч. лікарських (конвалія, герань лісова, деревій та ін.). По берегах рік великі площі займають заплавні луки. [19]

Представимо карту сонячної ізоляції, прямого нормального, глобального горизонтального опромінення України на рис 5.1, 5.2, 5.3. [20].

						6
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

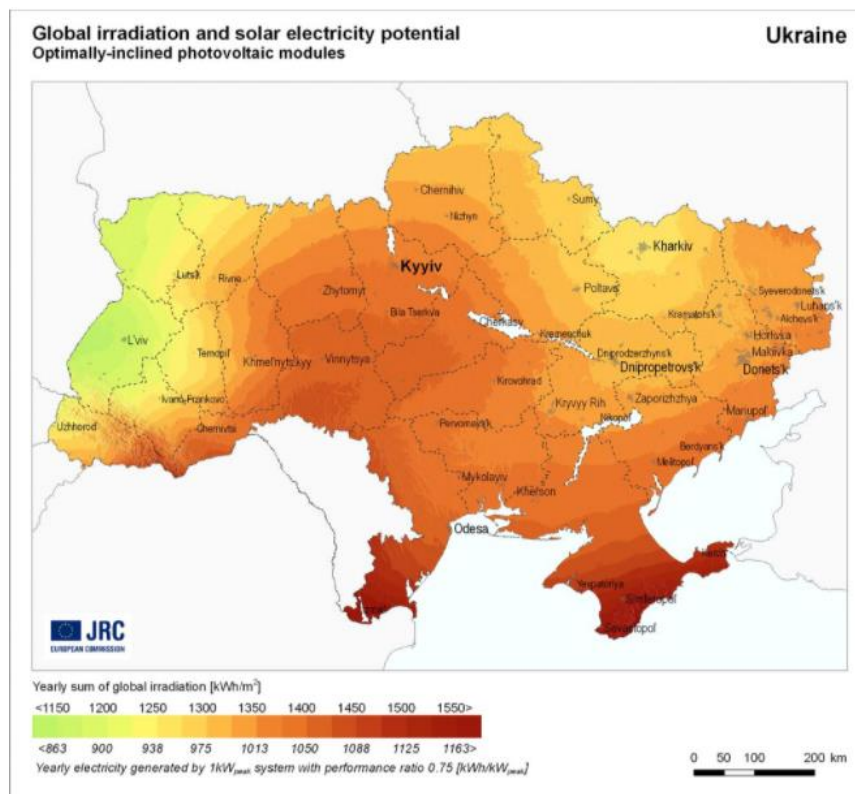


Рисунок 5.1 – Карта сонячної інсоляції України

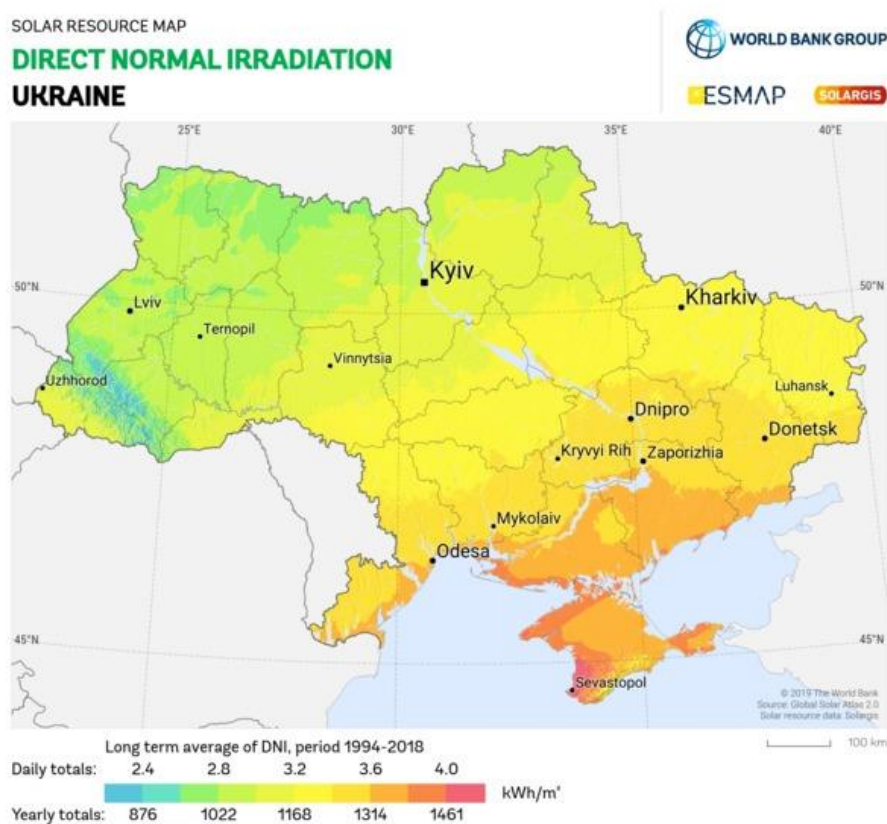


Рисунок 5.2 – Пряме нормальне опромінення

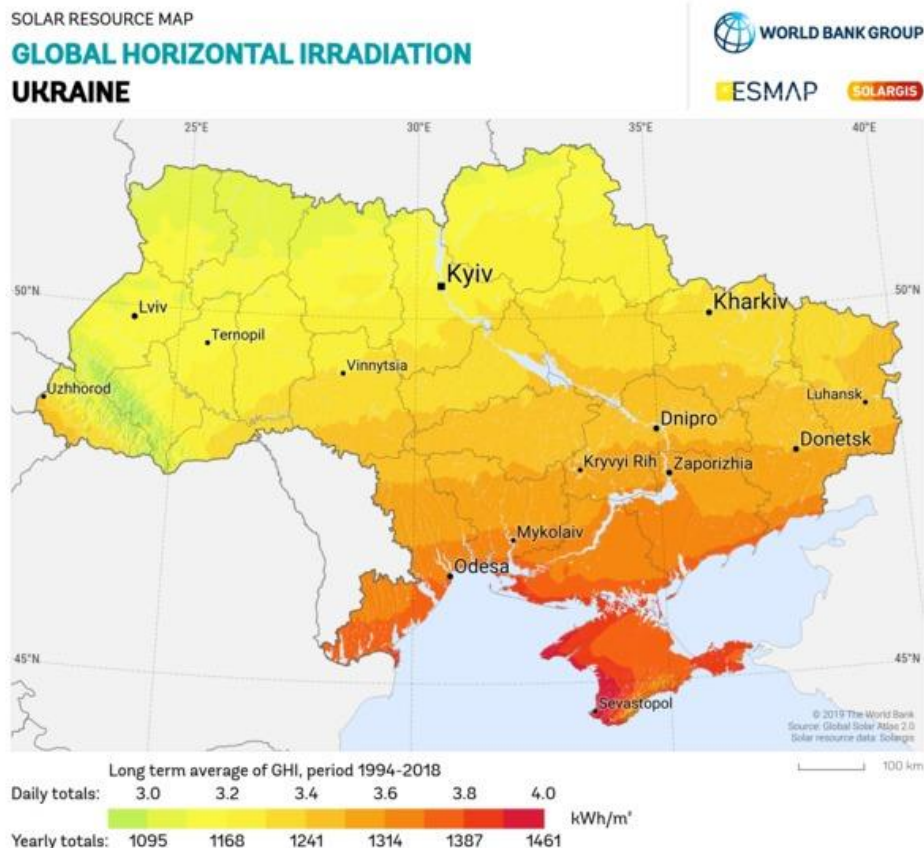


Рисунок 5.3 – Глобальне горизонтальне опромінення

З аналізу карти сонячної інсоляції України, прямого нормального опромінення та глобального горизонтального опромінення можна зробити наступні висновки щодо Київської області:

Сонячна інсоляція: Київська область має високий потенціал сонячної енергії, оскільки на карті вона позначена яскравими кольорами, що свідчить про значну кількість сонячних годин у регіоні протягом року. Це означає, що населення Київської області може використовувати сонячну енергію для виробництва електрики або тепла.

Визначення куту нахилу панелі

Розрахунок оптимального кута нахилу панелей рахується за формулою:

$$\text{Широта}^\circ \cdot 0,76 + 3,1^\circ = \alpha_{\text{опт}} \quad (5.1)$$

Місто Васильків знаходиться на 49,381 широті, тому:

$$\alpha_{\text{опт}} = 50,18^\circ \cdot 0,76 + 3,1^\circ = 41.2168^\circ$$

Звідси розрахований оптимальний кут нахилу колектора $\alpha_{\text{опт}} =$

41.2168°. Для розрахування річного графіку ізоляції в місці їх встановлення.

