

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему **«Підвищення енергоефективності системи освітлення
фінансової установи»**


Виконав: студент 2 курсу, групи 201-
пМЕ2 спеціальності 141

«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Тарапата О.Ю. 

(прізвище та ініціали)

Керівник Фомін О.С. 

(прізвище та ініціали)

Рецензент Галай В.М.

(прізвище та ініціали)

Полтава 2025

Реферат

Пояснювальна записка містить 53 сторінок, 23 рисунки, 7 таблиць, 6 плакатів, 4 додатки, 22 бібліографічне найменування.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування енергоефективної системи освітлення для фінансової установи з урахуванням чинних будівельних і електротехнічних норм, а також принципів енергозбереження. Об'єктом розробки є двоповерхова банківська будівля з адміністративними, касовими, офісними та технічними приміщеннями загальною площею 700 м².

У ході проєкту виконано світлотехнічні та електротехнічні розрахунки: визначено кількість і типи світильників, виконано розрахунок освітленості, струмів навантаження, втрат напруги, підібрано перерізи проводів і апаратуру захисту. Запропоновано систему освітлення на базі світлодіодних світильників із використанням автоматизованого керування (датчики руху, таймери, димери) та резервного живлення критичних зон (UPS). Обрана схема електропостачання типу TN-S забезпечує відповідність нормативам, електробезпеку та надійність роботи електрообладнання.

Розроблене технічне рішення може бути впроваджене в адміністративних, банківських та офісних будівлях з метою зниження енергоспоживання, покращення умов праці персоналу та підвищення надійності електропостачання.

Ключові слова: освітлення, енергоефективність, фінансова установа, світлодіоди, автоматизація, UPS, TN-S, електропостачання.

Abstract

The explanatory note contains 53 pages, 23 figures, 7 tables, 6 posters, 4 appendices, and 22 bibliographic references.

The aim of the qualification work is to design an energy-efficient lighting system for a financial institution in accordance with current construction and electrical standards, as well as energy-saving principles. The object of development is a two-story bank building with administrative, cashier, office, and technical premises with a total area of 700 m².

The project includes lighting and electrical calculations: the number and types of luminaires, illumination levels, load currents, voltage drops, cable cross-sections, and protective devices. A lighting system based on LED luminaires was proposed, incorporating automated control elements (motion sensors, timers, dimmers) and backup power supply (UPS) for critical areas. The selected TN-S power supply scheme ensures compliance with safety standards, electrical reliability, and uninterrupted operation of sensitive equipment.


The proposed solution can be implemented in administrative, banking, and office buildings to reduce energy consumption, improve working conditions, and increase power supply reliability.

Keywords: lighting, energy efficiency, financial institution, LEDs, automation, UPS, TN-S, power supply.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматки,
електроніки та телекомунікацій


О.В. Шефер
«01» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

Тарапаті Олександрю Юрійовичу

1. Тема роботи «Підвищення енергоефективності системи освітлення фінансової установи»

керівник роботи Фомін Олександр Сергійович, к.т.н., доцент

затверджена наказом вищого навчального закладу від 03 . 03 . 2025 року
№ 206/1-ФФ

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) План приміщень та розташування робочих місць фінансової установи. Номінальна напруга 220В, частота 50 Гц. Розробити проєкт системи освітлення фінансової установи з підвищеною енергоефективністю та мінімальними капіталовкладеннями.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз вимог до світлового мікроклімату приміщень фінансових установ. Огляд існуючих систем освітлення приміщень. Вибір виду системи освітлення та джерел світла. Вибір світлотехнічних нормованих характеристик систем освітлення фінансових установ. Електрична мережа систем освітлення приміщень фінансової установи. Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень. Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту. Розрахунок електричної освітлювальної мережі по втраті напруги.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):


- 1) актуальність, мета та задачі роботи;
- 2) система освітлення фінансової установи;
- 3) схема електричної мережі системи освітлення;
- 4) схема приміщення з розміщенням джерел освітлення;
- 5) таблиця характеристик обраних джерел світла;

- 6) результати світлотехнічного розрахунку системи загального робочого освітлення;
 - 7) результати електротехнічного розрахунку електричної освітлювальної мережі;
 - 8) висновки.
6. Дата видачі завдання 01.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

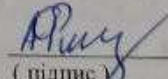
Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітки (плакати)
		Дата	Курс	Відсоток	
1	Аналіз вимог до світлового мікроклімату приміщень фінансових установ. Постановка задач на кваліфікаційну роботу	22.04.25	I	20%	Пл. 1
2	Вибір виду системи освітлення та джерел світла. Вибір світлотехнічних нормованих характеристик систем освітлення фінансових установ.	08.05.25		40%	Пл. 2,3
3	Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень	22.05.25	II	60%	Пл. 4
4	Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту. Розрахунок електричної освітлювальної мережі по втраті напруги.	30.05.25		80 %	Пл. 5,6
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	10.06.25	III	100%	Пл. 7,8

Студент


(підпис)

Тарапата О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Фомін О.С.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОСВІТЛЕННЯ ФІНАНСОВОЇ УСТАНОВИ	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт проектування	9
1.2 Світловий мікроклімат приміщень фінансових установ.....	12
1.3 Огляд існуючих систем освітлення	15
1.4 Вибір освітлювальних приладів та їх систем управління	17
1.5 Вибір системи освітлення та видів освітлення	25
1.6 Світлотехнічний розрахунок	26
2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПО СТРУМУ НАВАНТАЖЕННЯ	29
2.1 Вибір напруги та джерел живлення.....	29
2.2 Вибір схеми живлення	31
2.3 Вибір марки проводу та способу прокладання.	33
2.4 Розрахунок струму навантаження та розрахунок втрат напруги	36
2.5 Вибір апаратів захисту.....	41
2.6 Розрахунок резервного живлення (UPS, ДГ).....	46
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
Додатки	

ВСТУП

Сучасні тенденції в енергетичному секторі включають не тільки розвиток нових технологій, але й підвищення ефективності використання існуючих джерел енергії. Одним з найактуальніших завдань сьогодні є зниження енергоспоживання систем освітлення, які мають значний вплив на загальне енергоспоживання будь-якої організації. Особливо у фінансових установах, де системи освітлення повинні працювати безперервно протягом тривалого часу, впровадження енергоефективних рішень є економічно вигідним і необхідним кроком на шляху до оптимізації витрат.

Аналіз стану існуючих систем освітлення показує, що багато з них використовують застарілі та неефективні джерела світла. Вдосконалення цих систем вимагає використання сучасних джерел світла, таких як світлодіодні лампи, інтелектуальних систем керування та оптимізованого проектування схем освітлення на основі стандартизованих світлотехнічних характеристик.

Ця тема є актуальною, оскільки необхідно вдосконалювати системи освітлення фінансових установ, щоб зменшити енергоспоживання та капітальні витрати без шкоди для умов праці та вимог до освітлення. Крім того, підвищення енергоефективності може допомогти зменшити негативний вплив на навколишнє середовище за рахунок скорочення споживання енергії.

Метою кваліфікаційної роботи була розробка енергоефективної системи освітлення для фінансової установи на основі сучасних світлотехнічних та електротехнічних рішень, що забезпечують ідеальний баланс між ефективністю, надійністю та відповідністю нормативним вимогам.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

- Проаналізувати вимоги до світлового мікроклімату в приміщеннях фінансових установ;
- Провести огляд існуючих технологій освітлення та джерел світла;
- Обґрунтувати вибір типу системи освітлення та відповідних параметрів освітлення;

- Виконати електротехнічні та світлотехнічні розрахунки;
- Розробити схему освітлювальної мережі з урахуванням втрат напруги та підбором апаратури захисту.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації освітлювальних систем у подібних установах, а також слугувати базою для подальших науково-технічних досліджень у галузі енергозбереження.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОСВІТЛЕННЯ ФІНАНСОВОЇ УСТАНОВИ

1.1 Загальні відомості про об'єкт проектування

Об'єкт проектування являє собою двоповерхову будівлю, що виконує адміністративні операційні та функції фінансової установи. Будівля банку є застарілою і не може служити в повному обсязі. Вона потребує розширення спектру банківських послуг, збільшення кількості клієнтів та комфорту для них, зростання обсягу оброблюваних документів та впровадження сучасних цифрових технологій означали необхідність модернізації внутрішніх систем електропостачання, особливо освітлення, відповідно до чинних українських норм та стандартів Європейського Союзу.

Будівля банку має прямокутну форму, з габаритними розмірами 27×14 м. Загальна площа становить 700 м^2 , з яких 370 м^2 припадає на перший поверх, а 330 м^2 – на другий. Конструкція складається з монолітних залізобетонних перекриттів і колон, а також внутрішніх перегородок з повнотілої цегли. Вікна - металопластикові з двокамерними склопакетами. Зовнішні стіни утеплені шарнірно-вентильованою фасадною системою, що забезпечує стабільні теплові характеристики в будь-яку пору року.

Висота першого поверху варіюється від 3 до 3,2 метрів, а висота другого поверху - від 3,1 до 3,3 метрів. Будівля забезпечує комфортні умови для роботи співробітників та обслуговування клієнтів.

Перший поверх включає:

- центральний хол і зону обслуговування клієнтів;
- приміщення кас;
- кімнату охорони;
- технічні приміщення;
- зону очікування;
- серверну;

- санвузли.

Другий поверх включає:

- кабінети керівництва та відділів обслуговування;
- кімнату для переговорів;
- архів для зберігання документації;
- технічну кімнату для систем вентиляції та безперебійного живлення;
- кухню;
- санвузли.

Всі офіси оснащені комп'ютерами, банківськими терміналами, спеціальним електронним обладнанням, офісною технікою, внутрішніми мережами передачі даних та енергозберігаючими лампами.

На момент проєктування електромережі експлуатуються з перевищеним терміном служби, що викликає ряд проблем:

- перевантаження розеткових і освітлювальних груп;
- нерівномірне розподілення навантажень;
- відсутність сучасних пристроїв автоматичного захисту;
- застарілі джерела світла з низьким ККД;
- відсутність можливостей інтеграції з автоматизованими системами керування.

Номінальна напруга електромережі становить 220 вольт, частота - 50 Гц. Електропостачання здійснюється від міської електромережі через ввідний щит на першому поверсі. Використовується система електропостачання типу TN-S. Загальне навантаження об'єкта становить близько 25-30 кВт з урахуванням усіх систем: освітлення, IT-обладнання, пожежної сигналізації, систем вентиляції та кондиціонування.

Передбачено поділ навантаження на окремі групи:

- загальне освітлення;
- комп'ютерна мережа;
- обладнання кас і серверної;
- система охорони та відеонагляду;

- вентиляція та клімат-контроль.

