

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр

на тему: «Розробка проєкту освітлення амбулаторії»

КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти за освітньо-
професійною програмою

Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

ступеня вищої освіти «бакалавр»

групи 141ЕЕбд_31[1] (3 р.)

Кунцев Станіслав Сергійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент

Басова Юлія Олександрівна

Полтава – 2026 рік

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії**

Освітньо-професійна програма «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Ступінь вищої освіти бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри
механічної та електричної
інженерії,**

канд. техн. наук, доцент,

_____ Станіслав ПОПОВ

03 грудня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ
КУНЦЕВ Станіслав Сергійович**

1 Тема роботи: Розробка проєкту електричного освітлення амбулаторії,

керівник роботи канд. техн. наук, доцент БАСОВА Юлія Олександрівна,
затверджено засіданням кафедри, протокол № 9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи *план об'єкта, нормативні документи та довідкові матеріал*

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. *Огляд стану питання*

Розділ 2. *Світлотехнічна частина*

Розділ 3. *Електротехнічна частина*

Розділ 4. *Економіка та охорона праці*

5 Перелік графічного матеріалу: *план електричного освітлення об'єкта, електрична схема живлення об'єкта*

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка	Ірина МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
Охорона праці	Наталія ПОПОВИЧ, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи	02.06-06.06.2026 р.	
7	Попередній захист роботи на кафедрі	до 06.06.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	10.06-12.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Станіслав КУНЦЕВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Юлія БАСОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 3 додатки, 10 таблиць, 9 рисунків, 19 використаних джерел, 65 сторінок.

Мета роботи – проектування системи внутрішнього електричного освітлення медичного закладу.

Об'єкт дослідження – система електричного освітлення медичного закладу.

Предмет дослідження – процеси розрахунку, проектування та техніко-економічного обґрунтування системи штучного освітлення медичного закладу.

Практична значимість та реалізація досліджень полягає у розробці проекту освітлення медичного закладу із використанням сучасних світлодіодних світильників. У роботі виконано світлотехнічний розрахунок приміщень, вибір освітлювального обладнання, розроблено схему електропостачання освітлювальної мережі, здійснено вибір кабельної продукції та апаратів захисту.

У першому розділі проведено аналіз архітектурно-планувальних особливостей будівлі амбулаторії, визначено вимоги до освітлення приміщень відповідно до чинних нормативних документів, виконано класифікацію приміщень за розрядами зорових робіт та обґрунтовано вибір сучасних джерел світла і світильників.

У другому розділі виконано світлотехнічний розрахунок системи освітлення, здійснено вибір освітлювальних приладів, розроблено схеми їх розміщення та проведено моделювання освітлювальної установки в програмному середовищі DIALux.

У третьому розділі виконано електротехнічний розрахунок освітлювальної мережі, обрано схему живлення, кабельні лінії, групові щитки та апарати захисту, а також розглянуто питання керування освітленням.

У четвертому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування проектних рішень та розглянуто питання охорони праці під час монтажу й експлуатації системи освітлення.

Практичні результати роботи можуть бути використані під час проєктування та модернізації систем освітлення амбулаторій, поліклінік та інших медичних закладів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – застосування розроблених технічних рішень для підвищення енергоефективності та покращення умов освітлення медичних приміщень.

Сфера застосування результатів роботи – проєктування, реконструкція та модернізація систем внутрішнього освітлення офісних і адміністративних будівель, в тому числі закладів охорони здоров'я.

Текст роботи пройшов перевірку на наявність текстових запозичень за допомогою системи "StrikePlagiarism" та є оригінальним на 93, 14 %.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт внутрішнього освітлення медичного закладу. Виконано вибір світлодіодних світильників, світлотехнічний та електротехнічний розрахунки, моделювання системи освітлення у програмі DIALux, а також вибір кабельної продукції та апаратів захисту. Проведено техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень та розглянуто питання охорони праці.

**ОСВІТЛЕННЯ, СВІТЛОДІОДНІ СВІТИЛЬНИКИ, ОСВІТЛЕНІСТЬ,
DIALUX, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

ABSTRACT

The qualification thesis is devoted to the development of an indoor lighting project for an outpatient clinic. The work includes the selection of LED luminaires, lighting and electrical calculations, lighting system modeling in DIALux software, as well as the selection of cables and protective devices. A technical and economic assessment of the proposed solutions and occupational safety issues were also considered.

**LIGHTING SYSTEM, LED LUMINAIRES, ILLUMINANCE, DIALUX,
POWER SUPPLY.**

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ТА ВИБІР СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ	8
1.1. Архітектурно-планувальні особливості приміщень медичного закладу	8
1.2. Класифікація зон за розрядами зорових робіт та вимоги до середовища	9
1.3. Обґрунтування вибору сучасних джерел світла та типів світильників	11
РОЗДІЛ 2 СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ	14
2.1. Вибір методики світлотехнічного розрахунку та розрахунок кількості світильників	14
2.2. Вибір освітлювальних приладів, систем та видів освітлення	17
2.3. Розміщення освітлювальних приладів	22
2.4. Моделювання освітлювальної установки	23
РОЗДІЛ 3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ	25
3.1. Вибір напруги, джерел та схеми живлення	25
3.2. Вибір марки проводу та способу прокладання	27
3.3. Вибір групових щитків та апаратів захисту	28
3.4. Електротехнічний розрахунок	32
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	42
4.1. Економічна частина	42
4.1.2. Розрахунок експлуатаційних витрат освітлювальної установки	45
4.2. Охорона праці	47
ВИСНОВКИ	51
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота	Літера	Аркуш	Аркушів	
Виконав		Кунцев С. С.				н	5	53	
Перевірив		Басова Ю.О.				ПДАУ, 2026 р.			
Керівник		Басова Ю.О.							
Н. контр.		Басова Ю.О.							
Затверд.		Попов С.В.							

ВСТУП

Система освітлення медичних закладів є важливою складовою забезпечення комфортних та безпечних умов перебування пацієнтів і роботи медичного персоналу. Якісне освітлення амбулаторії сприяє підвищенню точності проведення медичних оглядів, створенню сприятливого психологічного середовища та забезпеченню належних санітарно-гігієнічних умов. Особливо актуальним є впровадження енергоефективних систем освітлення, які дозволяють знизити експлуатаційні витрати та підвищити надійність роботи електроосвітлювальних установок [1].

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є проєктування системи внутрішнього електричного освітлення медичного закладу .

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати архітектурно-планувальні особливості будівлі амбулаторії та визначити вимоги до освітлення відповідно до нормативної документації;
- обґрунтувати вибір джерел світла та освітлювальних приладів для різних приміщень амбулаторії;
- виконати світлотехнічний розрахунок освітлення та визначити необхідну кількість світильників;
- здійснити електротехнічний розрахунок освітлювальної мережі та вибір електрообладнання;
- скласти кошторис витрат на обладнання та монтаж системи освітлення;
- розглянути питання охорони праці під час монтажу та експлуатації системи освітлення.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є система електричного освітлення медичного закладу. Предметом дослідження є процеси розрахунку, проєктування та техніко-економічного обґрунтування системи штучного освітлення медичного закладу.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Методи дослідження. Використано методи світлотехнічного розрахунку, електротехнічного розрахунку, засоби графічного моделювання в програмному середовищі DIALux.

Практичне значення роботи полягає у розробці системи освітлення амбулаторії, яка забезпечує необхідний рівень освітленості, комфортні умови для пацієнтів і медичного персоналу, а також відповідає сучасним вимогам безпеки та енергоощадності.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить таблиці і рисунки.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА ВИБІР СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

1.1. Архітектурно-планувальні особливості приміщень медичного закладу

У цьому дипломному проєкті розглядається проєктування системи електричного освітлення будівлі КНП "Диканська лікарня планового лікування", розташованої за адресою: м. Диканька, вул. Медична, 42. Загальна площа об'єкта становить 1026 м², яка рівномірно поділена між двома поверхами. У структурі медичного закладу передбачено 41 функціональні приміщення, по 22 та 19 на двох поверхах, які забезпечують широкий спектр медичних послуг. На першому поверсі розміщені: рецепція із зоною очікування, оглядова, 4 палати, 2 операційні, 2 передопераційні, 4 кабінети лікарів, ординаторська, складське приміщення для зберігання ліків, їдальня, 2 санвузли та коридори.

Другий поверх включає ще 4 палати, 2 додаткові кабінети лікарів, фізіотерапевтичний кабінет, лабораторію, процедурну, кімнату відпочинку для персоналу, адміністративні приміщення, архів, технічну кімнату, а також другий санвузол і допоміжні коридори.

Природне освітлення забезпечується в тих приміщеннях, де це необхідно: палатах, лікарських кабінетах, рецепції, оглядовій, їдальні, а також у кімнатах відпочинку персоналу та адміністративних приміщеннях. Це враховується під час розрахунку рівня освітленості згідно з будівельними нормативами.

Об'єкт проєктування – сучасний медичний заклад з умовами, що відповідають вимогам медичних закладів: підтримання стерильності, комфортного температурного режиму, допустимого рівня вологості, а також наявність ефективної системи вентиляції на обох поверхах.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Класифікація зон за розрядами зорових робіт та вимоги до середовища

Під час проектування важливе значення має вибір коефіцієнтів відбивання поверхонь, які безпосередньо впливають на якість освітлення. Враховуючи призначення приміщень, було встановлено такі значення: для стелі – 0.7, для стін – 0.5, для підлоги – 0.3.

Аналіз зорових умов у різних приміщеннях здійснено відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення [2], що дозволило визначити відповідні розряди зорових робіт для кожного виду діяльності в медичного закладу. Дані значень наведені в таблицю 1.1

Таблиця 1.1 – Розряд зорових робіт медичного закладу

№	Назва приміщення	Позначення розряду зорових робіт	Пояснення розряду зорових робіт
1.	Операційні Лабораторія	II	Розряд зорової роботи дуже високої точності
2.	Кабінети лікарів та оглядові приміщення Фізіотерапевтичний кабінет / процедурна	III	Розряд зорової роботи високої точності
3.	Палати для реабілітації пацієнтів; Зона очікування та рецепція ; Ординаторська; Їдальня Кімната відпочинку персоналу Адміністративні приміщення	IV	Розряд зорової роботи середньої точності
4.	Складське приміщення для зберігання ліків Архів медичної документації	V	Розряд зорової роботи малої точності

Розрахунок освітленості та параметрів освітлювальних установок виконаний відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 [2]. Нормативні показники освітленості, індексу кольоропередачі та коефіцієнта засліпленості (табл. 1.2) є базовими критеріями для підбору джерел світла та світильників.

Встановлені нормативні показники (табл. 1.2) є визначальними при підборі світлотехнічного обладнання. Враховуючи специфіку медичного закладу, а саме необхідність високої точності передачі кольору в оглядових та дотримання гігієнічних стандартів, наступним етапом проектування є вибір джерел світла та світильників, які забезпечать відповідність фактичних параметрів освітлення вищезазначеним нормам.