Кліматограма та графік сонячної інсоляції регіону

Побудуємо річний графік сонячної інсоляції та графік рівня іносляніції. За допомогою ресурсу [21]. (рис. 5.4 , рис. 5.5)

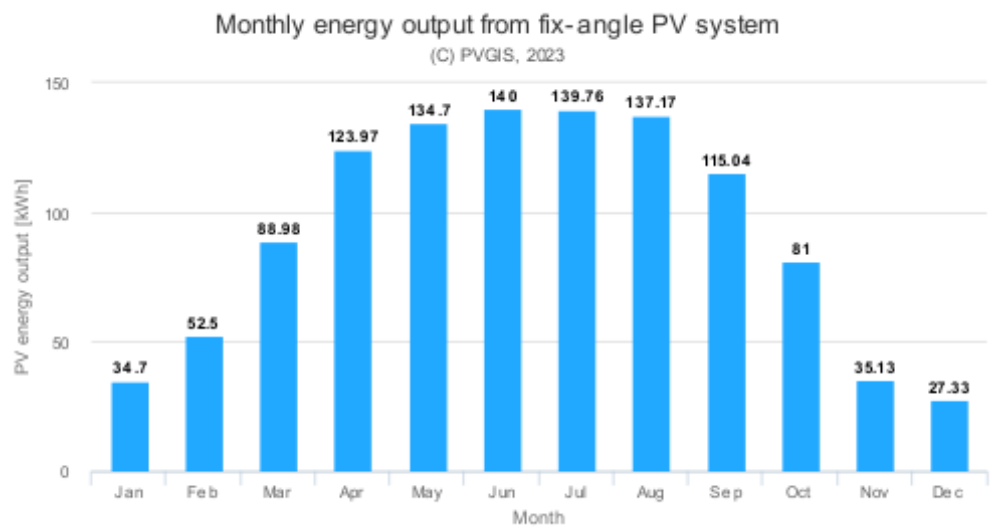


Рисунок 5.4 - Кліматограма м. Васильків.

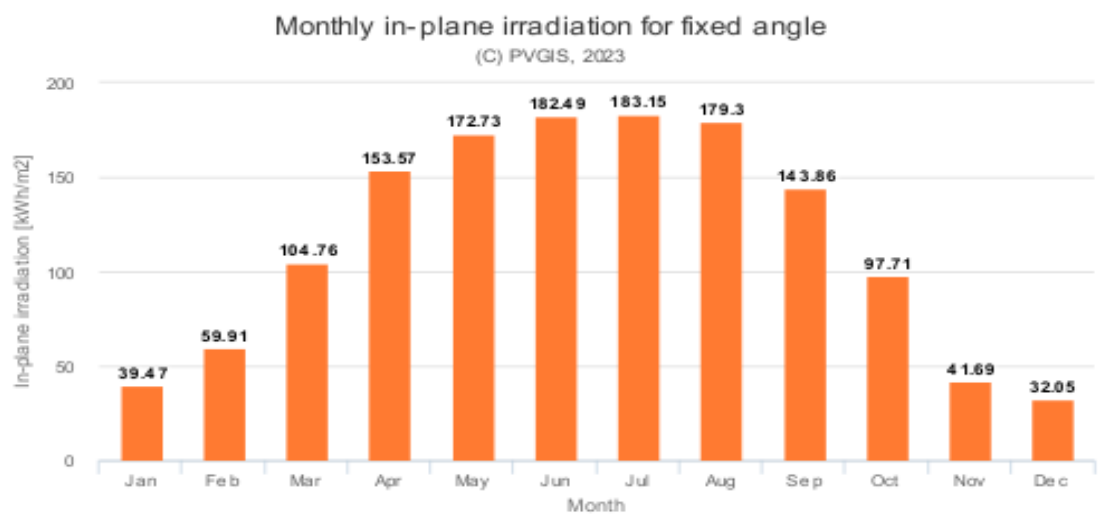


Рисунок. 5.5 – Рівень інсоляції для м. Васильків вул. Декабристів 87. При куті нахилу 41.2168.

5.3 Розрахунок навантаження на гаряче водопостачання

Згідно з (ДБН.В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація)

Згідно джерела [23], у лікувально-профілактичних закладах з загальними ваннами та душами, питома витрата гарячої води, позначена як Q_h^t , складає 65 літрів на добу на одне ліжко.