В рамках модернізації системи електропостачання заплановано наступне

- повна заміна мережі освітлення на світлодіодні світильники;
- впровадження енергоефективної системи освітлення з інтелектуальним управлінням (таймери, датчики руху, автоматичне управління освітленням);
- Встановлення сучасного електрощитового обладнання з селективним автоматичним захистом;
- Підключення резервних джерел живлення для забезпечення безперебійної роботи критично важливих систем (касові апарати, серверні, системи безпеки);
- Інтеграція систем вимірювання енергоспоживання з можливістю віддаленого моніторингу;
- монтаж слабкострумних мереж для телекомунікацій, систем сигналізації та контролю доступу.

Для фінансових установ було обрано систему електропостачання типу

TN-S, яка починається від розподільчого щита і розділяє нульовий (N) і захисний (PE) дроти по всій довжині мережі. Ця система рекомендується для офісних та адміністративних будівель, де використовується обладнання, чутливе до якості електроенергії, і де існують підвищені вимоги до електробезпеки.

Переваги системи TN-S полягають у наступному:

- Підвищена електробезпека - знижений ризик ураження електричним струмом завдяки окремим захисним провідникам PE, які забезпечують надійний шлях відходу в разі пошкодження ізоляції.
- Сумісність з електронним обладнанням - в захисному провіднику не протікає струм (також у випадку TN-C або TN-C-S), що забезпечує стабільні електричні характеристики. роботу комп'ютерного, банківського, телекомунікаційного та серверного обладнання, чутливого до перешкод і коливань напруги.

– Відповідність європейським стандартам - TN-S лежить в основі більшості сучасних норм ЄС щодо будівельної інфраструктури, в тому числі тих, що вимагають інтегрованих систем управління будівлею (BMS).

– Функції селективного захисту - окремі заземлювальні кабелі дозволяють системі автоматичного відключення правильно функціонувати в разі короткого замикання або перевантаження, підвищуючи таким чином надійність і керованість мережі.

Таким чином, використання системи TN-S забезпечує відповідність чинним нормам (ДБН В.2.5-23:2010, ПУЕ) і гарантує безпечну експлуатацію електрообладнання, стабільність енергопостачання та інтеграцію сучасних енергозберігаючих технологій.

Метою проекту є створення надійної, безпечної та енергоефективної системи електропостачання для фінансової установи, яка б гарантувала безперебійну роботу персоналу, відповідність нормативним вимогам, зниження експлуатаційних витрат та масштабованість для майбутнього розвитку інфраструктури.

1.2 Світловий мікроклімат приміщень фінансових установ

Світловий мікроклімат - це сукупність характеристик освітлення, які створюють комфортні умови для зорової роботи людини в приміщенні. Він визначається освітленістю, рівномірністю світлового потоку, відсутністю відблисків, відповідним колірним спектром джерел світла та співвідношенням між природним і штучним освітленням.

Ці показники особливо важливі для фінансових установ, де більшість працівників проводять довгі години за комп'ютером, обробляючи документи, працюючи з грошима або взаємодіючи з клієнтами.

У фінансових установах, де працівники переважно виконують візуальні завдання, пов'язані з документами, комп'ютерами та банківським обладнанням,

вимоги до освітлення повинні відповідати чинним стандартам: ДБН В.2.5-28:2018, ДСТУ БН В.2.5-28:2018, ДСТУ БН В.2.5-1:2014.

Таблиця 1.1 – Рекомендовані рівні освітленості у приміщеннях фінансових установ

№	Приміщення	Мінімальна освітленість, лк	Примітка
1	Касова зона, обслуговування клієнтів	500–750	Висока точність роботи з документами
2	Робочі місця з ПК	500	Уникається відблиск на екрані
3	Зона очікування клієнтів	200–300	Комфортне перебування
4	Серверна	300	Мінімально необхідне для обслуговування
5	Коридори, проходи	100–200	Загальне орієнтування
6	Переговорні кімнати, архіви	300–500	Залежно від призначення
7	Санвузли, технічні приміщення	100–150	Тимчасове перебування

Окрім достатнього рівня освітлення, важлива також його рівномірність. Недостатньо рівномірний розподіл світла може спричинити зорову втому, знизити продуктивність і збільшити ризик помилок. Для забезпечення зорового комфорту рівномірність освітлення повинна становити не менше 0,6 (співвідношення між найнижчим рівнем освітленості та середнім рівнем освітленості на робочій поверхні). Іншою важливою складовою світлового мікроклімату є обмеження прямих і відбитих відблисків.

Ефект відблисків може виникати внаслідок невдало розміщених світильників та віддзеркалень від блискучих поверхонь (екранів моніторів, скляних столів тощо). Згідно зі стандартами, для робочих місць, що вимагають тривалої зорової роботи, значення (UGR) не повинно перевищувати 19. Іншим аспектом є вибір колірної температури та індексу передачі кольору (Ra) джерела світла.

У фінансових установах рекомендується використовувати нейтральне біле світло з колірною температурою від 4000 до 5000 К, що сприяє підвищенню концентрації та ефективності роботи. Індекс колірної температури не повинен бути нижчим за 80, щоб забезпечити природну передачу кольорів, що особливо важливо при роботі з документами та нотатками. Особливу увагу слід приділити розташуванню природного освітлення.

Природне світло позитивно впливає на психологічний стан співробітників, зменшуючи втому та споживання енергії протягом дня. У фінансових установах рекомендується забезпечити достатнє природне освітлення на робочому місці, в місцях, де це дозволяють технічні умови, та дотримуватися стандартів індексу природного освітлення (UGR).

Виходячи з вищесказаного мікроклімат освітлення у фінансових установах повинен бути максимально комфортним і відповідати нормативним вимогам до рівнів освітлення, зорової безпеки та енергоефективності. Це можна досягти за допомогою використання сучасних джерел світла, правильного розміщення освітлювальних приладів та впровадження автоматизованих систем управління освітленням.

1.3 Огляд існуючих систем освітлення

Система освітлення є ключовою частиною електричної інфраструктури будь-якої будівлі. У фінансових установах, де адміністративна діяльність вимагає значних зорових зусиль, якість освітлення не тільки впливає на комфорт співробітників, але й безпосередньо пов'язана з ефективністю роботи, точністю операцій та безпекою.

Існуючі системи освітлення можна розділити на дві основні категорії: традиційні (застарілі) та сучасні (енергозберігаючі).

Традиційні системи освітлення

До традиційних систем освітлення належать:

- лампи розжарювання;
- люмінесцентні лампи (люмінесцентні трубки, люмінесцентні панелі, компактні люмінесцентні лампи);
- газорозрядні лампи (ртутні лампи, натрієві лампи, металогалогенні лампи).

Переваги

- низька вартість обладнання
- проста заміна та обслуговування.

Недоліки

- низька ефективність (світловіддача)
- високе енергоспоживання
- значний тепловий вплив
- обмежений термін експлуатації
- проблеми з експлуатацією (особливо люмінесцентні лампи та ртутні лампи);
- часте мерехтіння та затемнення світлового потоку.

Багато фінансових установ досі використовують ці системи, незважаючи на те, що їхня енергоефективність значно нижча, ніж у сучасних аналогів.

Сучасні рішення в основному базуються на світлодіодній технології, яка завдяки своїм технічним та економічним перевагам поступово витісняє традиційні джерела світла.

Переваги світлодіодного освітлення:

- Висока світлова ефективність (до 100–130 лм/Вт і більше);
- Тривалий термін служби (50 000 годин і більше);
- Низьке тепловиділення;
- Екологічність (не містить ртуті);
- Висока стабільність світлового потоку;
- Широкий діапазон кольірних температур і високий індекс кольоропередачі ($R_a > 80-90$);
- Можливість регулювання та інтелектуальне управління (датчики руху, датчики освітленості, таймери, режими освітлення).

Недоліки

- Вища початкова вартість (окупається за рахунок економії енергії);
- Необхідність якісного монтажу для запобігання перегріванню.

Сучасні системи також підтримують інтеграцію з системами управління автоматизацією будівель (BMS), що дозволяє гнучко регулювати освітлення залежно від робочого часу, присутності людей, природного освітлення та інших умов, а також зменшити навантаження на електричну мережу в години пікового навантаження.

Таблиця 1.2 – Порівняння основних типів джерел освітлення

Тип джерела світла	ККД (лм/Вт)	Термін служби, год	Індекс передачі кольору (R_a)	Можливість керування
Лампа розжарювання	10–15	~1000	95–100	Обмежена
Люмінесцентна лампа	60–90	8000–12000	70–85	Обмежена

Тип джерела світла	ККД (лм/Вт)	Термін служби, год	Індекс передачі кольору (Ra)	Можливість керування
Світлодіодна лампа (LED)	100–140	30000–50000	80–95	Повна

Отже системи освітлення на основі світлодіодної технології значно перевершують традиційні джерела світла за всіма параметрами: енергоефективністю, довговічністю, якістю освітлення та керованістю. Впровадження таких систем у фінансових установах не тільки знижує експлуатаційні витрати, але й створює безпечне, комфортне та сучасне робоче середовище.

1.4 Вибір освітлювальних приладів та їх систем управління

Вибір освітлювальних приладів фінансовими установами є важливим етапом проектування внутрішньої електричної системи, особливо системи освітлення. Якість освітлення безпосередньо впливає на зоровий комфорт, безпеку, ефективність роботи та рівень енергоспоживання співробітників. З огляду на сучасні вимоги до енергоефективності та стандарти освітлення, в цьому проекті використовуються виключно світлодіодні освітлювальні прилади.

Серед різних джерел світла світлодіодні лампи є найбільш популярними для внутрішнього освітлення.

Світлодіодні лампи мають ряд переваг перед люмінесцентними лампами. По-перше, вони більш екологічні, що є їхньою головною перевагою. Крім того, світлодіодні лампи не мерехтять з частотою, помітною для людського ока, що є типовою характеристикою люмінесцентних ламп. Це дозволяє використовувати світлодіодні лампи в місцях, де мерехтіння люмінесцентних ламп може становити небезпеку для безпеки або викликати швидку втоми очей.

Світлодіодні лампи мають ряд переваг, завдяки яким вони широко використовуються: висока світлова віддача (100–130 лм/Вт), тривалий термін

служби (понад 50 000 годин), екологічність (відсутність шкідливих речовин), низьке тепловипромінювання, стабільна світлова віддача, інтеграція з автоматизованими системами управління освітленням (датчики руху, датчики сонячного світла, таймери). Крім того, вони дозволяють регулювати яскравість (інтенсивність), що необхідно для підтримки комфортного освітлювального мікроклімату протягом усього робочого дня.

Для забезпечення стандартного освітлення та зорового комфорту в усіх будівлях були обрані різні типи світильників залежно від функції та призначення приміщень. В офісних приміщеннях, де переважно виконуються роботи на комп'ютерах та обробка документів, були обрані світлодіодні панелі з колірною температурою 4000–5000 К та індексом кольоропередачі $Ra \geq 80$. Для таких місць, як каси, використовувалися світильники з більш високою колірною температурою, $Ra \geq 90$. У технічних приміщеннях і туалетах встановлено герметичні світильники з класом захисту не менше IP44. Зали очікування та конференц-зали обладнані декоративними або підвісними світильниками з м'яким світлом для створення комфортної атмосфери.