Таблиця 1.2 – Нормативні вимоги до освітлення приміщень медичного закладу

Назва приміщення	Освітленість (Е _л , лк)	Індекс кольоропередачі (Ra)	Примітки
Кабінети лікарів та оглядові	500	90	Потребують високої точності передачі кольору шкіри.
Палати для реабілітації	300 / 5	90	300 лк - загальне, 5 лк - нічне чергове освітлення.
Зона очікування та рецепція	200	80	Важливо створити комфортну атмосферу.
Операційні (загальне)	1000	90	Спеціальне безтіньове освітлення над столом - до 100 000 лк.
Склад ліків	200	80	Вертикальна освітленість на стелажах.
Ординаторська	300	80	Робота з документацією та комп'ютерами.
Їдальня	200	80	Зона відпочинку та харчування.
Коридори (вдень / вночі)	100 / 5	80	Вночі рівень знижується для комфорту пацієнтів у палатах.
Сантехнічні вузли	100	80	Захищені світильники (IP44 та вище).
Фізіотерапія / процедурна	300 / 500	90	Для процедурних кабінетів часто обирають 500 лк.
Лабораторія	500	90	Висока точність для роботи з аналізами.
Адміністративні приміщення	500	80	Стандарт для офісної роботи (ПК).
Кімната відпочинку персоналу	200	80	М'яке світло для релаксації.
Архів документації	200	80	

1.3. Обґрунтування вибору сучасних джерел світла та типів світильників

У процесі проектування системи штучного освітлення амбулаторії важливим етапом є правильний вибір джерел світла, які забезпечують необхідний рівень освітленості, комфортне зорове сприйняття, енергоефективність та безпечну експлуатацію. У сучасній світлотехніці застосовуються різні типи джерел світла, серед яких:

- Люмінесцентні лампи - широко використовувалися у медичних установах завдяки високій світловій віддачі та помірному енергоспоживанню, але поступово виходять з експлуатації через наявність ртуті та обмежений строк служби.
- Галогенні лампи - забезпечують гарну кольоропередачу, проте мають високе енергоспоживання і значне тепловиділення.
- Ртутні лампи високого тиску - не рекомендовані для використання в медичних закладах через низьку передачу кольору та вміст токсичних речовин.
- Натрієві лампи - мають високу світлову ефективність, але дуже низький індекс кольоропередачі, що робить їх непридатними для приміщень, де важлива точність зорового сприйняття.
- Світлодіодні (LED) джерела світла - сучасне рішення, яке поєднує високу ефективність, довговічність, якісну передачу кольору та екологічну безпеку [3, 4].

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018. [2], для медичних установ рекомендовано використовувати світлодіодні джерела світла (СВД лампи) як основні, особливо в приміщеннях, де виконуються зорові роботи високої точності (операційні, маніпуляційні, лабораторії, кабінети лікарів).

Основні переваги світлодіодних джерел:

- Високий індекс передачі кольору ($R_a \geq 80$), що є критично важливим для медичного персоналу при оглядах, операціях та роботі з пацієнтами.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Низьке енергоспоживання, що дозволяє значно знизити витрати на електроенергію при тривалій експлуатації.
- Тривалий строк служби (до 50 000 годин), що зменшує потребу в обслуговуванні та заміні джерел.
- Мінімальне тепловиділення, що сприяє підтриманню комфортного мікроклімату в стерильних приміщеннях.
- Миттєвий запуск без мерехтіння, що зменшує навантаження на зір і покращує умови роботи персоналу.
- Екологічна безпека - відсутність ртуті та інших шкідливих речовин у складі.

Враховуючи наведені характеристики, для освітлення лікарняних приміщень у межах цього проекту обрано світлодіодні світильники з відповідними оптичними параметрами та ступенем захисту, що забезпечують відповідність нормам ДБН [2] і потребам медичного середовища.

Під час проектування системи освітлення для медичних установ важливо правильно підібрати світильники, що відповідають функціональному призначенню приміщень, умовам експлуатації та сучасним нормативам. Грамотний вибір освітлювального обладнання забезпечує енергоефективність, зоровий комфорт, довговічність системи та безпечні умови праці для медичного персоналу.

Світильники повинні бути адаптовані до стерильного та функціонально насиченого простору. Найбільш доцільним є використання герметичних або вбудованих моделей, які легко очищаються та не накопичують пил. Забезпечення рівномірного освітлення по всій площі приміщення запобігає утворенню темних зон, тіней і перевищення яскравості, що особливо важливо у процедурних, маніпуляційних та діагностичних кабінетах. Світильники повинні мати конструктивні елементи, що мінімізують пряму яскравість і блиск. Це досягається використанням розсіювачів, спеціальної оптики або решіток для контролю світлорозподілу.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Світлодіодні світильники є оптимальним варіантом для лікарень завдяки високій світловій віддачі, зниженому енергоспоживанню, тривалому терміну служби (до 50 000 годин) і екологічній безпечності (відсутність ртуті). Для забезпечення точності медичних процедур важливим критерієм є високий індекс кольоропередачі (Ra не менше 80), що дозволяє персоналу правильно оцінювати стан шкіри, слизових оболонок та інші клінічні ознаки [3, 4].

Світильники повинні працювати без звукових ефектів (гулу, писку), що може бути критично в умовах операційних або палат інтенсивної терапії. У коридорах, евакуаційних виходах і маніпуляційних зонах повинна бути передбачена підтримка аварійного освітлення, що автоматично активується при відключенні електропостачання. Сучасні медичні заклади часто використовують системи "розумного освітлення" з датчиками руху, регулюванням яскравості або централізованим керуванням. Світильники мають підтримувати таку інтеграцію.

Ці вимоги забезпечують створення комфортного, безпечного та ефективного світлового середовища, що сприяє підвищенню якості медичних послуг і продуктивності праці персоналу.

Висновок до розділу 1

Було проаналізовано архітектурно-планувальні особливості будівлі та визначено основні вимоги до системи освітлення медичного закладу. Проведено класифікацію приміщень за розрядами зорових робіт відповідно до вимог нормативної документації.

У результаті аналізу сучасних джерел світла та світлотехнічного обладнання обґрунтовано доцільність використання світлодіодних світильників.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

2.1. Вибір методики світлотехнічного розрахунку та розрахунок кількості світильників

Для розрахунку штучного освітлення використовують, в основному, два методи: світлового потоку (коефіцієнта використання) та питомої потужності [5, 6]. Метод світлового потоку, як правило, використовують для розрахунку потужності освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників. Метод питомої потужності використовується в тих же випадках, що і метод світлового потоку. Цей метод вважається наближеним, оскільки простота розрахунку досягається за рахунок деякої втрати точності.

Розрахунок за методом коефіцієнта використання полягає в визначенні коефіцієнта η , що дорівнює відношенню світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до повного потоку світлового приладу.

Значення коефіцієнтів використання визначають за довідковими таблицями [7] залежно від індексу приміщення (i), коефіцієнтів відбиття поверхонь та типу світильника ($\rho_c, \rho_{ст}, \rho_{pn}$). Для того, щоб визначити табличне значення η необхідно знайти індекс даного приміщення та обрати наближені коефіцієнти відбиття стелі - ρ_c , стін - $\rho_{ст}$ та розрахункової поверхні або підлоги - ρ_{pn} .

Індекс приміщення (i) визначаємо за (2.1):

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (2.1)$$

де a – довжина приміщення, м;

b – ширина приміщення, м;

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h – висота, м.

Величину коефіцієнта використання визначаємо за ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [2].

Кількість світлових приладів (N), які б забезпечували нормовану освітленість розраховуємо за (2.2):

$$N = \frac{E \cdot k \cdot z \cdot S}{\eta \cdot \Phi \cdot n} \quad (2.2)$$

де Φ – світловий потік ламп, лм;

E – нормоване значення освітленості, лк;

k – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, 1-1,2;

S – площа приміщення, м²;

η – коефіцієнт використання;

n – кількість ламп в одному світловому приладі, шт.

Потужність (P_{oy}) освітлювальної установки визначаємо за (2.3)

$$P_{oy} = N \cdot n \cdot P_l \quad (2.3)$$

де N - кількість світильників в приміщенні, шт;

n - кількість ламп у світильнику, шт;

P_l - потужність лампи, кВт. [4, 5,7]

Для прикладу проведемо розрахунок необхідної кількості світлових приладів для освітлення палати для реабілітації пацієнтів, що має розміри 4,7 x 5,9 м, висота 3 м. Для освітлення даного приміщення вибираємо світильник Arlight LTB-Wall-12W-3000K-IP44. Даний настінний LED-світильник потужністю 12 Вт з теплим

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

білим світлом (3000К) і ступенем захисту IP44, світловий потік якого становить 950 лм, коефіцієнт запасу k_3 становить 1,35. За нормами ДБН [2], освітлення палати становить 300 лк.

Висоту для даного приміщення (h_p) визначаємо за (2.4):

$$h_p = H - h_{pn} - h_{zc} \quad (2.4),$$

де H – висота приміщення, м;

h_{pn} – висота робочої поверхні, м;

h_{zc} – висота підвісу світильника, м.

Із формули (2.4) отримуємо висоту для даного приміщення

$$h_p = 3 - 0 - 0,3 = 2,7 \text{ м.}$$

Із формули (2.1) розраховуємо індекс приміщення $i = \frac{4,7 \cdot 5,9}{2,7 \cdot (4,7 + 5,9)} = 0,97$.

По таблиці з додатку В ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [2] для КСС типу Ш; коефіцієнтів відбиття стелі, стін та робочої поверхні відповідно 0,7, 0,5 та 0,3 і розрахованого індексу приміщення визначаємо величину коефіцієнту використання η . В нашому випадку $\eta = 59\%$.

Необхідну кількість світильників в приміщенні розраховуємо за (2.2)

$$N = \frac{E \cdot k_3 \cdot z \cdot S}{\eta \cdot \Phi \cdot n} = \frac{300 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 27,73}{0,59 \cdot 950} = 15,43 = 16 \text{ шт.}$$

Таким чином, для освітлення палат для реабілітації пацієнтів необхідно 6 світильників типу LED.

Потужність освітлювальної системи розраховуємо за (2.3):

$$P_{oy} = N \cdot n \cdot P_n = 6 \cdot 12 = 72 \text{ Вт}$$

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно проводиться розрахунок для інших приміщень, результати заносимо до таблиці світлотехнічної відомості (Додаток А).

2.2. Вибір освітлювальних приладів, систем та видів освітлення

Під час проектування системи освітлення для медичних установ важливо правильно підібрати світильники, що відповідають функціональному призначенню приміщень, умовам експлуатації та сучасним нормативам. Грамотний вибір освітлювального обладнання забезпечує енергоефективність, зоровий комфорт, довговічність системи та безпечні умови праці для медичного персоналу.

При виборі світильників для системи освітлення лікарняних приміщень необхідно враховувати специфіку медичного середовища, санітарно-гігієнічні вимоги, а також умови експлуатації освітлювального обладнання. Конструкція світильників повинна відповідати умовам функціонування медичних закладів, забезпечувати можливість легкого очищення та не допускати накопичення пилу й забруднень. У зв'язку з цим доцільним є застосування вбудованих або герметичних світильників.

Однією з основних вимог до системи освітлення є забезпечення рівномірного розподілу світлового потоку по всій площі приміщення. Це дозволяє уникнути утворення тіньових зон, надмірної яскравості та різких контрастів, що особливо важливо для процедурних, маніпуляційних, діагностичних кабінетів і палат.

Важливим критерієм є також обмеження сліпучої дії світильників. Для цього застосовують розсіювачі, елементи оптичного контролю або спеціальні конструкції світлорозподілу, які знижують пряму яскравість та забезпечують комфортні умови для медичного персоналу і пацієнтів.

З метою підвищення енергоефективності та зниження експлуатаційних витрат у сучасних медичних закладах переважно використовують світлодіодні світильники. Вони характеризуються високою світловою віддачею, низьким енергоспоживанням, тривалим терміном служби та екологічною безпечністю.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення точності проведення медичних процедур важливе значення має якість передачі кольору джерел світла. Світильники повинні мати високий індекс кольоропередачі, що забезпечує правильне сприйняття кольорів та дозволяє медичному персоналу об'єктивно оцінювати клінічний стан пацієнтів.

Крім того, світильники повинні працювати без шуму та мерехтіння, що є особливо важливим для приміщень із підвищеними вимогами до комфорту та концентрації уваги персоналу. У коридорах, евакуаційних виходах та окремих функціональних зонах необхідно передбачати можливість роботи систем аварійного освітлення у разі зникнення основного електроживлення.