Формула для знаходження витрати води на добу об'єкта дослідження:

$$Q^t = Q_h^t \cdot n$$

Звідси витрата води на добу даної будівлі становить:

$$Q^t = 65 \cdot 150 = 9750 \frac{\text{л}}{\text{добу}} \quad (5.2)$$

Згідно з характеристиками продукту розрахуємо припустимі умові сонячної ізоляції.

$$p = \frac{p}{s} \cdot n = \frac{50}{47,7} \cdot 31 = 32,495 \text{ кВт/м}^2$$

За допомогою програмного середовища Excel ми проведемо розрахунки необхідної геліосистеми, як описано в літературі [17]. Отримані результати будуть внесені до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків

Qд кв. год.	127,6
q_{es} кВт.год/м ²	159,426006
θ_s	0,63
θ_d	0,42
Місяці року	12
Рs коефіцієнти положення сонячного колектора для прямої і розсіяної сонячної радіації відповідно. (сер. знач)	2
A м ² (Загальна площа абсорбера)	19,99072175
Nsk - Необхідна кількість колекторів	8,260628822

У розрахунку приймаються до уваги наступні чинники:

- сонячні колектори орієнтовані строго на південь, їх затінення

відсутня;

- річні показники сонячної активності взяті для м. Васильків.

Згідно дійсної пропозиції компанії “ЕНЕРГІЯ ПРИРОДИ” була обрана система геліо колекторів для забезпечення гарячою водою на основі вакуумного сонячного колектора Altek SC-LH2-30. (рис. 5.6)



Рисунок 5.6 - Зовнішній вигляд сонячного колектора.

Згідно з розрахунками колектори відповідають умовам припустимої сонячної інсоляції.

Оскільки загальна площа 1 колектора рівна 4,7 м звідси порахуємо площу необхідну для встановлення колекторів. За формулою (5.3)

$$S_n = S \cdot n, \quad (5.3)$$

$$S_n = S \cdot n = 47,7 \cdot 8 = 381,6 \text{ м}^2$$

$$S_d > S_n, 733,92 > 381,6$$

Розрахунки задовольняють встановлення системи колекторів.

5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу

Ціна обладнання та установки геліо обладнання та роботи вказана в [22]. Загальна ціна з врахуванням роботи становить 347145,25 грн.

У рамках енергоаудиту було запропонована встановлення геліо системи вартістю 347145,25. Впровадження даного заходу принесе економію 744 м³

						6
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гарячої води в рік. При чинному тарифі на ГВП 75,12 грн за м³, з урахуванням ціни на холодну воду 30,38 грн за м³, щорічна економія становить 33569,25 грн/рік.

Експлуатацію приймаємо 0,1% від капітальних витрат.

Розрахунки економічних показників реалізації заходу проведні за допомогою середовища MS Excel, та занесені в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки економічних показників реалізації заходу

Рік	Капітальні витрати, тис.грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис.грн	Вигоди, тис.грн/рік	CF, тис.грн/рік	Кумулятивний CF, тис.грн/рік	k_i	NVP, тис.грн/рік	Кумулятивний дисконтований CF, тис.грн/рік
0	347	0,35	0	-347,4	-347	1,000	-347,350	-347,350
1	347	0,35	33,56928	33,22	-314	0,939	31,192	-316,158
2	347	0,35	33,56928	33,22	-281	0,882	29,288	-286,870
3	347	0,35	33,56928	33,22	-248	0,828	27,501	-259,370
4	347	0,35	33,56928	33,22	-214	0,777	25,822	-233,547
5	347	0,35	33,56928	33,22	-181	0,730	24,246	-209,301
6	347	0,35	33,56928	33,22	-148	0,685	22,766	-186,535
7	347	0,35	33,56928	33,22	-115	0,644	21,377	-165,158
8	347	0,35	33,56928	33,22	-81,6	0,604	20,072	-145,086
9	347	0,35	33,56928	33,22	-48,4	0,567	18,847	-126,239
10	347	0,35	33,56928	33,22	-15,2	0,533	17,697	-108,542
11	347	0,35	33,56928	33,22	18,06	0,500	16,617	-91,926

Продовження таблиці 5.2

12	347	0,35	33,569 28	33,22	51,28	0,47 0	15,603	-76,323
13	347	0,35	33,5692 8	33,22	84,5	0,44 1	14,650	-61,673
14	347	0,35	33,5692 8	33,22	117,7	0,41 4	13,756	-47,917
15	347	0,35	33,5692 8	33,22	150,9	0,38 9	12,917	-35,000
16	347	0,35	33,5692 8	33,22	184,2	0,36 5	12,128	-22,872
17	347	0,35	33,5692 8	33,22	217,4	0,34 3	11,388	-11,484
18	347	0,35	33,5692 8	33,22	250,6	0,32 2	10,693	-0,791
19	347	0,35	33,5692 8	33,22	283,8	0,30 2	10,040	9,249
20	347	0,35	33,5692 8	33,22	317	0,28 4	9,428	18,677
						NP V _{про} екту	18,677	
Простий термін окупності проєкту: T _{ок} ^(пр.)					9 років 5 місяців			