Для офісних приміщень, конференц залу, кабінету директорів, та інших кімнат з великими зоровими роботами обираємо світильник світлодіодна панель ЄВРОСВІТЛО 32Вт PANEL LED-SH-600-20 6400К 2300Лм (рис 1.1) характеристики даного світильника відображені в табл. 1.3.



Рисунок 1.1 - Світлодіодна панель ЄВРОСВІТЛО 32Вт PANEL LED-SH-600-20 6400К 2300Лм.

Таблиця 1.3 - Характеристики світильника ЄВРОСВІТЛО 32Вт PANEL LED-SH-600-20

Характеристики світильника	Дані
Потужність	32 Вт
Колір світіння	холодне світло (6400К)
Світловий потік	2300 Лм
Напруга живлення	220-240 V
Довжина	595
Ширина	595
Товщина	9
Строк служби	25000 год
Температурний режим	-20 +40 °С
Кут розсіювання	120°
Рівень захисту	IP 20

Для серверних, кімнати консультацій архівів ми вибираємо світильник врізний ЄВРОСВІТЛО 24Вт коло LED-R-170-24 4200К без рамки (рис 1.2) характеристики даного світильника відображені в табл. 1.4.



Рисунок 1.2 - Світильник врізний ЄВРОСВІТЛО 24Вт коло LED-R-170-24 4200К без рамки.

Таблиця 1.4 - Характеристики світильника ЄВРОСВІТЛО 24Вт коло LED-R-170-24

Характеристики світильника	Дані
Потужність	24 Вт
Колір світіння	денне світло (4200К)
Світловий потік	1980 Лм
Напруга живлення	165-265 V
Довжина	167
Ширина	167
Товщина	19
Строк служби	15000 год
Температурний режим	-20 +40 °С
Кут розсіювання	120°
Рівень захисту	IP 20

Для коридорів, кабінетів технічного персоналу, роздягальні, сходів ми обираємо світильник накладний ЄВРОСВІТЛО 12 Вт коло LED-SR-170-12 4200К (рис 1.3) характеристики даного світильника відображені в табл. 1.5.



Рисунок 1.3 - Світильник накладний ЄВРОСВІТЛО 12 Вт коло LED-SR-170-12 4200К

Таблиця 1.5 - Характеристики світильника ЄВРОСВІТЛО 12 Вт коло LED-SR-170-12

Характеристики світильника	Дані
Потужність	12 Вт
Колір світіння	денне світло (4200К)
Світловий потік	840 Лм
Напруга живлення	185-265 V
Довжина	170
Товщина	30
Строк служби	25000 год
Температурний режим	-20 +40 °С
Кут розсіювання	120°
Рівень захисту	IP 20

Для електрощитової, складу та кімнати охорони ми вибираємо світильник врізний ЄВРОСВІТЛО 24Вт квадрат LED-S-300-24 6400К (рис 1.4) характеристики даного світильника відображені в табл. 1.6.



Рисунок 1.4 – Світильник врізний ЄВРОСВІТЛО 24Вт квадрат LED-S-300-24 6400К.

Таблиця 1.6 - Характеристики світильника ЄВРОСВІТЛО 24Вт квадрат LED-S-300-24 6400К.

Характеристика світильника	Дані
Потужність	24 Вт
Колір світіння	Холодне світло (6400К)
Світловий потік	1680 Лм
Напруга живлення	185-265 V
Довжина	295
Ширина	295
Товщина	18
Строк служби	25000 год
Температурний режим	-20 +40 °С
Кут розсіювання	120°
Рівень захисту	IP 20

Для санвузлів ми вибираємо світильник вбудований Feron 6 Вт 480Lm 5000К (рис 1.5) характеристики даного світильника відображені в табл. 1.7.



Рисунок 1.5 – Світильник світлодіодний вбудований 6W 480Lm 5000К

Таблиця 1.7 - Характеристики світильника Feron 6W 480Lm 5000К

Характеристика світильника	Дані
Потужність	6 Вт
Колір світіння	Біле світло (5000К)
Світловий потік	480 Лм
Напруга живлення	185-265 V
Довжина	350

Характеристика світильника	Дані
Ширина	350
Товщина	18
Строк служби	25000 год
Температурний режим	-20 +60 °С
Кут розсіювання	120°
Рівень захисту	IP 44

З метою підвищення енергоефективності, комфорту та безпеки у всіх приміщеннях банку буде встановлено систему автоматизації освітлення. Автоматизація буде реалізовано шляхом встановлення відповідних датчиків, таймерів та інтелектуальних реле відповідно до функціонального призначення кожного приміщення.

Для коридорів, сходів, ми обираємо автоматичне вмикання при русі розташовуємо на стелі, центр проходу. Сам пристрій використовуємо Horoz HL 482 PIR (рис 1.6)



Рисунок 1.6 – Датчик руху Horoz HL 482 PIR

Для санвузлів і роздягалень ми обираємо автоматичне вмикання при русі розташовуємо на стелі, центр проходу. Сам пристрій використовуємо DELUX ST451B 360° ставимо Таймер: ~ 60–1.30 с (рис 1.7)



Рисунок 1.7 – DELUX ST451B 360°

Для конференц-зали ми обираємо димер розташовуємо на стіні замість вимикача. Сам пристрій використовуємо димер AVT RF одноканальний 40А сенсорна панель (рис 1.8)



Рисунок 1.8 – Димер AVT RF одноканальний 40А

Враховуючи всі вищезазначені фактори, можна створити економічну, довговічну та ергономічну систему освітлення, яка відповідає сучасним стандартам, потребам співробітників та вимогам фінансової установи щодо комфорту та безпеки.

1.5 Вибір системи освітлення та видів освітлення

При проектуванні систем освітлення для фінансових установ одним з найважливіших завдань є вибір правильної системи освітлення та типу відповідно до функціонального призначення приміщення, конструктивних особливостей будівлі, вимог нормативної документації та сучасних принципів енергозбереження. Для цього необхідно враховувати такі фактори: режим роботи установи, особливості зорової діяльності співробітників, наявність природного освітлення, можливість автоматизації управління освітленням, інтеграція з іншими інженерними мережами.

Для об'єкта проектування рекомендується використовувати інтегровану систему штучного освітлення з локальним управлінням, що забезпечує рівномірне освітлення всіх робочих поверхонь відповідно до гігієнічних вимог і створює комфортні зорові умови для співробітників і відвідувачів. Основним типом освітлення є рівномірне загальне освітлення, яке створює мікроклімат фонового освітлення в приміщеннях, де люди працюють безперервно (наприклад, в офісах, касах, зонах обслуговування клієнтів тощо). Крім того, використовується місцеве освітлення, особливо підвісні або настінні світильники в конференц-залах та зонах очікування, що дозволяє регулювати освітлення відповідно до призначення приміщення.

Тип системи освітлення вибрано як штучне електричне освітлення із комбінованим управлінням, що дозволяє в автоматичному або ручному режимі вмикати окремі групи світильників залежно від часу доби, наявності персоналу або рівня природного освітлення. Це реалізується через розподіл світильників на функціональні групи, які підключаються до окремих ліній, обладнаних автоматичними вимикачами та сенсорними елементами управління.

Природне світло, що проникає через вікна, обладнані енергозберігаючим склом, частково компенсує потребу в штучному освітленні протягом дня, але його використання обмежується глибиною приміщення та орієнтацією фасаду. Тому природне освітлення вважається допоміжним джерелом світла, що дозволяє

оптимізувати систему автоматичного управління освітленням та зменшити енергоспоживання.

Відповідно до вимог нормативних документів, обрана система освітлення відповідає таким принципам: забезпечення рівня освітленості відповідно до стандартів (від 300 до 750 люкс, залежно від призначення приміщення), рівномірне освітлення, зменшення відблисків, естетичні освітлювальні прилади, без мерехтіння або спалахів, регульовані та адаптовані до природного освітлення.

Обрана система освітлення є технічно та економічно доцільною, забезпечує енергоефективність, комфорт та безпеку використання. Її впровадження не тільки зменшує споживання електроенергії, але й створює хороші умови праці для співробітників фінансової установи та покращує якість обслуговування клієнтів.

1.6 Світлотехнічний розрахунок

За допомогою методу коефіцієнта використання розраховується базовий коефіцієнт η , який дорівнює відношенню світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до загального світлового потоку освітлювального обладнання.

На практиці значення коефіцієнта використання можна знайти в таблицях, що пов'язують геометричні параметри приміщення. У цьому прикладі ми використовуємо індекс приміщення і розраховуємо за формулою.

Індекс приміщення визначають по формулі:

$$K = \frac{S}{(A + B) \cdot h} \quad (1.1)$$

де:

- A, B — довжина і ширина приміщення,
- h — висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Потім визначають величину коефіцієнта використання по таблицях в ДБН.

Далі розраховують необхідну кількість світлових приладів, які б забезпечували нормовану освітленість:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot z \cdot S}{\eta \cdot \Phi} \quad (1.2)$$

де

N – кількість світлових приладів в приміщенні, шт;

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;

Для прикладу зробимо розрахунок схематично необхідної кількості світлових приладів для освітлення кімнати Кімната для консультацій, що має розміри 4,4х6,6 м.

Для освітлення даного приміщення вибираємо світильник СВД 32Вт PANEL LED-SH-600-20 6400К 2300Лм (див.рис.1.1). Цей світильник має ступінь захисту IP22, криву сили світла типу Д₁, к.к.д. становить 0,5 (приклад)

Визначаємо розрахункову висоту для даного приміщення по формулі:

$$h_p = H - h_{pn} - h_{zc} \quad (1.3)$$

де h_p – розрахункова висота, м;

H – висота приміщення, м;

h_{pn} – висота робочої поверхні, м;

h_{zc} – висота звісу світильника, м.

$$h_p = 3 - 0,8 - 0 = 2,2 \text{ м.}$$

Для подальшого розрахунку визначимо індекс приміщення. Для цього скористаємося формулою (1):

$$i = \frac{30}{(4.4+6.6)2.2} = 1,22$$

Потім по формулі (2) визначаємо необхідну кількість світильників в приміщенні:

$$N = \frac{300 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 30}{0.7 \cdot 2300} = 7,26$$

Таким чином для освітлення кімнати ми отримуємо 8 СВД світильники
Для даної освітлювальної установки розрахуємо її потужність по формулі (1.1):

$$P_{oy} = N \cdot P_l \quad (1.4)$$

де P_{oy} – потужність освітлювальної установки, кВт;

N – кількість світильників в приміщенні,

P_l – потужність лампи, кВт;

$$P_{oy} = 8 \cdot 0,032 = 0,256 \text{ кВт}$$

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

2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПО СТРУМУ НАВАНТАЖЕННЯ

2.1 Вибір напруги та джерел живлення

Вибір параметрів електроживлення є ключовим етапом проектування електричної мережі фінансових установ. Правильне визначення номінальної напруги та конфігурації джерела живлення безпосередньо пов'язане з надійністю, стабільністю та безперебійністю роботи всього електричного обладнання (включаючи систему освітлення, комп'ютерну мережу, касові апарати та сервери, систему сигналізації та кондиціонерне обладнання).