Сучасні системи освітлення медичних закладів також повинні забезпечувати можливість інтеграції із системами автоматизованого керування освітленням, що дозволяє реалізувати регулювання яскравості, використання датчиків руху та централізоване керування режимами роботи освітлення.

Дотримання зазначених вимог забезпечує створення безпечного, комфортного та енергоефективного світлового середовища у приміщеннях медичного закладу [2, 8, 9].

1. Для кабінетів лікарів та оглядових приміщень передбачено вбудовані світлодіодні панелі Ledvance Panel 600x600 36W 4000K UGR<19, що забезпечують нормативну освітленість 500 лк. Світильник має розмір 600-600 мм, потужність 36 Вт, світловий потік близько 3600 лм, нейтральне світло (4000K) та низький рівень осліплення (UGR<19), що робить його ідеальним для зосередженої роботи персоналу Переваги: універсальність, безпечне безтіньове освітлення, підвищений комфорт зору.

2. У палатах для реабілітації пацієнтів встановлюються настінні світильники Arlight LTB-Wall-12W-3000K-IP44 з освітленістю 200 лк. Вони мають потужність 12 Вт, теплу колірну температуру 3000K, ступінь захисту IP44, алюмінієвий корпус і забезпечують м'яке, комфортне освітлення, яке не заважає відпочинку пацієнтів (Рис. 2.1). Переваги: комфортне світло, безпека при експлуатації, естетичне виконання.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Для зони очікування та рецепції обрано декоративні підвісні світильники Lindner Birostar 2 LED 34Вт 4000К, що створюють приємне загальне освітлення на рівні 300 лк. Потужність 34 Вт, колірна температура 4000К, індекс передачі кольору (CRI) >80. Світильник поєднує функціональність та естетичну привабливість (Рис 2.2). Переваги: поєднання декоративності та ефективності, хороший рівень комфорту для відвідувачів.

4. Операційні приміщення обладнуються локальними безтіньовими медичними світильниками Dräger Polaris 100 у комбінації з вбудованими загальними світильниками Philips Cleanroom LED IP65. Система забезпечує освітленість до 2000 лк, має CRI >90 та ступінь захисту IP65, що дозволяє використовувати її в стерильному середовищі з підвищеною вологістю (рис 2.3) Переваги: безтіньове освітлення, стерильність, точна передача кольору.

5. У складських приміщеннях встановлюються промислові світильники VARTON 36Вт IP65 4000К з освітленістю 200 лк. Потужність 36 Вт, світловий потік до 4200 лм, захист IP65. Призначені для експлуатації у вологих і запилених умовах. Переваги: висока стійкість до впливів середовища, тривалий термін служби.

6. Для ординаторських використовується Office LED Panel OSRAM 600x600 36Вт 4000К, яка створює освітленість 300–500 лк. Це класична офісна LED-панель із нейтральним світлом (4000К), низьким рівнем осліплення, високою ефективністю та довговічністю Переваги: ергономіка, відповідність офісним стандартам, зручність у роботі з документацією.

7. У їдальнях встановлюються підвісні декоративні світильники EGLO LED GIRON 24Вт 3000К, які забезпечують освітленість 200 лк. Потужність 24 Вт, тепле світло 3000К, м'яке й ненав'язливе, підходить для зон харчування та відпочинку. Переваги: створення затишної атмосфери, приємне колірне середовище.

8. Для фізіотерапевтичних та процедурних кабінетів обрано світильники Kanlux AVAR 24Вт Dimmable 4000К, які дозволяють регулювати рівень освітленості в межах 300–500 лк. Потужність 24 Вт, нейтральне світло 4000К,

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

димований драйвер забезпечує плавне налаштування яскравості (рис 2.4). Переваги: адаптивність освітлення, зручність для пацієнта та персоналу.

9. Лабораторії оснащуються світильниками Philips CoreLine Batten LED 42Вт 5000К, які забезпечують яскравість 500–750 лк. Потужність 42 Вт, холодне світло (5000К), світловий потік понад 5000 лм, CRI >85. Світильник забезпечує чітке освітлення для точних досліджень. Переваги: висока яскравість, точність передачі кольору, підтримка концентрації.

10. У адміністративних приміщеннях також використовуються Ledvance Panel 36Вт 4000К UGR<19, аналогічні до кабінетів лікарів. Потужність 36 Вт, 4000К, комфортне розсіяне світло для тривалої роботи з документацією. Переваги: зниження втомлюваності очей, відповідність вимогам офісного середовища.

11. Для кімнат відпочинку персоналу підбрано EGLO RONDO 18Вт 3000К – настінний світильник з теплим світлом (3000К), потужністю 18 Вт. Він створює розслаблюючу атмосферу та має привабливий зовнішній вигляд. (Рис 2.5). Переваги: психологічний комфорт, декоративність, економічність.

12. Архіви медичної документації освітлюються за допомогою VARTON Slim 32Вт 4000К. Це лінійний LED-світильник із потужністю 32 Вт, нейтральним світлом, тонким корпусом і достатнім світловим потоком для роботи зі стелажми при освітленості 200–300 лк. Переваги: рівномірність освітлення полиць, компактне рішення для вузьких зон.

13. Коридори на обох поверхах освітлюються лінійними світильниками FERON AL531 LED IP44 18Вт 4000К, які забезпечують рівень освітленості 100 лк. Потужність 18 Вт, ступінь захисту IP44, світловий потік ~1800 лм. Призначені для загального рівномірного освітлення транзитних зон. Переваги: надійність, економічність, безпечне орієнтування в приміщенні.

14. Санітарно-технічні вузли також обладнуються надійними вологозахисними світильниками Brille HL-52 IP44 12Вт 4000К. Потужність 12 Вт, ступінь захисту IP44, колірна температура 4000К, пластиковий корпус, призначені

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для умов підвищеної вологості при освітленості 200 лк. Переваги: захищеність від бризок, відповідність санітарним вимогам, довговічність.

Таким чином ми підібрали необхідні світильники для нашого дипломного проекту, які будуть використовуватися в нашому кресленні. Щоб забезпечити всі необхідні норми та вимоги.

Система освітлення лікарняних приміщень повинна забезпечувати комфортні та безпечні умови перебування пацієнтів, ефективну роботу медичного персоналу, а також відповідати сучасним вимогам енергоефективності та надійності. Під час проектування освітлення враховують призначення приміщень, характер виконуваних робіт, санітарно-гігієнічні вимоги та необхідність безперервного функціонування окремих зон.

Для медичних закладів найбільш доцільним є застосування комбінованої системи освітлення, яка поєднує загальне, місцеве та аварійне освітлення. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідний рівень освітленості залежно від функціонального призначення приміщень.

Загальне освітлення використовується у палатах, коридорах, адміністративних та допоміжних приміщеннях і забезпечує рівномірний розподіл світлового потоку без утворення різких тіней та сліпучої дії. Для його реалізації доцільно використовувати стельові світлодіодні світильники або LED-панелі.

Місьцеве освітлення застосовується у процедурних, оглядових та діагностичних кабінетах, а також на робочих місцях медичного персоналу, де необхідна підвищена точність виконання робіт. Воно забезпечує додаткову освітленість у робочих зонах та покращує умови зорового сприйняття.

Аварійне освітлення передбачається на шляхах евакуації, у коридорах, сходових клітках та приміщеннях, де необхідне безперервне забезпечення безпеки людей. Таке освітлення повинно автоматично вмикатися у разі зникнення основного електроживлення (рис. 2.6)

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою зниження енергоспоживання та підвищення надійності системи освітлення у проєкті передбачено використання світлодіодних джерел світла, які характеризуються високою світловою віддачею, тривалим терміном служби та низькими експлуатаційними витратами. Обрана комбінована система освітлення забезпечує необхідний рівень освітленості, комфортні умови для пацієнтів і персоналу, а також відповідає сучасним вимогам до енергоефективності та безпеки медичних закладів.

Таким чином, для освітлення амбулаторії будуть використовуватись стельові СВД світильники, що забезпечуть рівномірне освітлення. У проєкті електричного освітлення об'єкту передбачається використання загальної системи освітлення. Види освітлення для проєкту: робоче і аварійне.

2.3. Розміщення освітлювальних приладів

Розташування світильників у приміщеннях медичного закладу визначається призначенням приміщення, вимогами до рівня освітленості та прийнятою системою освітлення. При проєктуванні необхідно забезпечити рівномірний розподіл світлового потоку, зоровий комфорт для пацієнтів і медичного персоналу, а також відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

У приміщеннях загального користування, таких як коридори, палати, зони очікування, санітарні приміщення та адміністративні кабінети, доцільно застосовувати систему загального стельового освітлення. Для цього використовують стельові світлодіодні світильники або СВД-панелі, розташовані рівномірно по площі приміщення. Таке рішення забезпечує достатній рівень освітленості без утворення різких тіней та сліпучої дії.

У приміщеннях, де медичний персонал виконує роботи підвищеної точності, застосовується комбінована система освітлення. Вона поєднує загальне освітлення з додатковими локальними світильниками, розміщеними безпосередньо над робочими зонами. Такий підхід використовується у процедурних, оглядових,

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

маніпуляційних кабінетах, ординаторських та інших функціональних приміщеннях медичного закладу.

У спеціалізованих приміщеннях, зокрема операційних та діагностичних кабінетах, додатково передбачається встановлення локальних медичних світильників, які забезпечують підвищену освітленість робочої поверхні та високу якість передачі кольору.

Раціональне розміщення світильників дозволяє забезпечити необхідні умови для роботи медичного персоналу, комфортне перебування пацієнтів та підвищити енергоефективність системи освітлення медичного закладу.

2.4 Моделювання освітлювальної установки

Під час розробки проєкту освітлення приміщень медичного закладу використовується програмне забезпечення DIALux, яке є одним із найпоширеніших та найфункціональніших інструментів для світлотехнічного моделювання [10].

Програма DIALux надає широкі можливості, зокрема: створення 3D-моделей приміщень; реалістична візуалізація; моделювання розподілу світлового потоку; доступ до великої бібліотеки джерел світла та світильників; виконання точних світлотехнічних розрахунків; оцінка енергоефективності освітлення; інтеграція з іншими програмними продуктами.

DIALux буде використана у процесі проєктування для побудови моделей та визначення оптимального рівня освітлення в кожному з приміщень. Завдяки програмі можна детально оцінити освітленість робочих зон, забезпечити належні умови для роботи персоналу та комфорт для пацієнтів.

В дипломному проєкті було виконано візуалізацію та розрахунок освітлення для кабінету лікаря.

Кабінет лікаря має габаритні розміри приміщення: 3,2 x 3,5; висота: 3м; площа – 11,2 м² (рис. 2.7). За значеннями ДБН [2] для кабінету лікаря освітленість становить 500 лк.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)

б)

Рисунок 2.7 – Візуалізація кабінету лікаря

Для освітлення приміщення було обрано декілька типів освітлювальних систем. Специфікація світильників наведена у таблиці (2.1).

Таблиця 2.1 – Специфікація світильників кабінету лікаря

Тип світильника	Кількість (шт.)	Назва виробу	Потужність (P)	Світловий потік (Φ)	Світловіддача
Торшер	1	Curve floor metal (ivory)	8.0 W	136 lm	17.0 lm/W
Настільна лампа	1	Curve table metal (white)	8.0 W	337 lm	42.1 lm/W
Стельовий світильник	2	Trapets Pendant 1700mm (White)	40.0 W	3220 lm	80.5 lm/W

Значення освітленості у кожній точці приміщення кабінету лікаря наведена на рис. Б.1 додатку Б.