Висновки до розділу 5

Впровадження такої системи має численні переваги. По-перше, вона забезпечує автономність, що означає, що поліклініка не залежить від покупних імпортованих енергоресурсів, зокрема природного газу. Це сприяє незалежності від зовнішніх постачань та ризику коливання цін на енергію.

По-друге, використання сонячної енергії є економічно вигідним рішенням. Завдяки сонячним колекторам можна знизити витрати на гаряче водопостачання до 65-70%. Це дозволяє зменшити енергетичні витрати поліклініки і веде до значних економічних переваг у довгостроковій перспективі.

Третя перевага полягає в безпеці. Вакуумні сонячні колектори, що використовуються в системі, повністю безпечні та відповідають світовим стандартам. Це забезпечує безпеку персоналу та користувачів системи.

Нарешті, система ГВП на основі сонячних колекторів є екологічною. Вона не викидає негативних речовин у навколишнє середовище, що сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню впливу на довкілля.

						6
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЛІКАРНІ

6.1 Модернізація системи освітлення

Запропоновано замінити наявні лампи на більш енергоефективні та довговічні світлодіодні лампи під назвою "MAXUS LED A65 12W 1300Lm 564-R", які мають світловий потік, схожий на звичайну лампу розжарення потужністю 100 Вт (1350 лм) і термін служби 10000 годин. Також замінити лампи типу ЛБ-40 на нові люмінесцентні лампи Osram Lumilux 36 Вт G13 3000 К 220 В Т8.

Згідно з норм освітлення повинно бути штучне та за а функціональним призначенням: загальне. Також відповідно норм, освітленість приміщень має бути не менше 300 лк [6]. Що виконується в розрахунках.

Штучне освітлення закладів охорони здоров'я виконується у відповідно до [27].

Аварійне освітлення закладів охорони здоров'я виконують відповідно до [6] та [27].

Замкнутий простір будівлі (пожежобезпечні зони, ліфтові холи, окремі санітарно-гігієнічні та туалетні кімнати з окремим входом тощо), в яких людина може залишитися одна або очікувати на порятунок у надзвичайній ситуації, повинні бути обладнані аварійним освітленням.

6.2 Вибір місця розміщення електротехнічного обладнання та планування обсягу і тривалості робіт

Повірочний розрахунок повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (приміщення), та розташування розміщення ламп проведено в розділі 2.4.

Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Синільник Я.С.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ЛІКАРНІ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затвер.								

Якщо висота підвісу світильників менше 2,5 метра, то необхідно підключати їх до електричної мережі з напругою, яка не перевищує 42 Вольти. Для виконання робіт в електроустановках з напругою до 1 кіловольта працівник повинен мати III кваліфікаційну групу з електробезпеки. Заміну ламп може здійснювати 1 особа, включаючи керівника, а в промислових зонах (ПЗ) кваліфікаційна група повинна бути не нижче IV.

До обов'язків керівника входить:

1. Планування та організація. Керівник підрозділу відповідає за розробку плану модернізації системи освітлення, встановлення пріоритетів та організацію виконання робіт.
2. Аналіз технічних вимог. Керівник підрозділу вивчає технічні вимоги та норми, пов'язані з модернізацією системи освітлення, і забезпечує їх виконання під час планування та реалізації проекту.
3. Координація зі заінтересованими сторонами. Керівник співпрацює з іншими відділами або підрозділами організації, зовнішніми постачальниками та підрядними організаціями для забезпечення ефективного виконання модернізації системи освітлення.
4. Фінансове планування. Керівник підрозділу відповідає за складання бюджету, оцінку вартості та контроль за фінансовими аспектами проекту модернізації системи освітлення.
5. Вибір обладнання та постачальників. Керівник підрозділу проводить дослідження ринку, вибирає оптимальне обладнання та постачальників, забезпечує виконання вимог щодо якості та безпеки.
6. Контроль за виконанням робіт. Керівник підрозділу здійснює постійний контроль за виконанням робіт з модернізації системи освітлення, включаючи дотримання графіку, якість виконання та витрати ресурсів.