З урахуванням характеристик навантаження, навантажувальної здатності та типу будівлі, в даному проекті використовується однофазна система електропостачання змінного струму з номінальною напругою 220 В і частотою 50 Гц, відповідно до діючих норм електропостачання малих електричних установок. Цей вибір є обґрунтованим з точки зору економічності, простоти монтажу, доступності обладнання та сумісності зі стандартним освітлювальним обладнанням та побутовими приладами. Ця напруга є достатньою для живлення системи освітлення, офісного обладнання та низьковольтних систем.

Електропостачання установки здійснюється від міської електромережі через розподільний щит (VRU), розташований на першому поверсі. VRU включає автоматичні вимикачі, головні вимикачі, електролічильники, пристрої захисту від перенапруги та атмосферних розрядів, а також розподільні шини, які розподіляють навантаження між різними групами. Система електропостачання використовує схему TN-S, яка забезпечує фізичне розділення нейтрального провідника (N) і захисного провідника (PE) по всій електричній мережі, тим самим підвищуючи рівень електробезпеки та забезпечуючи стабільну роботу чутливого електронного обладнання.

З метою забезпечення безперервної роботи критичних систем (серверна, каси, охоронна сигналізація, відеонагляд) у разі аварійного знеструмлення

передбачено резервне джерело живлення — автоматизована система безперебійного живлення (UPS) з часом автономної роботи щонайменше 30 хвилин. Це дозволяє уникнути втрати даних, збоїв у роботі обладнання та порушення обслуговування клієнтів під час короткотривалих перебоїв у подачі напруги. Для особливо важливих зон (серверна, охорона) додатково розглядається можливість підключення до бензо- або дизельного генератора як резервного джерела живлення тривалої дії.

Таблиця 2.1 – Характеристика джерел живлення

№	Споживач	Тип живлення	Потужність, кВт	Резервне живлення	Час автономної роботи, хв
1	Система освітлення	Основне (мережа 220 В)	4.5	Ні	—
2	Серверна	Основне + UPS	2.0	Так	30
3	Касова зона	Основне + UPS	1.5	Так	30
4	Офісна техніка	Основне (мережа 220 В)	6.0	Ні	—
5	Охоронна сигналізація	Основне + UPS	0.5	Так	60
6	Відеонагляд	Основне + UPS	0.8	Так	30
7	Вентиляція та кондиціювання	Основне (мережа 220 В)	10.0	Ні	—

Отже вибрана система живлення з номінальною напругою 220 В, живленням від міської мережі, резервуванням від UPS та конфігурацією TN-S повністю відповідає потребам проекту фінансової установи, забезпечуючи її енергонезалежність, надійність та відповідність сучасним стандартам електробезпеки.

2.2 Вибір схеми живлення

Рішення щодо електроживлення є ключовим елементом у проектуванні електропостачання будівлі, оскільки воно визначає логіку підключення навантаження, метод захисту, рішення щодо резервного живлення та можливість розширення мережі.

У фінансових установах через одночасну роботу електроприладів та електронного обладнання до рішення щодо електроживлення висуваються вищі вимоги щодо надійності, безпеки та енергоефективності. У цьому проекті використовується радіальне електропостачання (рис. 2.1) та розподіл навантаження на групи. Цей метод забезпечує просту структуру мережі, легку установку та обслуговування, а також швидку локалізацію несправностей у разі виходу з ладу одного компонента.

Електропостачання об'єктів здійснюється від міської електромережі через розподільний пристрій (VRU), розташований на першому поверсі. Розподільний щит отримує напругу 220 В, 50 Гц і розподіляє її на різні групи функціональних навантажень, кожна з яких має власний автоматичний вимикач. Це дозволяє гнучко контролювати споживання електроенергії, зменшуючи ризик повної відмови всієї установки через коротке замикання або перевантаження ланцюга.

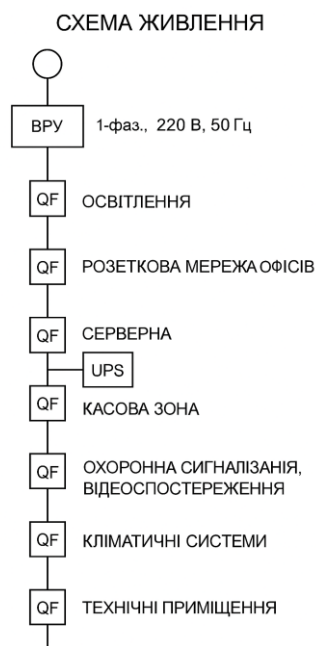


Рисунок 2.1 – Схема живлення

Всі групи навантаження поділяються на такі категорії:

- Освітлення — група освітлювальних приладів на першому та другому поверхах;
- Електрична мережа офісу — електропостачання комп'ютерів та офісного обладнання;
- Серверна — окрема лінія, підключена до ДБЖ;
- Касова зона — окрема група з резервним джерелом живлення;
- Охоронна сигналізація, відеоспостереження — живлення від ДБЖ;
- Система кондиціонування — вентиляція, кондиціонування;
- Технічне приміщення — туалет, технічне обладнання.

Кожна група оснащена незалежним автоматичним пристроєм захисту, який не тільки захищає мережу від перевантаження, але й забезпечує просту експлуатацію та обслуговування. Захист від короткого замикання та перенапруги забезпечується автоматичними вимикачами та пристроями захисту від витoku енергії (вимикачами) у розподільному шафі.

Особлива увага приділена резервному джерелу живлення, яке забезпечується джерелом безперебійного живлення (ДБЖ). Всі найважливіші пристрої (такі як сервери, системи безпеки, касові апарати тощо) підключені до ДБЖ з відповідною потужністю через незалежні лінії. Це забезпечує автономну роботу пристроїв протягом щонайменше 30-60 хвилин у разі відключення електроенергії, тим самим гарантуючи цілісність даних і запобігаючи аварійному вимкненню.

З вищесказаного впровадження схеми електропостачання на основі однофазної електричної мережі 220 В з радіальним підключенням та резервним джерелом живлення для критично важливих зон є технічно обґрунтованим. Ця схема забезпечує найкращий баланс між безпекою, функціональністю, гнучкістю управління та вимогами стандартів електропостачання для громадських будівель.

2.3 Вибір марки проводу та способу прокладання.

Провідник — це дріт, що використовується для передачі електричної енергії. Провід може бути голим, голим захищеним, ізольованим незахищеним і ізольованим захищеним. Голий провід не має ні ізолюючих, ні захисних оболонок. Захищені голі провідники мають захисний шар (обмотаний, обплетений, емальований тощо) для запобігання корозії провідника.

Неізольовані захищені провідники покриті ізоляційним шаром (гума, пластик тощо), але не мають зовнішнього шару для захисту від механічних пошкоджень. Ізольовані та захищені провідники мають зовнішнє покриття (метал, гума тощо), яке захищає їх від механічних ударів, а також від впливу вологи, світла та різних хімічних речовин. На відміну від неізольованих провідників, ізольовані провідники можуть мати не тільки один сердечник, але й кілька сердечників, тобто вони можуть складатися з декількох провідників, ізольованих один від одного і покритих загальною захисною оболонкою.

Струмopровідні жили виконують переважно з міді, алюмінію або алюмоміді і нормують за їх перерізом. Жили з алюмінію перерізом від 2,5 до 16 мм² включно виготовляються однодротовими, а великих перерізів – одно- або багатодротовими (скрученими з окремих дротів).

Мідні струмopровідні жили залежно від експлуатаційних вимог до провідників виготовляють нормальними, гнучкими або особливо гнучкими. Гнучкі і особливо гнучкі жили будь-яких перерізів виготовляють багатодротовими.

Залежно від призначення для ізоляції жил кабелів, проводів і шнурів можуть застосовуватися різні сорти кабельного паперу, гуми і пластмаси.

Кабельний папір застосовується для ізоляції жил силових і контрольних кабелів. Паперова стрічка накладається методом обмотки на струмopровідну жилу і просочується у вакуумі нафтовим або синтетичним маслом. Ізоляційні гуми виготовляють на основі натурального і синтетичного каучуків. Характерною особливістю такої ізоляції є гнучкість та еластичність.

Вулканізована гума накладається суцільним шаром на струмопровідні жили дротів, кабелів і шнурів.

Значного поширення набула ізоляція з поліхлорвінілового пластикату, що являє собою суміш поліхлорвінілової смоли з різними пластифікаторами, стабілізаторами і фарбниками. До переваг пластикату належить його негорючість, волого- і маслостійкість, достатня гнучкість і еластичність. Суцільна пластмасова ізоляція застосовується в силових кабелях, проводах і шнурах.

Для захисту ізоляції від дії світла, вологи, хімічних речовин, а також для оберігання від механічних дій більшість дротів, кабелів і шнурів забезпечуються оболонками.

Електропроводка - це сукупність проводів, кабелів та їх конструкцій для кріплення, підтримки та захисту. Залежно від типу монтажу, внутрішні електромонтажні роботи можна розділити на видимі та приховані. До видимих монтажних робіт відноситься монтаж проводів на стінах, стелях, балках та інших конструктивних поверхнях. До стаціонарних монтажних робіт відноситься монтаж кабелів, які жорстко вбудовані в конструкцію будівлі (наприклад, під шаром штукатурки або в конструкції підлоги).

При визначенні типу монтажу необхідно враховувати такі фактори: умови приміщення, призначення приміщення, характеристики та процес будівництва будівлі, зручність експлуатації та економічна ефективність. Важливо зазначити, що термін виконання електромонтажних робіт значною мірою залежить від типу монтажу.

У всіх випадках необхідно дотримуватися вимог пожежної та електротехнічної безпеки.

Кабелі та дроти з гумовою та пластиковою ізоляцією повинні бути оснащені гумовим або пластиковим покриттям для захисту ізоляції від механічних пошкоджень та корозії. Захисні покриття повинні бути використані: бронювання та зовнішнє покриття.

Мережа виробничих та допоміжних будівель повинна віддавати перевагу відкритим конструкціям: сталеві провідники; кабелі та захисні провідники; неізольовані провідники, встановлені на ізоляторах, каналах, коробках, трубах; шини. Використання провідників у кабелях і рулонах рекомендується тільки в сільській місцевості та в тимчасових спорудах. Електричні установки ізольованих провідників без захисту на ізоляторах можуть використовуватися у всіх невибухонебезпечних зонах, у тому числі на відкритому повітрі. В останні роки цей тип установки замінюється кабельною установкою. Кабельна установка може виконуватися за допомогою кабелів і провідників, прокладених по довжині кабелів або провідників, або за допомогою спеціальних провідників.

Для житлових і громадських будівель перспективним є монтаж провідників в електричних плінтусах і ковпаках, оскільки це дозволяє інтегрувати високовольтні і низьковольтні мережі. У деяких конструкціях будівель вони можуть бути одним з найбільш практичних видів замінних установок. Монтаж плоских провідників допускається в сухих, вологих і мокрих приміщеннях. Монтаж плоских провідників допускається в місцях, відокремлених від пластикових і металевих труб.