Середня освітленість в кабінеті лікаря становить 548 лк. На робочому столі показник освітленості вищий за рахунок настільної лампи. Середня освітленість відповідає нормам, що встановлені ДБН [2].

Висновок до розділу 2

У розділі виконано світлотехнічні розрахунки. Встановлено відповідні розряди зорових робіт та визначено нормативні рівні освітленості відповідно до [2].

Обґрунтовано вибір світлодіодних джерел світла і на основі цього підібрано конкретні моделі світильників. Проведено світлотехнічні розрахунки методом коефіцієнта використання та виконано моделювання освітлювальних установок у програмному середовищі DIALux, що дало змогу оптимізувати розташування світильників та забезпечити відповідність нормам освітленості.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

3.1 Вибір напруги, джерел та схеми живлення

Для живлення системи освітлення медичного закладу використовується трифазна мережа змінного струму напругою 380/220 В із заземленою нейтраллю, що забезпечує надійну та безпечну роботу освітлювальної установки. Живлення освітлювальної мережі здійснюється від внутрішньої мережі будівлі через розподільчі щити.

Щоб система освітлення працювала стабільно та відповідала вимогам з безпеки, економічності і зручності експлуатації, дуже важливо грамотно обрати схему живлення. Таке рішення приймають, оцінюючи всі фактори в комплексі – окремо враховуються особливості об'єкта, характер навантажень, рівень відповідальності освітлення і вимоги до надійності.

Внутрішні мережі освітлення зазвичай будують за класичною схемою поділу на живильні та групові лінії. Живильна лінія прокладається від трансформаторної підстанції до групових щитків, де вже встановлюються захисні апарати й обладнання для подальшого розподілу живлення. Від групових щитків електрика надходить до самих світильників по групових лініях, які можуть бути окремими для різних зон приміщення.

Відповідно до вимог ПУЕ окремі медичні приміщення/системи потребують підвищеної надійності, тому система освітлення повинна мати резервне живлення для забезпечення роботи аварійного освітлення у разі відключення основної мережі [6]. Усі навантаження – чи то освітлення, чи силове обладнання – підключають окремими лініями від шин трансформатора або від головного вводу в будівлю. При аварійній ситуації живлення всіх споживачів припиняється одночасно тільки в разі відключення трансформатора.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У невеликих будівлях із низьким рівнем споживання електроенергії можливе спрощення – використовується лише одна живильна лінія. В цьому випадку аварійне освітлення повинно підключатися окремо від основного вводу, щоб забезпечити мінімальне освітлення навіть при загальній аварії.

Для I та II категорій застосовують більш складні та надійні схеми живлення. Найчастіше використовують підстанції з двома трансформаторами – навіть якщо один виходить з ладу, другий продовжує забезпечувати живлення. Інший варіант – підключення освітлення від двох різних підстанцій з одним трансформатором на кожній. Таке дублювання гарантує, що навіть при серйозних аваріях або планових роботах одна з ліній залишиться в роботі, а світло не зникне.

Додатково враховуються сучасні вимоги до якості електроенергії: рівень напруги повинен бути стабільним, допустимі коливання – в межах норм, щоб уникнути пошкодження світильників і зниження ефективності освітлення. На відповідальних об'єктах також передбачають системи контролю напруги та аварійного освітлення, які автоматично спрацьовують при падінні основного живлення нижче допустимого рівня.

Живлення приміщення медичного закладу буде виконано за схемою (рис. 3.1).

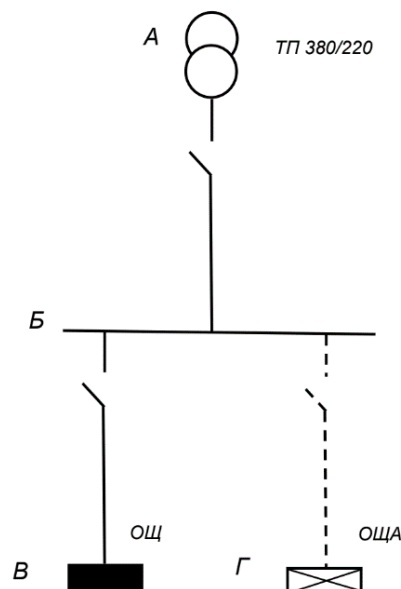


Рис 3.1 – Схема живлення

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Вибір марки проводу та способу прокладання

Правильний вибір провідників і способів їх прокладання напряму впливає на якість, надійність та безпеку роботи електричних мереж. Кожен тип провідника має свої властивості, які варто враховувати під час проектування системи електропостачання.

Мідні проводи є найбільш поширеними завдяки своїм відмінним електротехнічним характеристикам – високій провідності, міцності й стійкості до корозії. Їх використовують як усередині будівель, так і для зовнішніх робіт. Мідні кабелі можна прокладати відкрито, приховано у стінах, підлогах і стелях, а також закопувати в ґрунт для організації підземних мереж. За рахунок стабільних характеристик мідь витримує великі навантаження без перегріву і втрат напруги.

Алюмінієві проводи мають меншу електропровідність порівняно з мідними, однак характеризуються меншою вартістю та масою. У даному проєкті для освітлювальної мережі застосовуються мідні провідник

Для реалізації системи електропостачання в даному проєкті передбачено використання кабельно-провідникової продукції марок провід ВВГ та провід ПГВ. Марки провідників обрано з урахуванням максимальної робочої температури, допустимого навантаження, опору ізоляції та відповідності вимогам ПУЕ [6] і ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. [11]. Мідні жили гарантують високу провідність та довговічність мережі, а використання стандартних типів кабелю полегшує постачання матеріалів та подальше технічне обслуговування.

Для виконання живильної та розподільчої мережі у проєкті передбачено використання кабелю марки ВВГ з мідними жилами та ПВХ-ізоляцією. Кабель характеризується надійністю, стійкістю до механічних впливів і може застосовуватися у сухих та вологих приміщеннях при стаціонарному прокладанні.

Для групових освітлювальних ліній використовується провід марки ПГВ з мідними жилами та ПВХ-ізоляцією. Провід є гнучким і зручним у монтажі, що

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує ефективне прокладання у трубах, коробах та кабельних каналах.

Виходячи з вищесказаного, для монтажу електричного освітлення медичного закладу обрані такі види електричних проводів:

– на живильну і розподільчу мережу – кабелі і захищені провідники з гумовою та пластмасовою ізоляцією, прокладання в повітрі марки ВВГ (прокладання в повітрі, оболонка з полівінілхлоридного пластикату, ізоляція з гуми, чотирьохжильний).

– на групову мережу – провід з гумовою та пластмасовою ізоляцією марки ПГВ, з трьома жилами, спосіб прокладання в кабель-каналах.

3.3 Вибір групових щитків та апаратів захисту

В освітлювальних мережах використовується різне електротехнічне обладнання – це щитки, ящики, автоматичні вимикачі, пускачі, пакетні вимикачі, перемикачі, конденсаторні установки та інші пристрої. Вони виконують функції керування, захисту і розподілу електроенергії [12].

Одним із ключових елементів є головний розподільчий щит (ГРЩ), через який живиться вся будівля або її основна частина. Залежно від системи електропостачання роль ГРЩ можуть виконувати ввідно-розподільчі пристрої (ВРУ) чи щит низької напруги трансформаторної підстанції. ВРУ – це комплекс обладнання, який включає апаратуру для захисту та керування лініями, що відходять від вводу. Для будівель з великою кількістю споживачів рекомендується встановлювати окремі ВРУ для кожного споживача, що дозволяє організувати незалежне живлення.

Щоб розподіляти електроживлення між окремими споживачами – освітленням, розетками, стаціонарним обладнанням – встановлюють групові щитки. Вони оснащуються захисними пристроями та комутаційною апаратурою, що дозволяє ізолювати окремі ділянки мережі в разі аварійної ситуації, не порушуючи роботу всієї системи.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлювальні щитки, шафи та ящики часто комплектуються автоматичними вимикачами, які замінили застарілі запобіжники, завдяки чому обслуговування стало безпечнішим і зручнішим. При виборі групових щитків важливо враховувати умови експлуатації: найкраще встановлювати їх у сухих приміщеннях з нормальними температурними умовами, щоб зменшити ризик виходу обладнання з ладу.

Конструкція щитка має бути простою та функціональною – важливо, щоб заміну автоматів чи інших захисних пристроїв можна було провести без демонтажу самого щита. Клемні з'єднання повинні бути універсальними, підходити як для мідних, так і для алюмінієвих провідників. Також бажано, щоб був передбачений варіант підведення кабелів зверху або знизу, що значно спрощує монтажні роботи.

В проекті для медичного закладу передбачено встановлення розподільчого щитка для основного освітлення та аварійного щитка. Це дозволить чітко розділити робоче і резервне освітлення, що особливо важливо для медичних закладів, де перерви в живленні неприпустимі з міркувань безпеки пацієнтів і персоналу.

Особливу увагу в медичних закладах приділяють аварійному освітленню: воно має бути підключене до резервних джерел енергії і гарантовано працювати навіть при повному знеструмленні основної мережі.

Згідно [13], усі електричні мережі мають бути обладнані захистом від струмів короткого замикання.

Апарат захисту – це пристрій, який автоматично розриває електричне коло при виникненні ненормальних режимів, таких як коротке замикання чи перенавантаження. Розташовувати ці апарати потрібно у легкодоступних місцях, де вони захищені від можливих механічних пошкоджень і зручні для обслуговування.

Обов'язковим є встановлення апаратів захисту на всіх фазах або полюсах, які зазвичай не мають заземлення.

При розробці захисних апаратів виникає проблема суміщення двох вимог: з одного боку, потрібно уникати помилкових відключень, а з іншого – забезпечити надійне спрацювання не тільки при короткому замиканні, а й при

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перенавантаженнях, навіть незначних. Тому вибір плавких вставок для запобіжників і роз'єднувачів для автоматичних вимикачів має відповідати робочому струму мережі. Струм спрацювання повинен бути максимально наближеним до розрахункового робочого струму, щоб витримати нормальні навантаження, але своєчасно реагувати на перевищення без затримок.

У проєкті організація захисту має враховувати аспекти для забезпечення надійної та безпечної роботи всієї системи (3.1):

$$I_b \geq I_p, I_a \geq I_p \quad (3/1)$$

де I_b – струм плавкої вставки, А;

I_a – струм роз'єднувача автоматичного вимикача, А;

I_p – розрахунковий струм, А.

Перевірка відповідності апаратів захисту струму навантаження зводиться до розрахунку струму на кожній ділянці живильної, розподільчої та групової мережі, а потім за цим струмом вибирається струм апарату захисту і порівнюється з тривало допустимим струмом $I_{дл}$ вибраного кабелю чи проводу.

При розрахунку струму користуються наступними формулами:

для трифазної мережі з нулем (3.2)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (3.2)$$

для кожної з фаз дво- та трифазної мережі з нулем (3.3)

$$I = \frac{P}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.3)$$

де $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження;

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$U_{\text{л}}, U_{\text{ф}}$ – відповідно лінійна та фазна напруга мережі, кВ;

P – активний опір навантаження, кВт.