7. Забезпечення безпеки. Керівник підрозділу забезпечує додержання вимог безпеки під час модернізації системи освітлення, включаючи застосування відповідних заходів індивідуального захисту та додержання норм техніки безпеки.
8. Документування та звітність. Керівник підрозділу забезпечує правильне документування всіх етапів модернізації системи освітлення, складання звітів та аналіз результатів робіт.

Планується виконання робіт у літній період, протягом одного місяця у липні. Деякі з цих робіт, такі як прибирання коридорів і службових приміщень, ремонт освітлювальної апаратури і заміна ламп, можуть проводитися без відключення напруги віддалено від активних струмовідних частин [29].

6.3 Оцінка умов праці та визначення можливих небезпек для електротехнічних працівників

Планується виконання робіт у літній період, протягом одного місяця у липні. Деякі з цих робіт, такі як прибирання коридорів і службових приміщень, ремонт освітлювальної апаратури і заміна ламп, можуть проводитися без відключення напруги віддалено від активних струмовідних частин [29]. Проте, з урахуванням того, що це електроустановка, нашою метою є зниження відсотку нещасних випадків, які можуть призвести до надзвичайних ситуацій.

Отже, роботи будемо проводити із зняттям напруги. Умови праці характеризують рівнем важкості і напруженості праці, санітарно-гігієнічними умовами у виробничих приміщеннях та на робочих місцях. Визначимо, чинники, які визначають умов праці на робочому місці під час заміни освітлення.

У таблиці 6.1 наведені чинники умов праці та їх показники.

						6
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Параметри мікроклімату	Температура повітря	18-22 °С
	Вологість	65-75%
	Швидкість вітру	0,02 м/с
Важкість праці	Переміщення вантажів	До 10 кг
	Робоче положення	«стоячи», «стоячи зігнувшись»
	Статичні та динамічні навантаження	350 Вт·год
	Категорія робіт	II категорія
Напруженість праці	Тривалість <i>зосередженої праці</i>	70 % робочого часу
	Тривалість <i>активних дій</i>	85 % робочого часу
	Змінність	60 % робочого часу 1 зміна, 8 годин
	Напруженість органів чуття: зір	60 % робочого час
	Категорія	II категорія

З метою зменшення негативного впливу на працівників небезпечних факторів, що зазначено у попередньому підрозділі, впроваджують певні заходи і засоби з охорони праці.

6.4 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт при проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках чи поблизу них:

1. Переключення або відключення частини установки від джерела електроенергії.
2. Розміщення попереджувальних знаків та захисних перешкод біля активних струмовідних частин, які залишаються під напругою та можуть потрапити під дотик або бути небезпечно близькими на недопустиму відстань в процесі роботи.
3. Створення обмежуючих зон навколо робочого місця та розміщення інформаційних плакатів з питань безпеки.

Для забезпечення безпеки робіт у діючих електроустановках належить виконувати наступні організаційні заходи:

- призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт;
- оформлення наряду-допуску на проведення робіт;
- організація нагляду за проведенням робіт;
- оформлення закінчення робіт, перерв у роботі, переведення на інші робочі місця.

Згідно зі нормами [28], працівникам надають засоби індивідуального захисту. (перелік в таблиці 6.2)

Необхідно використовувати засоби, які пройшли необхідні регулярні перевірки і мають відповідне клеймо з датою наступного перевірки та розрахунковою напругою. Перед використанням гумових захисних засобів слід їх оглянути і очистити від пилу, бруду, а якщо вони змочені, ретельно

						6
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протерти і висушити. Крім того, забороняється використовувати засоби, які мають проколи або тріщини.

Таблиця 6.2 – Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
1	2	3	4	5
Захисний одяг	Комбінезон захисний бавовняний	«Delta plus». Комбінезон.	2 роки використання	Вологозахисний, за температури 5-25 °С
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	«Лідер». Черевики.	6 місяців	Під час переміщення вантажів масою до 15 кг
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавички, х/б з ПВХ покриттям	5 робочих змін	Під час монтажних робіт
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень.	Каска захисна з поліпропілену	1 рік	Під час монтажних та експлуатаційних робіт
Захист очей	Захист від електричної дуги і ультра-фіолетового випромінювання.	Закриті подвійні окуляри. Полікарбонат.	2 роки	Під час робіт в ЕУ
Захист органів слуху	Захист від шуму.	Бірюши протишумні, 3М 1100.	12 місяці	Під час роботи з підвищеним звуковим навантаженням
Захист для роботи на висоті	Захист від падіння з висоти.	«Delta plus HAR11».	2 роки	Під час роботи на висоті більш як 1,3 м.