У тунелях, кабельних конструкціях і опорах будівель рекомендується прокладати екрановані кабелі без зовнішньої оболонки (ААБГ) і неекрановані кабелі (ААГ, АВВГ, ВВГ, АВРГ, ВРГ, ААШВ). Різні ділянки мережі електропостачання повинні бути прокладені в землі кабелями типу ВВБ, а в груповій мережі повинні використовуватися провідники типу ВВГ, приховані під шаром штукатурки.

Таким чином в якості провідникового матеріалу обрані: на живильну мережу – ВВБ (силовий кабель з мідними жилами у ПВХ-ізоляції та оболонці, прокладання в землі) ; провідники на розподільчу мережу - ВВБ; на групову мережу – ПГВ (Вініловий гнучкий - гумовий витяжний), спосіб прокладання закритий.

2.4 Розрахунок струму навантаження та розрахунок втрат напруги

Спочатку розрізняємо робоче та аварійне освітлення в приміщенні, потім плануємо розташування розеток і розраховуємо загальну потужність розеток. (формула 2.1):

$$P_{\text{роз}} = N_{\text{роз}} \cdot 0.06 \text{ (кВт)} \quad (2.1)$$

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

$$P_{\text{розеток}} = 6 \cdot 0.06 = 0.36 \text{ кВт}$$

Аварійні освітлювальні прилади слід вибирати з серії робочих освітлювальних приладів. Інтенсивність світла цих світильників повинна досягати 0,5 від інтенсивності світла робочого освітлення. Розрахуйте потужність освітлювального пристрою для робочих світильників і окремо розрахуйте потужність аварійних світильників. (формула 2.2, 2.3):

$$P_{\text{оу.робоче}} = \frac{P_{\text{оу}}}{N} \cdot N_{\text{роб.світ.}} \quad (2.2)$$

$$P_{\text{оу.авар.}} = \frac{P_{\text{оу}}}{N} \cdot N_{\text{авар.світ.}} \quad (2.3)$$

де N – кількість світильників у приміщенні.

За таким принципом розраховуємо всі лінії робочого щитка й заносимо дані в додаток Г

Значення моменту визначається добутком потужності навантаження і відстані і застосовується в мережах передачі енергії, електропостачанні та розподілі електроенергії. Метод розрахунку крутного моменту показаний на малюнку 2.1

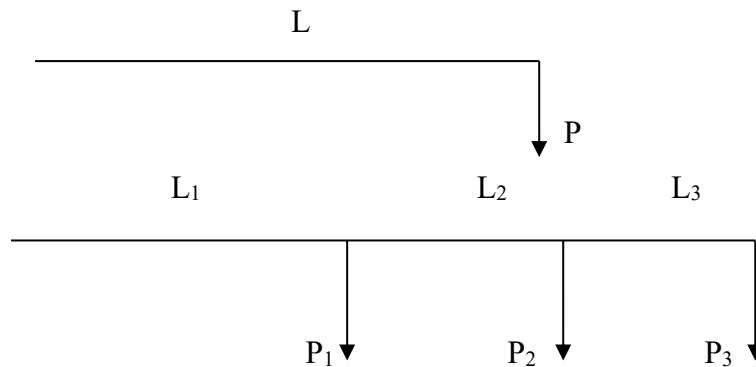


Рисунок 2.1 - Визначення моментів навантаження

$$M = L_1 \cdot (P_1 + P_2 + P_3) + L_2 \cdot (P_2 + P_3) + L_3 \cdot P_3 \quad (2.4)$$

Формула (2.4) послідовно застосовується до всіх ділянок мережі, починаючи від головної ділянки.

Визначте момент навантаження кожної групи ліній. Для цього помножте довжину сегмента провідника L на потужність P у цьому сегменті, тобто:

$$M = \sum L_i \cdot P_i \quad (2.5)$$

Розглянемо розрахунок мережі для ОУ 2 лінії.

$$m_2 = (l_1 + l_2) \cdot P_{oy4} = (24) + (0,216) = 5,184 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Далі розраховуємо навантаження, що буде йти на освітлення

Для прикладу розраховуємо робочу й аварійну потужність для сходів (номер в світлотехнічній відомості 12)

$$P_{oy,роб45} = \frac{0,048}{2} \cdot 1 = 0,024 \text{ кВт}$$

$$P_{ou,авар45} = \frac{0,048}{2} \cdot 1 = 0,024 \text{ кВт}$$

Аналогічно розраховуємо для інших кімнат та заносимо дані в додаток В. Наступним кроком ми розподіляли рівномірно навантаження на кожен лінійний робочий щиток.

Далі розраховуємо навантаження, що буде йти на освітлення:

$$P_{осв} = P_{ощ} + P_{оща} \quad (2.6)$$

$$P_{осв} = 3,36 + 1,462 + 1,192 + 3,784 + 0,8 + 1,032 = 11,63 \text{ кВт}$$

Перед початком розрахунку приведених моментів живильної освітлювальної мережі, знайдемо потужність силового навантаження. При цьому будемо враховувати, що зазвичай силове навантаження складає 80% від освітлювального. Тоді знаючи, що $P_{осв} = 11,63 \text{ кВт}$ і склавши пропорцію, визначимо силове навантаження:

$$P_{сил} = 11,63 \cdot 4 = 46,52 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

Тоді загальна потужність трансформатора буде становити:

$$P_{тр} = 11,63 + 46,52 = 58,15 \text{ кВт}$$

За допомогою формули (2.8) визначаємо моменти на кожній ділянці живильної мережі. Для прикладу визначимо M_{AB} :

$$M_{AB} = P_{тр} \cdot L_{AB} \quad (2.8)$$

L_{AB} - довжина кабелю від трансформаторної підстанції до вводу в будівлю,

$$M_{AB} = 58,15 \cdot 50 = 2907,5 \text{ кВт}$$

Потім визначають площу перетину провідників кожної ділянки освітлювальної мережі і дійсні втрати напруги в них.

Падіння напруги в електричній мережі відбувається через опір електричних провідників. Ці втрати є важливими параметрами при проектуванні електричних установок, оскільки при перевищенні допустимих меж вони можуть призвести до зниження ефективності обладнання, передчасного виходу з ладу та невідповідності стандартам. Допустимі втрати напруги в освітлювальній мережі не повинні перевищувати 5% від номінального значення. Ці втрати розподіляються по-різному для кожної частини мережі і враховуються в розрахунковій формулі.

Для прикладу зробимо розрахунок для ділянки АБ. Скористаємося формулою (2.9):

$$S = \frac{\Sigma M + \Sigma \alpha m}{c \Delta U}, \quad (2.9)$$

де S - перетин даної ділянки мережі, мм^2 ;

ΣM - сума моментів даного і всіх наступних ділянок з тим же числом провідників, що і на даній ділянці, $\text{кВт}\cdot\text{м}$;

Σm - сума моментів відгалуджень, що живляться через дану ділянку і мають відмінне число ліній від числа ліній даної ділянки, $\text{кВт}\cdot\text{м}$;

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

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

c - коефіцієнт, що залежить від напруги мережі і матеріалу провідників

$$S_{AB} = \frac{2907,5 + 1,85 \cdot 288,47}{72 \cdot 5} = 9,55$$

Визначаємо найближче стандартне значення перерізу кабеля в сторону збільшення зі стандартного ряду для проводів та кабелів з **мідними** жилами:

1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150

$$S_{ст AB} = 16 \text{ мм}^2$$

За допомогою формули (2.10) знаходимо втрати напруги на ділянці АБ:

$$U = \frac{M}{C \cdot S_{ст}} \quad (2.10)$$

$$U_{AB} = \frac{2907,5}{72 \cdot 16} = 2.5\%$$

Тоді можемо визначити допустимі втрати напруги, які будуть на ділянці, починаючи з точки Б (формула 2.11)

$$U_{B \rightarrow} = 5 - 2.5 = 2.5 \%, \quad (2.11)$$

де 5,0 – втрати напруги в трансформаторі. При розрахунку наступних ділянок замість цього значення підставляємо значення втрат напруги попередньої ділянки.

Далі переходимо до щитка робочого освітлення ОЩ. Розраховуємо площу перетину проводу для 1 лінії:

$$S_1 = \frac{\alpha \cdot m_1}{C \cdot U_B}, \quad (2.12)$$

де α - коефіцієнт приведення моментів, що залежить від числа проводів на даній ділянці і відгалуджень в даному випадку = 1,33;

m_1 – приведений момент для 1 лінії робочого щитка, кВт·м

U_v - розрахункові втрати напруги;

C - коефіцієнт, що залежить від напруги мережі і матеріалу провідників в даному випадку = 12.

$$S_1 = \frac{1,33 \cdot 69,44}{12 * 2,5} = 3,07 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{бст.}} = 4 \text{ мм}^2$$

Таким чином рахуємо площі перетину та знаходимо стандартні значення для робочих ліній та для лінії аварійного щитка (формула та сама, але змінюється лише приведений момент для ліній, а у випадку аварійного щитка ще й втрати напруги беруться в точці Д Уд). Заносимо дані в додаток Г.

2.5 Вибір апаратів захисту

Відповідно до стандартів електромонтажу ПУЕ, всі електричні мережі повинні бути обладнані пристроями захисту від короткого замикання. Ці пристрої повинні забезпечувати мінімальний час переривання та відповідати вимогам вибіркості. Мережа освітлення захищена запобіжниками або автоматичними вимикачами, пристроями, відомими як захисні пристрої.

Захисний пристрій — це електричне обладнання, яке автоматично відключає захищений ланцюг у разі несправності.

Захисні пристрої слід встановлювати, наскільки це можливо, у легкодоступних місцях, щоб уникнути механічних пошкоджень. Захисні пристрої слід встановлювати в таких місцях ланцюга освітлення:

- у місцях приєднання мережі до джерела живлення;

- на вводах в будинок;
- на групових щитках;
- у місцях зменшення перетину проводу в напрямку електричного приймача.

Захисні пристрої в освітлювальній мережі не повинні встановлюватися в таких місцях:

- де поперечний переріз лінії зменшується по її довжині та на відгалуженнях, якщо захисний пристрій захищає ділянку зі зменшеним поперечним перерізом;

- де поперечний переріз лінії зменшується по її довжині та на відгалуженнях, якщо зменшений поперечний переріз не менше 0,5 від початкового поперечного перерізу лінії;

- у відгалуженнях лінії для електроприладів малої потужності, якщо лінія живлення захищена пристроями з номінальним значенням не більше 25 А і без обмежень по довжині та поперечному перерізу;

У відгалуженнях від лінії для електроприладів малої потужності, якщо лінія захищена пристроями з номінальним значенням не більше 25 А, але не більше 63 А, і довжина відгалуження не більше 3 метрів, незалежно від типу установки (крім установки в сталевих трубах, в цьому випадку довжина лінії не обмежується)..