Проведемо розрахунок робочого струму ділянки АБ за формулою 3.2 та розрахунок групової лінії 1 для робочого щитка ОЩ за формулою 3.2:

Для ділянки АБ

$$I_{\text{АБ}} = \frac{P_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi} = \frac{45,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 69,2 \text{ А}$$

Для ділянки БВ

$$I_{\text{БВ}} = \frac{P_{\text{ОЩ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi} = \frac{8,84}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 0,46 \text{ А}$$

Для ділянки БГ

$$I_{\text{БГ}} = \frac{P_{\text{ОЩА}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi} = \frac{0,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 0,46 \text{ А}$$

Для ліній щитка робочого освітлення ОЩ першого поверху:

$$I_1 = \frac{2,04}{0,220 \cdot 0,95} = 9,8 \text{ А} \quad I_2 = \frac{2,04}{0,220 \cdot 0,95} = 9,8 \text{ А}$$

$$I_3 = \frac{1,65}{0,220 \cdot 0,95} = 7,9 \text{ А} \quad I_4 = \frac{1,69}{0,220 \cdot 0,95} = 8,1 \text{ А}$$

$$I_5 = \frac{1,00}{0,220 \cdot 0,95} = 4,8 \text{ А} \quad I_6 = \frac{0,42}{0,220 \cdot 0,95} = 2,0 \text{ А}$$

Для ліній щитка аварійного освітлення ОЩА: $I_{\text{А}} = \frac{0,3}{0,220 \cdot 0,95} = 1,4 \text{ А}$

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Значення струмів навантажень, струмів апаратів захисту, типу проводу і апарату захисту

Ділянка	$I_{розр}, A$	$I_{дд}, A$	Тип проводу	$I_{аз}, A$	Тип апарату захисту
АБ	69,2	80	ВРБ-3(1·6)	80	S264-B
БВ	13,4	50	ВРГ-4(1·10)	16	S264-B
БГ	0,46	17	ВРГ-4(1·1,5)	1	S264-C
ОЩ1					
1	9,8	20	ПР-3(1·10)	16	S192-B
2	9,8	20	ПР-3(1·10)	16	S192-B
3	7,9	20	ПР-3(1·2,5)	10	S192-B
4	8,1	20	ПР-3(1·2,5)	10	S192-B
5	4,8	20	ПР-3(1·1,5)	6	S192-B
6	2,0	17	ПР-3(1·4)	4	S192-B
ОЩА	1,4	17	ПР-3(1·4)	2	S282-D

3.4 Електротехнічний розрахунок

При електротехнічному розрахунку необхідно правильно розподілити допустимі втрати напруги по окремих ділянках мережі таким чином, щоб отримати мінімально можливий переріз провідника S . Для цього площу поперечного перерізу проводів та кабелів визначають за (3.4):

$$S = \frac{\sum M + \sum \alpha m}{C \Delta U}, \quad (3.4)$$

де S - перетин даної ділянки мережі, мм²;

$\sum M$ - сума моментів даного і всіх наступних ділянок з тим же числом провідників, що і на даній ділянці, кВт·м;

$\sum m$ - сума моментів відгалуджень, що живляться через дану ділянку і мають відмінне число ліній від числа ліній даної ділянки, кВт·м;

α - коефіцієнт приведення моментів, що залежить від числа проводів на даній ділянці і відгалуджень;

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ΔU - розрахункові втрати напруги, що допускаються від початку даної лінії до кінця відгалуджень, %;

C - коефіцієнт, що залежить від напруги мережі і матеріалу провідників.

Значення моменту визначається добутком потужності навантаження на відстань як для групових, так і для живильних і розподільчих мереж (3.5)

$$M = L \cdot P \quad (3.5)$$

де M – значення приведенного моменту для ділянки мережі, кВт · м

L – відстань відповідної ділянки мережі, м;

P – навантаження відповідної ділянки мережі, кВт

Формула (3.4) послідовно застосовується до всіх ділянок мережі, починаючи від головної ділянки.

Розрахунок починаємо з визначення приміщення, в яких будуть розетки, їх кількість та навантаження (табл. 3.2). Розраховуємо загальну потужність, що буде витрачатись на розетки за (3.6). Потужність однієї розетки приймаємо рівною 0,06 кВт.

$$P_{\text{розеток}} = N_{\text{розеток}} \cdot 0.06 \text{ (кВт)} \quad (3.6)$$

де $N_{\text{розеток}}$ – кількість розеток.

$$P_{\text{розеток}} = 68 \cdot 0,06 = 4,08 \text{ (кВт)};$$

Обираємо приміщення, в яких буде аварійне освітлення. В даному випадку обов'язково таке освітлення має бути в коридорі та на сходах.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо для приміщень, де є і робочі світильники, і аварійні потужність освітлювальної установки робочих світильників і окремо потужність аварійних світильників.

Для живлення освітлення і розеток будемо використовувати шестимодульний щиток робочого освітлення (тобто на 6 груп). Навантаження на кожну лінію розподіляємо таким чином, що досягти максимальної рівномірності. Щиток ОЩ1 – щиток робочого освітлення шестимодульний 1 і 2 лінію -використовуємо для живлення розеток.

Розраховуємо навантаження на ці лінії

$$P_1 = 0,36+0,24+0,24+0,24+0,24+0,24+0,24 = 2,04 \text{ кВт}$$

$$P_2 = 0,24+0,12+0,24+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12+0,12 = 2,04 \text{ кВт}$$

Інші лінії щитка використовуємо на живлення світильників робочого освітлення.

$$P_3 = P_{oy1}+P_{oy3}+P_{oy4}+P_{oy15}+P_{oy16}+P_{oy22} = 0,44+0,24+0,24+0,32+0,08+0,15+0,06+0,12=1,65 \text{ кВт}$$

$$P_4 = P_{oy2}+P_{oy7}+P_{oy12}+P_{oy14} = 0,55+0,24+0,24+0,32+0,08+0,06+0,20=1,69 \text{ кВт}$$

$$P_5 = P_{oy5}+P_{oy6}+P_{oy8}+P_{oy9}+P_{oy13}+P_{oy17} = 0,15+0,05+0,16+0,16+0,12+0,12+0,12+0,12=1,00 \text{ кВт}$$

$$P_6 = P_{oy10}+P_{oy11}+P_{oy18}+P_{oy19}+P_{oy20}+P_{oy21} = 0,10+0,06+0,06+0,15+0,05=0,42 \text{ кВт}$$

Визначаємо сумарне навантаження на щиток робочого освітлення за (3.7)

$$P_{ощ} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 \quad (3.7)$$

$$P_{ощ} = 2,04+2,04+1,65+1,69+1,00+0,42 = 8,84 \text{ кВт}$$

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо навантаження на щиток аварійного освітлення ОЩА, для цього додаємо всі навантаження від світильників аварійного освітлення.

$$P_{\text{ОЩА}} = 0,1+0,1+0,1=0,3 \text{ кВт}$$

Проводимо розрахунки приведених моментів групових мереж для щитка робочого освітлення ОЩ за 3.6

Щиток ОЩ

$$\text{Лінія 1 – розетки } m_1 = P_{\text{розеток1}} \cdot I_{\text{розеток1}} = 2,04 \cdot 45 \cdot 1,08 = 99,43 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$\text{Лінія 2 – розетки } m_2 = P_{\text{розеток2}} \cdot I_{\text{розеток2}} = 2,04 \cdot 45 \cdot 1,08 = 99,43 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$\begin{aligned} \text{Лінія 3 – } m_3 &= P_{o1} \cdot I_1 + (P_{o3} + P_{o4}) \cdot I_2 + (P_{o5} + P_{o6}) \cdot I_3 + P_{o15} \cdot I_4 + (P_{o16} + P_{o18}) \cdot I_5 + P_{o22} \cdot I_6 = \\ &= 0,44 \cdot 17 + (0,24 + 0,24) \cdot 12 + (0,24 + 0,24) \cdot 12 + 0,06 \cdot 4 + \\ &= (0,16 + 0,10) \cdot 6 + 0,06 \cdot 5 = 7,48 + 5,76 + 5,76 + 0,24 + 1,56 + 0,30 = 21,10 \text{ кВт}\cdot\text{м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Лінія 4 – } m_4 &= P_{o2} \cdot I_1 + (P_{o7} + P_{o12}) \cdot I_2 + P_{o14} \cdot I_3 + P_{o9} \cdot I_4 + P_{o13} \cdot I_5 = 0,55 \cdot 20 + \\ &= (0,24 + 0,32) \cdot 8 + 0,08 \cdot 5 + 0,15 \cdot 7 + 0,40 \cdot 15 = 11,00 + 4,48 + 0,40 + 1,05 + 6,00 = 22,93 \text{ кВт}\cdot\text{м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Лінія 5 – } m_5 &= P_{o5} \cdot I_1 + (P_{o8} + P_{o9}) \cdot I_2 + P_{o13} \cdot I_3 + P_{o17} \cdot I_4 = 0,15 \cdot 12 + (0,24 + 0,24) \cdot \\ &= 8 + 0,32 \cdot 8 + 0,16 \cdot 3 = 1,80 + 3,84 + 2,56 + 0,48 = 8,68 \text{ кВт}\cdot\text{м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Лінія 6 – } m_6 &= P_{o10} \cdot I_1 + P_{o11} \cdot I_2 + (P_{o19} + P_{o20}) \cdot I_3 + P_{o21} \cdot I_4 = 0,10 \cdot 8 + 0,06 \cdot 8 + \\ &= (0,15 + 0,06) \cdot 3 + 0,06 \cdot 15 = 0,80 + 0,48 + 0,63 + 0,90 = 2,81 \text{ кВт}\cdot\text{м} \end{aligned}$$

Сумарне значення приведенного моменту для щитка робочого освітлення обчислюємо за (3.8):

$$m_{\text{ОЩ}} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 \quad (3.8)$$

$$m_{\text{ОЩ}} = 99,43 + 99,43 + 22,79 + 24,76 + 9,37 + 3,03 = 258,81 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Розраховуємо приведений момент для аварійного щитка:

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$mA = P_{\text{аварійне}} \cdot I_{\text{аварійне}} = 0,3 \cdot 45 = 13,58 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Далі проводимо розрахунок живильної мережі.

Для живлення освітлення обрано схему живлення як на рис. 3.1 з однострансформаторної підстанції, яка буде живити щиток робочого та аварійного освітлення

Умовно поділяємо схему на ділянки:

АВ – ділянка живильної мережі від трансформаторної підстанції до (вводу в будівлю) розподільчого щита;

ВВ – ділянка розподільчої мережі від розподільчого щита до щитка робочого освітлення;

ВГ – ділянка розподільчої мережі від розподільчого щита до щитка аварійного освітлення.

Розраховуємо навантаження, що буде йти на освітлення (3.9):

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{ОЩ}} + P_{\text{ОЩА}} \quad (3.9)$$

$$P_{\text{осв}} = 8,84 + 0,3 = 9,14 \text{ кВт}$$

Розраховуємо силове навантаження (3.10):

$$P_{\text{сил}} = 4 \cdot P_{\text{осв}} \quad (3.10)$$

$$P_{\text{сил}} = 4 \cdot 9,14 = 35,56 \text{ кВт}$$

Розраховуємо потужність трансформатора (3.11):

$$P_{\text{тр}} = P_{\text{осв}} + P_{\text{сил}} \quad (3.11)$$

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{тр}} = 9,14 + 36,56 = 45,7 \text{ кВт}$$

Далі працюємо з ділянкою АБ

Розраховуємо приведенний момент ділянки АБ(3.12)

$$M_{\text{АБ}} = P_{\text{тр}} \cdot L_{\text{АБ}} \quad (3.12)$$

$$M_{\text{АБ}} = 45,7 \cdot 50 = 2285 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$L_{\text{АБ}}$ - довжина кабелю від трансформаторної підстанції до вводу в будівлю.
Приймаємо рівну цю довжину 50 м.