6.5 Пожежна безпека. Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Основні вимоги пожежної безпеки для закладів охорони здоров'я містяться у Правилах пожежної безпеки в Україні, ДБН В.2.2-10-2001 «Заклади охорони здоров'я» [30], ДБН В.1.1.7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [31], ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди» [33], ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту».[32]

Приміщення лікувальних, амбулаторно-поліклінічних та аптечних закладів (крім приміщень медичного персоналу громадських будівель і споруд, аптечних пунктів) в разі розміщення в будівлях іншого призначення, мають бути відокремлені від основної будівлі в окремий протипожежний відсік згідно з ДБН В.1.1-7. [31]

У медзакладі повинні бути у достатній кількості системи пожежної сигналізації, оповіщення, інші системи протипожежного захисту, первинні засоби пожежогасіння. Вони не повинні мати пошкоджень і мають бути придатні до використання. Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначає відповідальний за пожежну безпеку у закладі окремо для кожного поверху та приміщення.

Утримання пожежних гідрантів передбачає:

- технічне обслуговування; поточний ремонт;
- забезпечення вільного доступу; утеплення (за необхідності); у
- тримання колодязів, у яких встановлені гідранти, у сухому стані;
- очищення люків колодязів від сміття, снігу та льоду;
- фарбування кришок люків у червоний колір; забезпечення покажчиками відповідно до Правил пожежної безпеки [34]
- ведення документації згідно з журналом обліку перевірок джерел зовнішнього протипожежного водопостачання.

						6
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення будівель і споруд закладів охорони здоров'я слід обладнувати системами протипожежного захисту відповідно до [31] з урахуванням положень ДБН В.2.2-40 та врахуванням фізичних можливостей осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення залежно від їх нозологічних особливостей.

Системи протипожежного захисту слід проектувати відповідно до ДБН В.2.5-56. Під час вибору типу системи керування евакуюванням (в частині систем оповіщення про пожежу і показників напрямку евакуювання)

Відповідно до вимог пожежної безпеки, ми здійснимо вибір технічних та організаційних заходів, які необхідно прийняти у разі пожежі або вибуху. Результати цього вибору будуть представлені в таблиці нижче. [35] [36]

Таблиця 6.3 – Вибір технічних та організаційних заходів, які необхідно прийняти у разі пожежі або вибуху

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Технічні		
Вогнегасник карбонатний	Вага вогнегасника із зарядом – 5.00 кілограм; тривалість гасіння - близько 5 секунд; довжина викиду порошку - не менше 3 метрів; площа гасіння - до 10 м.кв.	Розміщено в кожному кабінеті та кутку, через кожні 30 м.
Блискавкозахист	Мережа заземлення, захисна металева конструкція на даху	II категорія
Організаційні		
План дій з попередження пожеж та вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці та безпеки
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	Куртка модель MedSafe	Багаторазового використання Термін зберігання -5 років.
Протигаз	ГП-7 з фільтром для хірургічних операцій	Термін зберігання – 10 років. Температурний режим експлуатації від – 10 до + 40 градусів.

Висновки до розділу 6

В цьому розділі були розглянуті вимоги щодо безпеки праці, а саме: вибір місця розміщення електротехнічного обладнання та планування обсягу і тривалості робіт; оцінка умов праці та визначення можливих небезпек для електротехнічних працівників; вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек та вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів.

Була проаналізована можливість встановлення запропонованих в попередніх розділах заходи з погляду на безпеку праці людей, що працюють в цих приміщеннях.

Також було підібрано засоби індивідуального захисту та заходи і засоби для запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів .

						6
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході дипломного проєкту "Підвищення рівня енергоефективності багатoproфільної лікарні" було проведено комплекс заходів з метою покращення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у лікарні. Застосування таких заходів є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження енергії.

На початку були проаналізовані графіки споживання енергії лікарнею та її конструкційні особливості.

Були запропоновані такі заходи з енергозбереження: заміна ламп в системі освітлення; модернізація ІТП; встановлення датчиків руху; утеплення стін; утеплення горищного перекриття; заміна трансформатора; заміна вікон та заміна насосу.

Була проведена оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті. Також були проаналізовані впроваджені заходи щодо норм та вимог, пов'язаних з охороною праці.