Захисні пристрої повинні бути встановлені на всіх фазах або полюсах, які не мають належного заземлення.

Основною характеристикою автоматичних пристроїв є відношення між загальним часом відключення мережі та значенням струму, що протікає через неї.

В автоматичних пристроях, оснащених тепловим захистом або комбінованими вимикачами, час спрацьовування залежить від струму перевантаження або струму короткого замикання: чим вищий струм, тим швидше автоматичний пристрій відключає лінію.

Автоматичні пристрої з миттєвими вимикачами спрацьовують тільки тоді, коли струм досягає значення, встановленого для вимикача: цей струм зазвичай в 6-8 разів перевищує номінальний струм.

Автоматичні вимикачі з тепловими та комбінованими нерегульованими вимикачами використовуються для захисту освітлювальної мережі, а автоматичні вимикачі з регульованими комбінованими вимикачами використовуються тільки в розподільних щитах підстанцій. Захисні пристрої повинні надійно відключати серйозні перевантаження та запобігати помилковим спрацьовуванням.

Номінальний струм захисного пристрою не повинен бути меншим за розрахунковий струм захищеного сегмента мережі, а також не повинен бути меншим за струм у сусідніх зонах і не повинен спричиняти вимкнення електрообладнання при ввімкненні освітлювальних приладів.

Якщо в шафі або коробці встановлено кілька автоматичних вимикачів з тепловими або комбінованими вимикачами, їх номінальний струм повинен бути зменшений на 10-20% залежно від кількості автоматичних вимикачів і навантаження.

У разі короткого замикання захисний пристрій повинен відключити лінію в найкоротший час і відповідати вимогам вибірковості. У мережах захисту від перевантаження захист від короткого замикання повинен бути забезпечений надійними пристроями, вибраними відповідно до умов важливого навантаження.

У мережах без захисту від перевантаження, в обладнанні з безпосередньо заземленою нейтральною точкою, при виникненні короткого замикання в двофазній або трифазній мережі, якщо струм короткого замикання перевищує 3 рази номінальне значення запобіжника або автоматичного вимикача, мережа автоматично відключається.

Селективність досягається, коли час спрацьовування захисного пристрою у верхньому шарі мережі значно перевищує час спрацьовування захисного пристрою в нижньому шарі. Для досягнення селективності час спрацьовування більшого захисного пристрою повинен бути принаймні втричі більшим за час спрацьовування меншого захисного пристрою.

У всіх випадках поперечний переріз провідника незахищеної частини повинен витримувати розрахунковий струм короткого замикання і не бути меншим за поперечний переріз провідника після захисного пристрою. Не встановлюйте захисні та роз'єднувальні пристрої на нейтральних провідниках, за винятком легкозаймистих місць з двопровідними лініями.

При проектуванні захисних пристроїв важко одночасно виконати дві різні вимоги: забезпечити відсутність помилкових спрацьовувань і надійність спрацьовування не тільки в разі короткого замикання, але і в разі відносно невеликого перевантаження. У мережах захисту від перевантаження запобіжники і автоматичні вимикачі повинні бути обрані з номінальними значеннями, рівними або близькими до розрахункового робочого струму мережі, тобто вони повинні відповідати наступній пропорційній залежності:

$$I_b \geq I_p, I_a \geq I_p, \quad (2.13)$$

де I_b – струм плавкої вставки, А;

I_a – струм роз'єднувача автоматичного вимикача, А;

I_p – розрахунковий струм, А.

Перевірка відповідності пристрою захисту від перенапруги включає розрахунок струму в кожній секції джерела живлення, розподілу та мережі, а потім вибір струму захисного пристрою на основі цього струму, порівняння його з номінальним струмом I_{dd} вибраного кабелю або провідника.

При розрахунку струму користуються наступними формулами:

для трифазної мережі з нулем

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (2.14)$$

для кожної з фаз дво- та трифазної мережі з нулем

$$I = \frac{P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi}, \quad (2.15)$$

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

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

P – активний опір навантаження, кВт.

Зробимо вибір струму автоматичного вимикача та його перевірку для ділянки АБ (формула 2.14). Загальна потужність цієї ділянки складає $P_{\text{тр}}=58,15$ кВт. Трансформаторна підстанція знаходиться поблизу будівлі на відстані 50 метрів. Потужність трансформатора = 400 кВ·А; $\cos\varphi=0,95$; $k_c=0,9$. Тоді:

$$I_{\text{АБ}} = \frac{58,15}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 92,99 \text{ А}$$

Із автоматичних вимикачів вибираємо триполюсний автоматичний вимикач типу VA77125125, що має струм апарату захисту $I_{\text{АЗ}} = 125$ А. Для кабелю ВВБ, що прокладається в повітрі і має площу перерізу жил 10 мм² тривало допустимий струм становить $I_{\text{дд}} = 103$ А.

Для ліній щитка робочого освітлення формула змінюється. Для прикладу розраховуємо 1 лінію.

$$I_1 = \frac{P_1}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} \quad (2.16)$$

де $\cos\varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження (0,95);

U_{ϕ} , – фазна напруга мережі, кВ (на даній ділянці 0,220 кВ);

P_1 – активний опір навантаження, тобто потужність першої лінії щитка робочого освітлення, кВт

$$I_1 = \frac{3,36}{0,22 \cdot 0,95} = 16,07 \text{ А}$$

По асортименту автоматичних вимикачів вибираємо триполюсний автоматичний вимикач типу BMS412-C20, що має струм апарату захисту $I_{A3} = 20$ А. Для кабелю ВВБ, що прокладається відкрито і має площу перерізу жил 4 мм^2 тривало допустимий струм становить $I_{\text{дд}} = 44$ А

Отже для адміністративної будівлі розраховуємо струми апаратів захисту на кожній ділянці групової, розподільчої та живильної мереж та заносимо дані в додаток Г

2.6 Розрахунок резервного живлення (UPS, ДГ)

Резервне електроживлення для фінансових установ є основною вимогою для забезпечення безперебійної роботи основних систем, як сервери, касові апарати, системи сигналізації та відеоспостереження. Основна функція резервного електроживлення полягає в підтримці нормальної роботи навантаження в разі несподіваного відключення основного джерела живлення .

Для цього в проекті використовуються два основних типи джерел резервного живлення: джерела безперебійного живлення (ДБЖ) для короткочасного забезпечення та дизель-генератори (ДГ) для довготривалого резервного живлення. ДБЖ дозволяє без затримки переключити живлення на внутрішній акумулятор, тоді як генератор запускається з певною затримкою (зазвичай від 10 до 30 секунд) після виявлення падіння напруги в мережі. Цей метод забезпечує безпеку даних, запобігає збоєм у критично важливих системах та підтримує нормальну роботу в разі відмови електромережі.

Першим кроком у розрахунку є визначення необхідної резервної потужності для кожної критичної системи. Формула розрахунку така:

$$P_{\text{рез}} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2.18)$$

де:

$P_{рез}$ – сумарна потужність, яку має покривати резервне джерело живлення, кВт;

P_i – потужність i -го споживача, що вимагає резервування, кВт.

У нашому випадку резервування потребують: серверна – 2,0 кВт; касова зона – 1,5 кВт; охоронна сигналізація – 0,5 кВт; відеоспостереження – 0,8 кВт. Тоді загальне навантаження для UPS становить:

$$P_{рез} = 2,0 + 1,5 + 0,5 + 0,8 = 4,8 \text{ кВт.}$$

Після цього визначається необхідна ємність акумуляторів UPS, яка забезпечить автономну роботу протягом заданого часу (наприклад, 30 хвилин). Розрахунок здійснюється за формулою:

$$C = \frac{P_{рез} \cdot t \cdot 1000}{U \cdot \eta} \quad (2.19)$$

де:

C – ємність акумуляторної батареї, А·год;

t – час автономної роботи, год;

U – напруга батарей, В (часто 48 В або 96 В у залежності від UPS);

η – ККД UPS (припустимо 0,9–0,95).

Підставимо значення: $P_{рез} = 4,8$ кВт, $t = 0,5$ год, $U = 48$ В, $\eta = 0,9$:

$$C = \frac{4,8 \cdot 0,5 \cdot 1000}{48 \cdot 0,9} \approx 55,56 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Отже, UPS повинен бути оснащений батареєю не менш ніж 56 А·год (з урахуванням резерву — ≥ 60 А·год). Якщо використовується акумулятор 12 В, тоді таких батарей потрібно:

$$n = \frac{U_{загальна}}{U_{аккумулятор}} = \frac{48}{12} = 4 \text{ шт. послідовно.}$$

У разі тривалого знеструмлення потрібен дизельний генератор (ДГ), який має забезпечити всю критичну потужність та частину некритичних навантажень. Його потужність розраховується із запасом 25–30%:

$$P_{\text{ген}} = P_{\text{рез}} \cdot (1 + K_{\text{зап}}) \quad (2.20)$$

де

$$K_{\text{зап}} = 0,3$$

$$P_{\text{ген}} = 4,8 \cdot 1,3 = 6,24 \text{ кВт.}$$

Виходячи з вищесказаного вибираємо генератор потужністю не менше 6,5 кВт, з автоматичним запуском при зникненні мережі. У реальних умовах рекомендується вибрати ДГ на 7–8 кВт, враховуючи втрати, пускові струми і потребу живити частину офісного обладнання.

ВИСНОВКИ

У роботі представлено проект енергоефективної системи освітлення для фінансових установ, яка відповідає сучасним вимогам до комфорту, енергоефективності, безпеки та надійності. При реалізації проекту враховано технічні та нормативні вимоги до освітлення адміністративних приміщень. Зокрема, проаналізовано діючі норми освітлення, показники освітлювального середовища, типи світильників та їх характеристики при використанні в банківських установах.

Проект являє собою двоповерхову будівлю для фінансової установи, яка включає в себе різні функціональні зони: від касової зони та серверної кімнати до офісів, конференц-залів, архівів та технічних приміщень. Це вимагає ретельного підходу до вибору системи освітлення, типів освітлювальних приладів, джерел світла та автоматизованого обладнання. З урахуванням умов експлуатації та високих вимог до зорового комфорту співробітників було обрано систему штучного освітлення на основі світлодіодних світильників, які, крім високої світловіддачі, також відрізняються довговічністю, стабільністю та екологічністю.

Було проведено аналіз сучасних технологій освітлення, порівняно традиційні лампи з сучасними світлодіодними системами, що підтвердило переваги останніх. Світлодіодні світильники підібрано індивідуально відповідно до типу кожного приміщення, поєднавши рівень освітленості, індекс кольоропередачі, колірну температуру та необхідний ступінь захисту. Також заплановано встановлення інтелектуальних компонентів управління: датчиків руху, таймерів та регуляторів інтенсивності для автоматизації управління освітленням та ще більшої економії енергії.