Розраховуємо площу перерізу провідника на ділянці АБ (3.12)

$$\Sigma m = m_{\text{оц}} + m_{\text{оца}} \quad (3.13)$$

$$\Sigma m = 258,81 + 13,58 = 272,39 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$S_{\text{АБ}} = \frac{M_{\text{АБ}} + a \Sigma m}{C \cdot \Delta U} = \frac{2285 + 1,85 \cdot 272,39}{72 \cdot 5} = 7,75 \text{ мм}^2$$

Після обчислення значення $S_{\text{АБ}}$ знаходимо найближче більше стандартне значення із ряду стандартних площ перетину провідників:

$$S_{\text{АБ стандартне}} = 10 \text{ мм}^2$$

Знаходимо реальні втрати напруги на ділянці АБ:

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{AB} = \frac{M_{AB}}{C \cdot S_{AB \text{ стандарт.}}} = \frac{2285}{72 \cdot 10} = 3,18 \%$$

Знаходимо втрати, прийшли в точку Б – U_B (3.14):

$$U_B = \Delta U - U_{AB} \quad (3.14)$$

$$U_B = 5 - 3,18 = 1,82 \%$$

Далі працюємо з ділянкою БВ. Розраховуємо приведений момент ділянки БВ (3.12)

$$M_{БВ} = 8,84 \cdot 15 = 132,6 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Розраховуємо прощу перерізу провідника на ділянці БВ

$$S_{БВ} = \frac{M_{БВ} + a \sum m_{ОЩ}}{C \cdot U_B} = \frac{132,6 + 1,85 \cdot 258,81}{72 \cdot 1,82} = 4,67 \text{ мм}^2$$

Після обчислення значення $S_{БВ}$ знаходимо найближче більше стандартне значення із ряду стандартних площ перетину провідників:

$$S_{БВ \text{ стандартне}} = 6 \text{ мм}^2$$

Знаходимо реальні втрати напруги на ділянці БВ

$$U_{БВ} = \frac{M_{БВ}}{C \cdot S_{БВ \text{ стандарт.}}} = \frac{132,6}{72 \cdot 6} = 0,31 \%$$

Знаходимо втрати, прийшли в точку В – U_B (3.14):

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_B = 1,82 - 0,31 = 1,51 \%$$

Далі працюємо з ділянкою БГ. Розраховуємо приведений момент ділянки БГ
(3.12)

$$M_{BG} = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Розраховуємо прощу перерізу провідника на ділянці БГ

$$S_{BG} = \frac{M_{BG} + a \sum m_{оща}}{C \cdot U_B} = \frac{3 + 1,85 \cdot 13,58}{72 \cdot 1,82} = 0,21 \text{ мм}^2$$

Після обчислення значення S_{BG} знаходимо найближче більше стандартне значення із ряду стандартних площ перетину провідників:

$$S_{BG \text{ стандартне}} = 1,5 \text{ мм}^2$$

Знаходимо реальні втрати напруги на ділянці БГ

$$U_{BG} = \frac{M_{BG}}{C \cdot S_{BG \text{ стандарт.}}} = \frac{3}{72 \cdot 1,5} = 0,03 \%$$

Знаходимо втрати, прийшли в точку Г – UГ (3.14):

$$U_G = 1,82 - 0,03 = 1,79 \%$$

Таблиця 3.3 – Значення площі перерізу і втрат напруги живильної та розподільчої мереж.

Ділянка	P, кВт	M, кВт·м	S _{розр} , мм ²	S _{ст} , мм ²	U _{діл} , %	U _{точки} , %
АБ	45,7	2285	7,75	10	3,18	1,82

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БВ	8,84	132,6	4,67	6	0,31	1,51
БГ	0,3	3	0,21	1,5	0,03	1,79

Розраховуємо площу перетину проводів для групової мережі, для щитка робочого освітлення ОЩ (3.15):

$$S = \frac{\alpha \cdot m}{C \cdot U_B} \quad (3.15)$$

де α - коефіцієнт приведення моментів, що залежить від числа проводів на даній ділянці і відгалуджень;

m_i – приведений момент для 1 лінії робочого щитка, кВт·м

U_B - розрахункові втрати напруги, (пораховані вище);

C - коефіцієнт, що залежить від напруги мережі і матеріалу провідників.

Розраховуємо площу перетину проводу для будівлі

$$S_1 = \frac{1,33 \cdot 99,43}{12 \cdot 0,97} = 11,37 \text{ мм}^2 \quad S_2 = \frac{1,33 \cdot 99,43}{12 \cdot 0,97} = 11,37 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = \frac{1,33 \cdot 22,79}{12 \cdot 0,97} = 2,6 \text{ мм}^2 \quad S_4 = \frac{1,33 \cdot 24,76}{12 \cdot 0,97} = 2,83 \text{ мм}^2$$

$$S_5 = \frac{1,33 \cdot 9,37}{12 \cdot 0,97} = 1,07 \text{ мм}^2 \quad S_6 = \frac{1,33 \cdot 3,03}{12 \cdot 0,97} = 0,35 \text{ мм}^2$$

Після обчислення значень S знаходимо найближче більше стандартне значення із ряду стандартних площ перетину провідників:

$$S_{1 \text{ стандартне}} = 16 \text{ мм}^2 \quad S_{2 \text{ стандартне}} = 16 \text{ мм}^2$$

$$S_{3 \text{ стандартне}} = 4 \text{ мм}^2 \quad S_{4 \text{ стандартне}} = 4 \text{ мм}^2$$

$$S_{5 \text{ стандартне}} = 1,5 \text{ мм}^2 \quad S_{6 \text{ стандартне}} = 1,5 \text{ мм}^2$$

Далі переходимо до щитка аварійного освітлення ОЩА

Розраховуємо площу перетину проводу для першої лінії аварійного щитка (3.15)

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_A = \frac{1,33 \cdot 13,58}{12 \cdot 0,08} = 18,81 \text{ мм}^2$$

Після обчислення значення S_A знаходимо найближче більше стандартне значення із ряду стандартних площ перетину провідників:

$$S_{A \text{ стандартне}} = 25 \text{ мм}^2$$

Дані розрахунків групових мереж заносимо в таблицю 3.4

Таблиця 3.4 – Значення навантажень, приведених моментів та площ перетину провідників групових мереж

Ділянка	P, кВт	m, кВт·м	$S_{\text{розр}}, \text{мм}^2$	$S_{\text{ст}}, \text{мм}^2$
ОЦ1	8,84	258,81		
1	2,04	99,43	11,37	16
2	2,04	99,43	11,37	16
3	1,65	22,79	2,6	4
4	1,69	24,76	2,83	4
5	1,00	9,37	1,07	1,5
6	0,42	3,03	0,35	1,5
ОЦА	0,3	13,58	18,81	25

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було виконано електротехнічний розрахунок системи внутрішнього освітлення медичного закладу. Обрано схему електроживлення та визначено основні параметри освітлювальної мережі з урахуванням вимог надійності та електробезпеки медичних закладів. Виконано вибір кабельно-провідникової продукції, способів прокладання проводів та апаратів захисту відповідно до вимог ПУЕ та нормативної документації. Проведено розрахунок електричних навантажень, визначено перерізи провідників та підібрано захисну апаратуру для окремих груп освітлення.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Економічна частина

4.1.1. Складання кошторису витрат на обладнання та монтаж освітлювальної установки. Перелік використовуваних електроконструкцій та обладнання складаємо для освітлювальної установки відповідно специфікацій даного проекту: щитки; трансформатори і апарати; вимикачі, пускачі, штепсельні з'єднання; запобіжники, патрони; вимикачі двополюсні; освітлювальні прилади; джерела світла (прожектори, світильники, лампи, арматура промисловості). Перелік матеріалів складаємо за такими розділами: кабельна продукція; монтажні конструкції та деталі; освітлювальні коробки, кронштейни; метал, металовироби.

У таблиці 4.11 відповідно до даних індивідуальних проектів виконуємо розрахунки вартості матеріальних затрат M_i , грн, за (4.1)

$$M_i = H_m \cdot K_{\text{відх}} \cdot C_m \cdot K_{\text{тр}} \quad (4.1)$$

де H_m – норма витрат матеріалу або електроконструкцій;

$K_{\text{відх}}$ – коефіцієнт, що враховує відходи. Для визначення відходів використовуємо показники [14] зі змінами і доповненнями.

C_m – вартість одиниці матеріалу або електроконструкції, грн;

$K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати ($K_{\text{тр}} = 1,15$).

Визначаємо трудомісткість та вартість монтажних робіт

Подальші розрахунки проводимо у табличній формі у такій послідовності:

- складаємо перелік монтажних робіт;
- визначаємо трудомісткість монтажних робіт відповідно до вимог [14];

розраховуємо вартість монтажних робіт.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Розрахунок вартості матеріальних затрат

Найменування матеріалів та конструкцій	Одиниця виміру	Норма витрат	Кількість матеріалів і конструкцій з урахуванням норм відходів	Вартість, грн	
				одиниці матеріалу, конструкції	загального обсягу затрат з урахуванням транспортних витрат
Щиток освітлювальний ЩА-601	шт	2	2	1220,00	2440
Апарат захисту ABB SH 202B	шт	6	6	415,00	2490
Вимикач двоклавішний типу SVP	шт	204	210	61,00	12810
Розетки SRPB-01	шт	36	40	63,00	2520
Розетки SRPB-02	шт	74	75	63,00	4725
LED-палень ЛП 36 Вт 600x600	шт	53	55	150,00	8250
Настільний світильник ЛТБ-12	шт	48	50	660,00	33000
Підвісний світильник ЛБ 2 34 Вт	шт	11	13	449,00	5837
Локальний безтінювий медичний світильник ДП 100	шт	2	2	130 000,00	260000
Стельовий світильник ПК	шт	20	22	760,00	16720
Стельовий світильник VARTON 36 Вт	шт	1	2	2740,00	5480
LED-палень OSRAM 36 Вт 600x600	шт	3	4	920,00	3680
Стельовий світильник EGLO 24 Вт	шт	5	6	2770,00	16620
Стельовий світильник AVAR 24 Вт	шт	23	24	695,00	16680
Стельовий світильник КЛБ 42 Вт	шт	9	10	2360,00	23600
Стельовий світильник EGLO 18 Вт	шт	12	13	1360,00	17680
Стельовий світильник VARTON S 32 Вт	шт	4	5	1615,00	8075
Лінійний світильник AL531 18 Вт	шт	18	20	60,00	1200
Лінійний світильник HL-52 12 Вт	шт	8	10	290,00	2900
Кабель ВВГ (3x16) мідний силовий	м	140	142	257,00	36494
Провід ШВВП	м	890	895	25,90	23180,5
Монтажна коробка КУ68L, шт.	шт	120	124	17,00	2108
Труба вініпластова	м	140	142	47	6674
Труба поліетиленова	м	890	895	25	22375
Всього		–	–	–	535538,5

На 2026 рік кошторисну заробітну плату для розрахунку вартості будівництва (нове будівництво, реконструкція, реставрація, капітальний ремонт, технічне

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переоснащення) беремо у розмірі 24 240,0 грн. Цей показник відповідає середньому розряду складності будівельних робіт 3,8 за звичайних умов виконання.

Розрахунки проводимо у табличній формі (див. табл.4.2) у такій послідовності:

- складаємо перелік, обсяг, складність (розряд) монтажних робіт;
- розраховуємо трудомісткість монтажних робіт на одиницю вимірювання та на обсяг;
- розраховуємо вартість монтажних робіт (заробітну плату).

Визначаємо чисельність працівників $Ч_{пл}$, чол., за (4.2)

$$Ч_{пл} = \frac{T_{пл.заг}}{F_{еф.пл}} \quad (4.2)$$

де $T_{пл.заг}$ – загальна планова виробнича трудомісткість, людино-годин;

$F_{еф.пл.}$ – ефективний фонд часу роботи працівника за запланований календарний період, год. (у розрахунку 40 годин на тиждень, 166 год. за місяць).