В цілому, застосування комплексу заходів з підвищення рівня енергоефективності у багатoproфільній лікарні приводить до значних економічних і екологічних переваг. Ці заходи сприяють зменшенню споживання енергії, зниженню витрат та покращенню якості умов для пацієнтів і персоналу. Реалізація рекомендацій даного дипломного проєкту може послужити прикладом для інших медичних установ у покращенні енергоефективності та сталого розвитку.

						6
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Тарифи на опалення в Києві
<https://index.minfin.com.ua/tariff/kyiv/warm/>
2. Тарифи на воду <https://index.minfin.com.ua/tariff/kyiv/water/>
3. Тарифи на електроенергію
<https://index.minfin.com.ua/tariff/electric/index.php/>
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2021.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.
6. ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
8. Енергозбереження будівель та споруд: Розрахункова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк, О.І. Яценко – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 57 с.
9. Давиденко В.А. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи електропостачання»: / Давиденко В.А., Давиденко Н.В. – Рівне: НУВГП, 2018. – 32 с.
10. Лампи люмінесцентні.- <https://svitlomag.all.biz/uk/lamp-lyuminescentnaya-t8-l-36w640-osram-g13-g27877107>
11. Лампи Led <https://egoled.com.ua/catalog-tovarov/lampi-obshchego-naznachenia/lampy-lyuminescentnye/lyuminescentnaya-lampa-osram-t8-natura-l36w-76-g13>
12. Датчик пуху -. https://www.forter.com.ua/vnutrshny-provdniy-datchik-ruhu-dsc-lc-100/?gclid=CjwKCAjw-b-kBhBEiwA4fvKrH7Ldu7YCcdaqBNQE37d3PTpAkDPqIe_tTRFM3_TAFN0RaIJKVDDJxoCAqoQAvD_BwE

						6
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Насос

.-

https://rozetka.com.ua/ua/leo_7752693/p2236082/?gad=1&gclid=CjwKCAjw-b-kBhB-

EiwA4fvKrI88Q9EJTuhV4rNuakpCCx11WzRNLgpNdeyBBloMX16NGH7l_FkUIxoCiQgQAvD_BwE

14. Системи електропостачання [Електронний ресурс] : довідкові дані (таблиці) до виконання практичних занять, контрольних і самостійних робіт, розрахункової роботи та курсового проєкту з дисципліни для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ярмолюк О.С. – Електронні текстові дані (1 файл: XXXX кбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 19 с.

15. Енергозбереження будівель та споруд: Розрахункова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк, О.І. Яценко Електронні текстові дані (1 файл: 2,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 57 с.

16. Закон України "Про енергоефективність будівель"

17. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ С.В. Матях, канд. техн. наук, Т.В. Суржик, канд. техн. наук, В.Ф. Рєзцов, чл.-кор. НАН України, докт. техн. наук

18. PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM режим доступу .– https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en

19. Клімат і рельєф Київської області. Історія заселення України. .–<http://ukrssr.com.ua/kiyivska/klimat-i-relyef-kiyivskoyi-oblasti-istoriya-zaselennya-kiyivshhini>.

						6
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Solar resource maps of Ukraine .– <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/Ukraine>
21. DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF SOLAR HOT WATER SYSTEMSIMPLEMENTATION(<https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/2>)
22. Геліоколектори для нагріву 2000 л води (<https://energiya-prirody.prom.ua/ua/p560630472-geliosistema-dlya-nagreva.html>)
23. ДБН.В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація.
24. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Споживачі електричної енергії» на тему «Методи розрахунку електричного освітлення» з напрямків підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», 6.050601 «Теплоенергетика». Укл.: О.І.Соловей, А.В.Чернявський, Т.І.Литвин, О.М.Галілейська – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2011. – 56
25. ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення"
26. Підготовка бакалаврських кваліфікаційних робіт. Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс] навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дерев'янко Д.Г., Бориченко О.В., М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 63 с.
27. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)
28. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с.
29. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів напругою до 220 кВ. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 1998. 55 с

						6
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров'я. Будинки і споруди.
31. ДБН В.1.1.7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
32. ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту».
33. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди»
34. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ Знаки безпеки. Форма та колір (ISO 6309:1987, IDT) ДСТУ ISO 6309:2007
35. Засоби пожежної безпеки та їх використання: СНиП 21-01-97, Москва: Транспорт, 1999.
36. Правила протипожежної безпеки в Україні: Наказ ДСНДУ від 29.12.2012 р. № 601, Київ: Державне агентство України з питань промислової безпеки, 2013.