В рамках проекту було проведено комплексний розрахунок проекту освітлення за методом коефіцієнта використання, і результати підтвердили, що отримані параметри освітлення відповідають чинним нормам. Розрахунок охоплював усі ділянки проекту і визначив кількість світильників, необхідну

потужність, висоту підвісу та коефіцієнт безпеки. Результати розрахунку показують, що обрана система освітлення здатна задовольнити нормативні вимоги до освітлення з найкращою енергоефективністю.

Одночасно були виконані електротехнічні розрахунки, включаючи визначення струму навантаження, розрахунок втрат напруги, вибір перетину провідників і типу кабелю, а також вибір захисних пристроїв відповідно до «Правил електротехнічної безпеки» та інших нормативних документів. Розроблено структуру електропостачання за функціональними групами, що запобігає перевантаженню та забезпечує гнучкість в управлінні електричною мережею. Обрано схему електропостачання TN-S, яка підходить для адміністративних будівель з високими вимогами до електробезпеки. Ця схема забезпечує фізичне розділення робочих і захисних провідників по всій довжині мережі, що позитивно впливає на стабільну роботу чутливого обладнання (особливо серверів та комп'ютерного обладнання).

Особлива увага приділена організації резервного електропостачання в критичних зонах (серверна, касова зона, система охоронної сигналізації, відеоспостереження), які обладнані пристроями безперебійного живлення (ДБЖ). Це забезпечує автономну роботу обладнання в разі відключення електроенергії, запобігаючи втраті інформації, пошкодженню обладнання або перериванню обслуговування клієнтів.

Відповідно до всіх результатів розрахунків, були обрані автоматичні захисні пристрої, які відповідають вимогам до розрахункового струму та перетину кабелю, а також вимогам до вибіркової та селективності, забезпечуючи тим самим безпечну та стабільну роботу всієї електричної системи. Вибір типу кабелю та способу монтажу базується на технічних та економічних нормах, що забезпечують пожежну та електротехнічну безпеку.

Таким чином, дана робота вирішує практичну задачу проектування економічної, надійної та безпечної системи освітлення для фінансових установ. Розроблене рішення не тільки відповідає сучасним стандартам і нормам, але й створює комфортні умови праці для співробітників, знижує споживання

електроенергії, зменшує вплив на навколишнє середовище і може бути розширене для впровадження на аналогічних об'єктах. Результати даної роботи можуть служити основою для модернізації систем освітлення в фінансових і адміністративних установах, а також для застосування інноваційних енергозберігаючих технологій в проектній практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. — Київ: Мінрегіон України, 2019. — 60 с.
2. ДСТУ Б В.2.5-28:2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Штучне освітлення. Загальні вимоги проєктування. — Київ: Держспоживстандарт України, 2007. — 58 с.
3. ДБН В.2.5-23:2010. Проєктування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. — 112 с.
4. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). 7-е вид. — Київ: Техніка, 2014. — 656 с.
5. Сидоренко А. О. Основи світлотехніки: навч. посіб. — Харків: ХНАМГ, 2013. — 132 с.
6. Бойко В. С., Горбенко В. М. Світлотехнічні розрахунки: навч. посіб. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. — 145 с.
7. Соколов Ю. В. Енергозбереження в системах освітлення. — Київ: Либідь, 2012. — 192 с.
8. Коваленко В. І., Григоренко О. В. Проєктування електропостачання будівель: навч. посіб. — Київ: НАУ, 2016. — 198 с.
9. Шевченко І. І. Автоматизація освітлення будівель. — Харків: УПА, 2020. — 104 с.
10. ДСТУ ISO 8995-1:2019. Освітлення робочих місць. Частина 1. Приміщення. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. — 42 с.
11. European Committee for Standardization (CEN). EN 12464-1:2021. Light and lighting – Lighting of workplaces – Part 1: Indoor workplaces. — Brussels: CEN, 2021.
12. IEC 60364-5-52:2009. Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2009.

13. IEC 61000-4-5:2014. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2014.
14. LED технології в системах освітлення: каталог продукції ТОВ «Євросвітло» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://evrosvitlo.ua/>
15. Horoz Electric. Технічний каталог освітлювального обладнання [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://horoz.com.ua/>
16. DELUX Lighting. Інтелектуальні датчики та контролери освітлення [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://delux-led.com.ua/>
17. Schneider Electric. Каталог обладнання. Електрощитове та автоматичне устаткування [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.se.com/ua/>
18. ABB Group. Каталог автоматичних вимикачів та УЗО [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://new.abb.com/>
19. Вергунов В. М. Проектування систем електропостачання: методичні рекомендації. — Київ: КНУБА, 2018. — 85 с.
20. Енергозбереження та електробезпека у громадських будівлях: методичні рекомендації. — Київ: Держенергоефективності, 2020. — 64 с.
21. ГО «Український центр енергоефективності». Системи освітлення громадських будівель: аналіз та рекомендації. — Київ, 2021. — 47 с.

1. THEORETICAL BASIS FOR ORGANISING ENERGY-EFFICIENT LIGHTING OF A FINANCIAL INSTITUTION

1.1 General information about the design object

The object of design is a two-storey building that performs administrative, operational and financial institution functions. The bank's building is outdated and cannot serve in full. It needs to expand the range of banking services, increase the number of customers and comfort for them, the growth in the volume of documents processed and the introduction of modern digital technologies meant that it was necessary to modernise the internal power supply systems, especially lighting, in accordance with current Ukrainian norms and EU standards.

The bank's building is rectangular in shape, with overall dimensions of 27×14 m. The total area is 700 m^2 , of which 370 m^2 are on the ground floor and 330 m^2 on the first floor. The structure consists of monolithic reinforced concrete floors and columns, as well as internal partitions made of solid brick. The windows are metal-plastic with double-glazed windows. The exterior walls are insulated with a hinged-ventilated facade system, which ensures stable thermal performance at any time of the year.

The height of the first floor varies from 3 to 3.2 metres, and the height of the second floor is 3.1 to 3.3 metres. The building provides comfortable working conditions for employees and customer service.

The ground floor includes:

- central hall and customer service area;
- cashier's premises;
- security room;
- technical premises;
- waiting area;
- server room;
- bathrooms.

The second floor includes:

- offices of the management and service departments;

- a meeting room;
- archive for storing documents;
- a technical room for ventilation systems and uninterruptible power supply;
- kitchen;
- bathrooms.

All offices are equipped with computers, bank terminals, special electronic equipment, office equipment, internal data networks and energy-saving lamps.

At the time of design, power grids are operated with an exceeded service life, which causes a number of problems:

- overloading of socket and lighting groups;
- uneven distribution of loads;
- lack of modern automatic protection devices;
- outdated light sources with low efficiency;
- Lack of integration with automated control systems.

The nominal voltage of the power grid is 220 volts and the frequency is 50 Hz. Power supply is provided from the city power grid through the input panel on the ground floor. The power supply system is TN-S type. The total load of the facility is about 25-30 kW, taking into account all systems: lighting, IT equipment, fire alarm, ventilation and air conditioning systems.

The load is divided into separate groups:

- general lighting;
- computer network;
- equipment of cash desks and server rooms;
- security and video surveillance system;
- ventilation and climate control.

The following is planned as part of the modernisation of the power supply system

- complete replacement of the lighting network with LED lamps;
- implementation of an energy-efficient lighting system with intelligent control (timers, motion sensors, automatic lighting control);

- Installation of modern switchboard equipment with selective automatic protection;
- Connecting redundant power supplies to ensure uninterrupted operation of critical systems (cash registers, servers, security systems);
- Integration of energy measurement systems with remote monitoring capabilities;
- installation of low-current networks for telecommunications, alarm and access control systems.

For financial institutions, a power supply system of the TN-S, which starts from the switchboard and separates neutral (N) and protective earth (PE) wires along the entire length of the network. This system is recommended for office and administrative buildings where equipment sensitive to power quality is used and where there are increased electrical safety requirements.

The advantages of the TN-S system are as follows:

- Increased electrical safety - reduced risk of electric shock due to individual PE protective conductors that provide a safe escape route in the event of insulation damage.
- Compatibility with electronic equipment - no current flows in the protective conductor (also in the case of TN-C or TN-C-S), which ensures stable electrical characteristics. operation of computer, banking, telecommunications and server equipment sensitive to interference and voltage fluctuations.
- Compliance with European standards - TN-S underpins most of the current EU regulations for building infrastructure, including those requiring integrated building management systems (BMS).
- Selective protection functions - separate earthing cables allow the automatic disconnection system to function correctly in the event of a short circuit or overload, thereby increasing the reliability and controllability of the network.

Thus, the use of the TN-S system ensures compliance with the current standards (DBN B.2.5-23:2010, PUE) and guarantees safe operation of electrical equipment, stability of power supply and integration of modern energy-saving technologies.

Conclusion The aim of the project is to create a reliable, secure and energy-efficient power supply system for a financial institution that would guarantee uninterrupted staff operations, compliance with regulatory requirements, reduced operating costs and scalability for future infrastructure development.

1.2 Light microclimate in financial institutions

The light microclimate is a set of lighting characteristics that create comfortable conditions for a person's visual work in a room. It is determined by the illumination, uniformity of the light flux, absence of glare, appropriate colour spectrum of light sources and the ratio between natural and artificial light.

These metrics are particularly important for financial institutions, where most employees spend long hours at the computer processing documents, handling money, or interacting with customers.

In financial institutions, where employees mainly perform visual tasks related to documents, computers and banking equipment, lighting requirements must comply with the applicable standards: DBN V.2.5-28:2018, DSTU BN V.2.5-28:2018, DSTU BN V.2.5-1:2014.

Table 1.1 - Recommended lighting levels in financial institutions

No	Premises.	Minimum illumination, lux	Note
1	Cash desk, customer service	500-750	High accuracy of document management
2	Workstations with a PC	500	Avoids glare on the screen
3	Customer waiting area	200-300	Comfortable stay

No	Premises.	Minimum illumination, lux	Note
4	Server room	300	Minimum required for maintenance
5	Corridors, passages	100-200	General orientation
6	Meeting rooms, archives	300-500	Depending on the purpose
7	Bathrooms, technical rooms	100-150	Temporary residence

In addition to sufficient light levels, uniformity is also important. An insufficiently even distribution of light can cause visual fatigue, reduce productivity and increase the risk of errors. To ensure visual comfort, the uniformity of lighting should be at least 0.6 (the ratio between the lowest light level and the average light level on the work surface). Another important component of the light microclimate is the limitation of direct and reflected glare.

Glare can be caused by poorly placed luminaires and reflections from shiny surfaces (monitor screens, glass tables, etc.). According to the standards, for workplaces requiring prolonged visual work, the (UGR) value should not exceed 19. Another aspect is the choice of colour temperature and colour rendering index (Ra) of the light source.

In financial institutions, it is recommended to use neutral white light with a colour temperature of 4000 to 5000 K, which helps to increase concentration and work efficiency. The colour temperature index should not be lower than 80 to ensure natural colour reproduction, which is especially important when working with documents and notes. Particular attention should be paid to the location of natural light.

Natural light has a positive effect on employees' psychological well-being, reducing fatigue and energy consumption throughout the day. Financial institutions are advised to provide adequate natural light in the workplace, where technically feasible, and to comply with the standards of the UGR.