Таблиця 4.2 – Визначення трудомісткості та вартості монтажних робіт

Найменування робіт з монтажу електрообладнання (група [21], розділ 2)	Кількість робіт за проектом (норма витрат)	Трудомісткість, люд.-год.		Середній розряд робіт	Вартість людино-години, грн	Заробітна плата, грн	
		одиниці вимірювання за нормами	обсягу робіт за проектом			за одиницю вимірювання	за обсяг робіт
Прокладання вінілплатових труб ПВХ (група 2/21-2-3)	140	0,478	66,92	3	133,66	63,88948	8944,5
Прокладання кабелів у вінілплатових трубах (група 11/21-11-2)	140	0,744	104,16	3,8	146,02	108,6389	15209,4
Прокладання поліетиленових труб (група 3/21-3-2)	890	0,2546	226,594	3	133,66	34,02984	30286,5

Затягування проводу у прокладені поліетиленові труби (група 421-4-4)	890	0,1628	144,892	3	133,6 6	21,75 985	19366,3
Монтаж світильників для люмінесцентних ламп (група 1821-18-15)	141	2,1164	298,4124	3	133,6 6	282,8 78	39885,8
Монтаж світильників з лампами КЛЛ (група 17/21-17-6)	74	1,5096	111,7104	3	133,6 6	201,7 731	14931,2
Встановлення вимикачів (група 22/21-22-3)	204	0,293	59,772	3	133,6 6	39,16 238	7989,1
Встановлення штепсельних розеток (група 22/21-22-8)	110	0,2782	30,602	3	133,6 6	37,18 421	4090,3
Монтаж освітлювальних щитків (група 24/21-24-3)	2	4,44	8,88	3,8	146,0 2	648,3 288	1296,7
Монтаж апаратів захисту (група 24/21-24-2)	6	3,91	23,46	3,8	146,0 2	570,9 382	3425,6
Всього монтажних робіт	–	–	1075,4	–	–	–	145425

Визначаємо середньомісячну з/п працівників $ЗП_{см}$, грн, за (4.3)

$$ЗП_{см} = \frac{ЗП_{заг}}{K_{міс} \cdot Ч_{пл}} \quad (4.3)$$

де $ЗП_{заг}$ – розмір нарахованої з/п за загальний обсяг монтажних робіт;

$K_{міс}$ – кількість місяців, протягом яких будуть виконуватися роботи;

$Ч_{пл}$ – чисельність працівників, яких планується залучити до виконання робіт.

Виконуємо розрахунки.

$$Ч_{пл} = \frac{1075,4}{166} = 7 \text{ чол.}$$

$$ЗП_{см} = \frac{145425}{1 \cdot 7} = 20775 \text{ грн.}$$

Складаємо кошторис витрат на обладнання та монтаж освітлювальної установки за попередніми обрахунками. Кошторис витрат на монтаж освітлювальної установки, де загальна кількість становить 535539.

4.1.2. Розрахунок експлуатаційних витрат освітлювальної установки

Експлуатаційні або поточні витрати – це витрати, що виникають у процесі використання об'єкта, його технічного обслуговування та забезпечення належного функціонування. Ці витрати визначаються щорічно та на весь період експлуатації об'єкта. Зважаючи на тривалість цього періоду, щорічні витрати можуть

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змінюватися. До складу таких витрат входять: оплата за спожиту електроенергію та витрати на технічне обслуговування освітлювального обладнання. Річні витрати на електроенергію $V_{ел}$, грн, обчислюються за (4.4)

$$V_{ел} = W_{ел} \cdot T_{ел}, \quad (4.4)$$

де $W_{ел}$ – кількість спожитої електроенергії, $кВт \cdot год.$,

$T_{ел}$ – тариф на електроенергію, що відповідає діючому, грн/кВт·год.

Кількість спожитої електроенергії $K_{ел}$, $кВт \cdot год.$, визначаємо за (3.5)

$$W_{ел} = \frac{N_{дж} \cdot n_{дж} \cdot n_{пр} \cdot T_{річ} \cdot \alpha_{втр}}{1000 \cdot k_{мер}}, \quad (4.5)$$

де $N_{дж}$ – потужність одного джерела світла (лампи), Вт;

$n_{дж}$ – кількість джерел світла в одному освітлювальному приладі, шт.;

$n_{пр}$ – кількість освітлювальних приладів, шт.;

$T_{річ}$ – кількість годин роботи установки за рік, год.;

$\alpha_{втр}$ – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії у пускорегулюючих апаратах, $\alpha_{втр} = 1,25$

$k_{мер}$ – коефіцієнт, що враховує втрати енергії в електричних мережах (складають 5%, $k_{мер} = 0,95$).

Таблиця 4.4 – Розрахунок витрат за споживану електроенергію

Показники	Результат
Загальна встановлена потужність системи освітлення, кВт	6,11
Кількість світильників, шт.	206
Кількість годин роботи за рік, год	8760
Річне споживання електроенергії, кВт·год	61412,21
Тариф на електроенергію, грн/(кВт·год)	10,50
Річні витрати на електроенергію, грн	1 473 893,05

Отже, вартість спожитої електроенергії за рік складе 1473893,052 грн.

Визначаємо вартість чищення світильників за (4.6)

$$V_{\text{чищ}} = n_{\text{пр}} \cdot \frac{T_{\text{річ}}}{T_{\text{чищ}}} \cdot S_{\text{чищ}}, \quad (4.6)$$
$$V_{\text{чищ}} = 236 \cdot \frac{8760}{4380} \cdot 120 = 56640 \text{ грн.}$$

де $T_{\text{чищ}}$ – період чищення, год.;

$S_{\text{чищ}}$ – вартість одного чищення світлового приладу, грн / шт.

Експлуатаційні витрати освітлювальної установки $V_{\text{експл}}$, грн, визначаються за формулою (4.7) шляхом додавання витрат за споживану електроенергію, витрат на заміну і обслуговування освітлювальних приладів:

$$V_{\text{експл}} = V_{\text{ел}} + V_{\text{чищ}} \quad (4.7)$$

$$V_{\text{експл}} = 1473893 + 56640 = 1530533 \text{ грн.}$$

У результаті розрахунків визначено, що річні експлуатаційні витрати освітлювальної установки становлять 1 530 533 грн. Основну частину цієї суми складають витрати на електроенергію – 1 473 893 грн, які обчислено на основі встановленої потужності світильників, тривалості роботи протягом року (8760 годин) та чинного тарифу на електроенергію (4,32 грн/кВт·год).

Додатково враховано витрати на періодичне чищення світильників у розмірі 56 640 грн, виходячи з вартості одного чищення 120 грн та періодичності кожні 4380 годин роботи.

4.2. Охорона праці

4.2.1. Техніка безпеки при монтажі освітлювальної установки.

Згідно з вимогами [15] роботи на електроустановках повинні виконуватись бригадою з не менше ніж двох працівників, один з яких призначається

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідальним за безпечне виконання робіт. Роботи на висоті регламентуються [16], який встановлює вимоги до драбин, риштувань та платформ, що застосовуються в будівельно-монтажних роботах.

Монтаж освітлювальних мереж проводиться із застосуванням ручного електроінструменту, пересувних драбин, вишок, що вимагає від працівників знання правил роботи з механізмами, а також володіння навичками безпечної поведінки в потенційно небезпечних умовах. Під час монтажу в операційних, маніпуляційних, рентгенкабінетах особлива увага приділяється заземленню світильників і правильному з'єднанню жил проводів. Роботи мають проводитись у знеструмленому стані, з контролем відсутності напруги спеціальними тестерами.

Особливої уваги потребує організація робіт у важкодоступних місцях, на висоті або в умовах обмеженого простору. У таких випадках робота повинна виконуватись у присутності страхувального працівника, із забезпеченням резервного освітлення та постійного голосового зв'язку. Використання драбин і помостів має відповідати ДСТУ. Для уникнення падінь з висоти слід використовувати запобіжні пояси, страхувальні троси та упори. Усі роботи на висоті виконуються з оформленням відповідного дозволу та за наявності наряду-допуску.

Ручний інструмент має бути оснащений захисними кожухами, справною ізоляцією, а електропостачання має здійснюватися через УЗО (пристрій захисного відключення). Заборонено працювати вологими руками або у вологому одязі. Робочі місця мають бути вільні від сторонніх предметів, захаращення інструментами і залишками матеріалів неприпустиме. Наприкінці кожного робочого дня проводиться прибирання та перевірка стану мереж. Всі монтажні з'єднання повинні бути виконані якісно, із забезпеченням електричного контакту, ізоляції та маркування.

4.2.2. Розробка протипожежних організаційних та технічних заходів, підбір засобів пожежогасіння

Протипожежні заходи мають відповідати вимогам [17]. Проектування електроосвітлення здійснюється з урахуванням категорій приміщень за

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухопожежною та пожежною безпекою. Забезпечення об'єкта первинними засобами пожежогасіння повинно відповідати вимогам Наказу МВС № 25 від 15.01.2018.

Протипожежна безпека – один з ключових напрямків охорони праці під час електромонтажу. Відповідно до чинного законодавства та нормативних документів, кожен етап монтажу повинен враховувати ризики займання, пов'язані з електричними перевантаженнями, пошкодженням ізоляції, використанням нестандартного обладнання.

До початку робіт обов'язково проводиться інструктаж з протипожежної безпеки. На об'єкті встановлюються інформаційні щити з алгоритмами дій у разі пожежі, плани евакуації, таблички з телефонами екстрених служб. Під час виконання робіт заборонено використовувати відкритий вогонь, палити або працювати з легкозаймистими речовинами. Усі з'єднання мають бути надійно ізольовані, а металеві конструкції – заземлені.

Технічними засобами пожежогасіння виступають вогнегасники порошкові ВП-5, якими обладнуються всі технічні приміщення, щитові, кабінети з підвищеним навантаженням. Також можливе застосування автоматичних систем виявлення задимлення і пожежі – пожежні сповіщувачі встановлюються у місцях з підвищеним ризиком. Кабелі застосовуються виключно з негорючою або самозагасною ізоляцією. У щитових можливе встановлення вогнезахисних перегородок або антипіренових покриттів. Приміщення медичного закладу належать до категорії В1а з класом зони П-Па за ПУЕ.

4.2.3 Захист навколишнього середовища

Згідно з Законом України [17], усі підприємства зобов'язані забезпечити раціональне використання природних ресурсів, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище та утилізацію відходів згідно з екологічними вимогами. Електромонтажні організації мають дотримуватись цих норм на кожному етапі реалізації проєкту.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист довкілля є невід’ємною частиною сучасного електромонтажного процесу. Важливо не лише забезпечити комфортні та безпечні умови для працівників, а й мінімізувати вплив на природне середовище. Монтажні роботи супроводжуються утворенням відходів: обрізки кабелів, використані упаковки, пластикові гільзи, уламки будівельних матеріалів, пошкоджені лампи. Усе це підлягає суворій класифікації, сортуванню та передачі на утилізацію або вторинну переробку через ліцензовані підприємства.

Проектом передбачено використання енергоощадних LED-світильників, що не містять токсичних речовин (на відміну від люмінесцентних), мають тривалий термін служби і знижують потребу у регулярній заміні. Установлення світлодіодного освітлення дозволяє зменшити споживання електроенергії до 40–60%, що знижує викиди CO₂ у довкілля.

Під час виконання робіт не допускається використання речовин, які містять хлор, ртуть або інші екотоксиканти. Будівельне сміття не повинно потрапляти до каналізації або ґрунту. Тимчасові склади матеріалів мають бути накриті та мати захисні борти. Шумове навантаження контролюється шляхом дотримання режиму тиші у вечірній і нічний час. У медичному закладі функціонує система вентиляції, що підтримує оптимальні параметри мікроклімату.

У процесі проектування та реалізації системи електричного освітлення в лікарні були передбачені повноцінні заходи щодо охорони праці, техніки безпеки, протипожежного захисту та екологічної безпеки. Розроблені технічні рішення відповідають сучасним вимогам ДБН, ПУЕ та НПАОП.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі було виконано економічне обґрунтування проекту системи освітлення медичного закладу та розглянуто основні питання охорони праці під час монтажу й експлуатації освітлювальної установки.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано проектування системи внутрішнього електричного освітлення амбулаторії. У процесі виконання роботи було проаналізовано архітектурно-планувальні особливості будівлі та визначено основні вимоги до освітлення різних функціональних приміщень відповідно до нормативної документації. Проведено класифікацію приміщень за розрядами зорових робіт і встановлено нормативні значення освітленості, індексу кольоропередачі та допустимого рівня засліпленості.

На основі аналізу сучасних джерел світла та світлотехнічного обладнання обґрунтовано доцільність використання світлодіодних світильників, які характеризуються високою світловою віддачею, низьким енергоспоживанням, тривалим терміном служби та відповідністю санітарно-гігієнічним вимогам медичних приміщень.

У роботі виконано світлотехнічний розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання, визначено необхідну кількість світильників та розроблено схеми їх розміщення у приміщеннях медичного закладу. Для перевірки ефективності прийнятих рішень проведено моделювання освітлювальних установок у програмному середовищі DIALux, що підтвердило відповідність отриманих показників вимогам ДБН.

У ході електротехнічного проектування було обрано схему електроживлення, виконано вибір кабельно-провідникової продукції, апаратів захисту та проведено розрахунок електричних навантажень освітлювальної мережі. Також у проєкті передбачено систему аварійного освітлення для забезпечення безпечної евакуації людей та безперервної роботи важливих функціональних зон медичного закладу.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність використання світлодіодних джерел світла та сучасних систем освітлення з точки зору зниження експлуатаційних витрат і підвищення енергоефективності об'єкта. У розділі охорони праці розглянуто основні заходи щодо забезпечення безпечних умов монтажу та експлуатації системи освітлення.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Басова Ю. О., Кислиця Д. В., Кислиця С. Г., Кожушко Г. М. Системи автоматичного керування освітленням – ефективний шлях економії електроенергії та підвищення якості освітлення. Системи управління, навігації та зв'язку. 2024. № 4(78). С. 31–38. <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/18034>
2. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення : Державні будівельні норми України. Київ : Мінрегіон України, 2018. 90 с.
3. Електричне освітлення та опромінення : навч. посіб. Київ : Технопринт, 2018. 256 с.
4. Войнаровський В.М. Світлотехніка : підручник. Київ : Каравела, 2016. 328 с.
5. Салтиков В. О., Поліщук В. М., Коляда О. Ю. Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 95 с.
6. Правила улаштування електроустановок. Електричне освітлення. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017. 617 с.
7. Основи світлотехніки : електронний навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ. Режим доступу: <https://surl.li/habssy>
8. ДБН В.2.2-10:2022. Заклади охорони здоров'я. Основні положення. [Чинний від 2023-03-01]. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 89 с.
9. ДСТУ EN 1838:2019. Світлотехніка. Аварійне освітлення (EN 1838:2013, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 24 с.
10. DIALux: the worldwide leading lighting design software [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dialux.com/en-GB/>
11. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 171 с.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Лесько В. О., Комар В. О., Кравчук С. В., Сікорська О. В. Електричні апарати : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2018. 102 с.

13. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електроустановок.

14. ДБН Д.2.2-21-99. Збірник 21 : Електроосвітлення будинків.

15. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС) : НПАОП 40.1-1.21-98. Київ, 1998

16. ДСТУ EN 12464-1:2016. Освітлення робочих місць. Частина 1. Робочі місця в приміщеннях.

17. ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту. Електропостачання"

18. Про охорону навколишнього природного середовища" (від 25.06.1991 № 1264-ХІІ)

19. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи за освітньо професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G3 «Електрична інженерія» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво / відпов. за випуск Попов С., Басова Ю., Семенов А., Бичков Я. Полтава: ПДАУ, 2022. 32 с.

					КРБ.141ЕЕбд_31[3].07.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Світлотехнічна відомість

№ Назва приміщення	S, м ²	h _p ,м	E, лк	κ _з	ОП (тип, кількість ламп в світильнику)	i	η	N, шт	P _{оу} , кВт
1. Оглядова	31,3	3	500	1,3	LED світильник LED-STORY Frame 40 W 4000 Лм	0,92	59	11	0,44
2. Рецепція з зоною відпочинку	67,2	2,2	300	1,3	LED світильник Nowodvorski Lid Square 50 W 4400 Лм	1,8	71	11	0,55
3. Палата 1	28,12	2,7	200	1,3	Лінійний LED світильник OLEDIM 40W 3500Лм	0,97	59	6	0,24
4. Палата 2	28,12	2,7	200	1,3	Лінійний LED світильник OLEDIM 40W 3500Лм	0,97	59	6	0,24
5. Палата 3	28,12	2,7	200	1,3	Лінійний LED світильник OLEDIM 40W 3500Лм	0,97	59	6	0,24
6. Палата 4	28,12	2,7	200	1,3	Лінійний LED світильник OLEDIM 40W 3500Лм	0,97	59	6	0,24
7. Коридор	64,8	3	50	1,3	Магнітний трековий світильника OLEDIM 50 W 2700 Лм	0,8	49	4	0,2
8. Операційна 1	29,7	2,2	400	1,3	LED світильник LED-STORY Frame 40 W 4000 Лм	1,2	59	8	0,32
9. Передопераційна	7,5	2,2	300	1,3	LED світильник LED-STORY Frame 40 W 4000 Лм	0,5	32	3	0,12
10. Операційна 2	29,7	2,2	400	1,3	LED світильник LED-STORY Frame 40 W 4000 Лм	1,2	59	8	0,32

11. Передопераційна	7,5	2,2	300	1,3	LED світильник LED-STORY Frame 40 W 4000 Лм	0,5	32	3	0,12
12. Ординаторська	11,61	2,2	300	1,3	LED світильник Nowodvorski Lid Square 50 W 4400 Лм	0,8	49	3	0,15
13. Склад з медикаментами	5,7	3	50	1,7	Магнітний трековий світильника OLEDIM 50 W 2700 Лм	0,4	32	1	0,05
14. Їдальня	27,6	1,9	200	1,3	Підвісний світильник Nowodvorski HEMISPHERE 30 W 2400 Лм	1,4	75	5	0,15
15. Жіночий санвузол	14,32	3	75	1,7	Трековий світильник Friendlylight Mono SP10 30 W 2400 Лм	0,6	49	2	0,06
16. Чоловічий санвузол	14,32	3	75	1,7	Трековий світильник Friendlylight Mono SP10 30 W 2400 Лм	0,6	49	2	0,06
17. Кабінет лікаря 1	11,2	2,2	500	1,3	LED світильник LED-STORY Frame LUX Premium 40 W 4000 Лм	0,8	49	4	0,16
18. Кабінет лікаря 2	11,2	2,2	500	1,3	LED світильник LED-STORY Frame LUX Premium 40 W 4000 Лм	0,8	49	4	0,16
19. Кабінет лікаря 3	11,2	2,2	500	1,3	LED світильник LED-STORY Frame LUX Premium 40 W 4000 Лм	0,8	49	4	0,16
20. Кабінет лікаря 4	11,2	2,2	500	1,3	LED світильник LED-STORY Frame LUX Premium 40 W 4000 Лм	0,8	49	4	0,16
21. Коридор	38,5	3	50	1,3	Магнітний трековий світильника OLEDIM 50 W 2700 Лм	0,9	49	3	0,15
22. Коридор	12,2	3	50	1,3	Магнітний трековий світильника OLEDIM 50 W 2700 Лм	0,4	32	2	0,1

Додаток В

Кошторис витрат на монтаж освітлювальної установки

Номенклатура обладнання та перелік монтажних робіт	Кількість	Кошторисна вартість, грн.					
		Одиниці			Загальна		
		Обладнання (Електроконструкції та матеріали)	Монтажних робіт		Обладнання (Електроконструкції та матеріали)	Монтажних робіт	
			ЗП за одиницю монтажних робіт	ЗП за одиницю монтажних робіт з нарахуваннями		Загальна ЗП за виконані монтажні роботи	Загальна ЗП завиконані монтажні роботи з нарахуваннями
Розділ 1							
Електроконструкції та матеріали							
Щиток освітлювальний ЩА-601	2	1220,00	–	–	2440	–	–
Апарат захисту ABB SH 202B	6	415,00	–	–	2490	–	–
Вимикач двоклавішний типу SVP	210	61,00	–	–	12810	–	–
Розетки SRPB-01	40	63,00	–	–	2520	–	–
Розетки SRPB-02	75	63,00	–	–	4725	–	–
LED-палень ЛП 36 Вт 600x600	55	150,00	–	–	8250	–	–
Настільний світильник ЛТБ-12	50	660,00	–	–	33000	–	–
Підвісний світильник ЛБ 2 34 Вт	13	449,00	–	–	5837	–	–
Локальний безтіньовий медичний світильник ДП 100	2	130 000,00	–	–	260000	–	–
Стельовий світильник ПК	22	760,00	–	–	16720	–	–
Стельовий світильник VARTON 36 Вт	2	2740,00	–	–	5480	–	–
LED-палень OSRAM 36 Вт 600x600	4	920,00	–	–	3680	–	–

Стельовий світильник EGLO 24 Вт	6	2770,00	–	–	16620	–	–
Стельовий світильник AVAR 24 Вт	24	695,00	–	–	16680	–	–
Стельовий світильник КЛБ 42 Вт	10	2360,00	–	–	23600	–	–
Стельовий світильник EGLO 18 Вт	13	1360,00	–	–	17680	–	–
Стельовий світильник VARTON S 32 Вт	5	1615,00	–	–	8075	–	–
Лінійний світильник AL531 18 Вт	20	60,00	–	–	1200	–	–
Лінійний світильник HL-52 12 Вт	10	290,00	–	–	2900	–	–
Кабель ВВГ (3x16) мідний силовий	142	257,00	–	–	36494	–	–
Провід ШВВП	895	25,90	–	–	23180,5	–	–
Монтажна коробка КУ68L, шт.	124	17,00	–	–	2108	–	–
Труба вініпластова	142	47	–	–	6674	–	–
Труба поліетиленова	895	25	–	–	22375	–	–
Всього по розділу 1	2767	13941,9	–	–	535539	–	–
Розділ 2 Монтаж електроконструкцій та матеріалів							
Прокладання вініпластових труб ПВХ (група 2/21-2-3)	140	–	63,88948	77,9	–	8944,5	10912,3
Прокладання кабелів у вініпластових трубах (група 11/21-11-2)	140	–	108,6389	132,5	–	15209,4	18555,5
Прокладання поліетиленових труб (група 3/21-3-2)	890	–	34,02984	41,5	–	30286,5	36949,5
Затягування проводу у прокладені поліетиленові труби (група 4/21-4-4)	890	–	21,75985	26,5	–	19366,3	23626,9
Монтаж світильників для люмінесцентних ламп (група 18/21-18-15)	141	–	282,878	345,1	–	39885,8	486640,7
Монтаж світильників з лампами КЛЛ (група 17/21-17-6)	74	–	201,7731	246,2	–	14931,2	18216,1
Встановлення вимикачів (група 22/21-22-3)	204	–	39,16238	47,8	–	7989,1	9746,7
Встановлення штепсельних розеток (група 22/21-22-8)	110	–	37,18421	45,4	–	4090,3	4990,2
Монтаж освітлювальних щитків (група 24/21-24-3)	2	–	648,3288	791	–	1296,7	1582
Монтаж апаратів захисту (група 24/21-24-2)	6	–	570,9382	696,5	–	3425,6	4179,2
Всього по розділу 2					–	504425,4	615398,99
Всього кошторисна вартість (розділ 1 + розділ 2)						1 150 937,99	