Conclusion The lighting microclimate in financial institutions should be as comfortable as possible and meet regulatory requirements for lighting levels, visual safety and energy efficiency. This can be achieved through the use of modern light sources, proper placement of lighting fixtures and the introduction of automated lighting control systems.

1.3 Overview of existing lighting systems

The lighting system is a key part of any building's electrical infrastructure. In financial institutions, where administrative activities require significant visual effort, the quality of lighting not only affects employee comfort, but is also directly related to work efficiency, accuracy of operations and security.

Existing lighting systems can be divided into two main categories: traditional (outdated) and modern (energy-saving).

Traditional lighting systems

Traditional lighting systems include:

- incandescent lamps;
- fluorescent lamps (fluorescent tubes, fluorescent panels, compact fluorescent lamps);
- gas discharge lamps (mercury lamps, sodium lamps, metal halide lamps).

Advantages.

- low cost of equipment
- easy replacement and maintenance.

Disadvantages.

- low efficiency (light output)
- high energy consumption
- significant thermal impact

- limited service life
- operational problems (especially fluorescent lamps and mercury lamps);
- frequent flickering and dimming of the light flux.

Many financial institutions are still using these systems, despite their energy efficiency being significantly lower than their modern counterparts.

Modern solutions are mainly based on LED technology, which is gradually replacing traditional light sources due to its technical and economic advantages.

Advantages of LED lighting:

- High luminous efficiency (up to 100-130 lm/W and more);
- Long service life (50,000 hours or more);
- Low heat generation;
- Environmentally friendly (mercury-free);
- High stability of the luminous flux;

Disadvantages.

- Higher initial cost (paid for by energy savings);
- The need for high-quality installation to prevent overheating.

Modern systems also support integration with building automation management systems (BMS), which allows flexible lighting control depending on working hours, occupancy, natural light and other conditions, as well as reducing the load on the power grid during peak hours.

Table 1.2 - Comparison of the main types of lighting sources

Type of light source	Efficiency (lm/W)	Service life, h	Colour rendering index (Ra)	The ability to control
Incandescent light bulb	10-15	~1000	95-100	Limited to.
Fluorescent lamp	60-90	8000-12000	70-85	Limited to.
Light emitting diode (LED) lamp	100-140	30000-50000	80-95	Full

Conclusion Lighting systems based on LED technology are significantly superior to traditional light sources in all respects: energy efficiency, durability, lighting quality and controllability. The introduction of such systems in financial institutions not only reduces operating costs but also creates a safe, comfortable and modern working environment.

1.4 Selection of lighting devices and their control systems

The selection of lighting fixtures by financial institutions is an important stage in the design of the internal electrical system, especially the lighting system. The quality of lighting has a direct impact on the visual comfort, safety, efficiency and energy consumption of employees. Taking into account the current energy efficiency requirements and lighting standards, this project uses exclusively LED lighting fixtures.

Among the various light sources, LED lamps are the most popular for interior lighting.

LED lamps have a number of advantages over fluorescent lamps. Firstly, they are more environmentally friendly, which is their main advantage. In addition, LED lamps do not flicker at a frequency that is visible to the human eye, which is a typical characteristic of fluorescent lamps. This makes it possible to use LED lamps in places where flickering fluorescent lamps can pose a safety hazard or cause eye fatigue.

LED lamps have a number of advantages that make them widely used: high light output (100-130 lm/W), long service life (over 50,000 hours), environmental friendliness (no harmful substances), low heat radiation, stable light output, integration with automated lighting control systems (motion sensors, sunlight sensors, timers). In addition, they allow you to adjust the brightness (intensity), which is necessary to maintain a comfortable lighting microclimate throughout the working day.

To ensure standard lighting and visual comfort in all buildings, different types of luminaires were selected depending on the function and purpose of the premises. In the office areas, where computer work and document processing are predominantly carried

out, LED panels with a colour temperature of 4000-5000 K and a colour rendering index of $Ra \geq 80$ were selected. For places such as cash desks, luminaires with a higher colour temperature, $Ra \geq 90$, were used. In technical rooms and toilets, sealed luminaires with a protection class of at least IP44 were installed. Waiting rooms and conference rooms are equipped with decorative or pendant lights with soft light to create a comfortable atmosphere.

For office space, conference room, office of directors, and other rooms with large visual work, we choose the luminaire EUROSVIT 32W PANEL LED-SH-600-20 6400K 2300Lm (Fig. 1.1), the characteristics of this luminaire are shown in Table 1.3.



Figure 1.1 - LED panel EUROSVIT 32W PANEL LED-SH-600-20 6400K 2300Lm.

Table 1.3 - Characteristics of the luminaire EUROSVIT 32W PANEL LED-SH-600-20

Characteristics of the luminaire	Data.
Power	32 W
Glow colour	cold light (6400K)
Luminous flux	2300 Lm
Supply voltage	220-240 V

Characteristics of the luminaire	Data.
Length	595
Width	595
Thickness	9
Length of service	25000 h
Temperature conditions	-20 +40 °C
Scattering angle	120°
Protection level	IP 20

For the server rooms and the archive consultation room, we choose a recessed luminaire EUROSVITO 24W circle LED-R-170-24 4200K without frame (Fig. 1.2), the characteristics of this luminaire are shown in Table 1.4.



Figure 1.2 - Evrosvit 24W circle LED-R-170-24 4200K recessed luminaire without frame.

Table 1.4 - Characteristics of the luminaire EUROSVIT 24W circle LED-R-170-

24

Characteristics of the luminaire	Data.
Power	24 W
Glow colour	daylight (4200K)
Luminous flux	1980 Lm
Supply voltage	165-265 V
Length	167
Width	167
Thickness	19
Length of service	15000 h
Temperature conditions	-20 +40 °C
Scattering angle	120°
Protection level	IP 20

For corridors, technical staff offices, locker rooms, stairs we choose a surface-mounted luminaire EUROSVITO 12 W circle LED-SR-170-12 4200K (Fig. 1.3). the characteristics of this luminaire are shown in Table 1.5.



Figure 1.3 - Surface mounted luminaire EUROSVITO 12 W circle LED-SR-170-12 4200K

Table 1.5 - Characteristics of the luminaire EUROSVITO 12 W circle LED-SR-170-12

Characteristics of the luminaire	Data.
Power	12 W
Glow colour	daylight (4200K)
Luminous flux	840 Lm
Supply voltage	185-265 V
Length	170
Thickness	30
Length of service	25000 h
Temperature conditions	-20 +40 °C
Scattering angle	120°
Protection level	IP 20

For the switchboard, warehouse and security room, we choose a recessed luminaire EUROSVET 24W square LED-S-300-24 6400K (Fig. 1.4), the characteristics of this luminaire are shown in Table 1.6.



Figure 1.4 - Evrosvet 24W square LED-S-300-24 6400K recessed luminaire.

Table 1.6 - Characteristics of the EUROSVET 24W square LED-S-300-24 6400K.

Characteristics of the luminaire	Data.
Power	24 W
Glow colour	Cold light (6400K)
Luminous flux	1680 Lm
Supply voltage	185-265 V
Length	295
Width	295
Thickness	18
Length of service	25000 h
Temperature conditions	-20 +40 °C
Scattering angle	120°
Protection level	IP 20

For bathrooms, we choose a built-in luminaire Feron 6 W 480Lm 5000K (Fig. 1.5), the characteristics of this luminaire are shown in Table 1.7.



Figure 1.5 - LED recessed luminaire 6W 480Lm 5000K

Table 1.7 - Characteristics of the Feron 6W 480Lm 5000K luminaire

Characteristics of the luminaire	Data.
Power	6 W
Glow colour	White light (5000K)
Luminous flux	480 Lm
Supply voltage	185-265 V
Length	350
Width	350
Thickness	18
Length of service	25000 h
Temperature conditions	-20 +60 °C
Scattering angle	120°
Protection level	IP 44

In order to improve energy efficiency, comfort and security, a lighting automation system will be installed in all the bank's premises. The automation will be implemented by installing appropriate sensors, timers and smart relays in accordance with the functional purpose of each room.

For corridors, stairs, we choose automatic switching on when moving and place it on the ceiling, in the centre of the passage. The device itself is Horoz HL 482 PIR (Fig. 1.6)



Figure 1.6 - Horoz HL 482 PIR motion detector

For bathrooms and locker rooms, we choose automatic switching on when moving and place it on the ceiling, in the centre of the aisle. The device itself is a DELUX ST451B 360°, set the Timer: ~ 60-1.30 s (Fig. 1.7)



Figure 1.7 - DELUX ST451B 360°

For a conference room, we choose a dimmer to be placed on the wall instead of a switch. The device itself is an AVT RF single-channel 40A touch panel dimmer (Fig. 1.8)



Figure 1.8 - AVT RF single channel 40A dimmer

Conclusion Taking into account all the above factors, it is possible to create a cost-effective, durable and ergonomic lighting system that meets modern standards, the needs of employees and the requirements of a financial institution for comfort and safety.

1.5 Selecting a lighting system and lighting types

When designing lighting systems for financial institutions, one of the most important tasks is to choose the right lighting system and type in accordance with the functional purpose of the premises, the design features of the building, the requirements of regulatory documents and modern energy saving principles. To do this, the following factors should be taken into account: the operating hours of the institution, the specifics of the visual activity of employees, the availability of natural light, the possibility of automating lighting control, and integration with other engineering networks.

For the design object, it is recommended to use an integrated artificial lighting system with local control, which provides uniform illumination of all work surfaces in accordance with hygienic requirements and creates comfortable visual conditions for employees and visitors. The main type of lighting is uniform general lighting, which creates a background lighting microclimate in rooms where people work continuously (for example, in offices, cash desks, customer service areas, etc.). In addition, localised lighting is used, especially pendant or wall lights in conference rooms and waiting areas, which allows you to adjust the lighting according to the purpose of the room.

The type of lighting system was chosen as artificial electric lighting with combined control, which allows for the automatic or manual switching on of individual groups of luminaires depending on the time of day, the presence of personnel or the level of natural light. This is achieved by dividing the luminaires into functional groups, which are connected to separate lines equipped with circuit breakers and touch controls.

Natural light coming through the windows equipped with energy-saving glass partially compensates for the need for artificial lighting during the day, but its use is limited by the depth of the room and the orientation of the facade. Therefore, natural light is considered an auxiliary light source, which allows to optimise the automatic lighting control system and reduce energy consumption.

In accordance with the requirements of regulatory documents, the selected lighting system meets the following principles: ensuring the level of illumination in

accordance with the standards (from 300 to 750 lux, depending on the purpose of the room), uniform illumination, glare reduction, aesthetic lighting devices, without flickering or flashes, adjustable and adapted to natural light.

Conclusion The selected lighting system is technically and economically feasible, provides energy efficiency, comfort and safety of use. Its implementation not only reduces energy consumption, but also creates good working conditions for employees of the financial institution and improves the quality of customer service.

1.6 Lighting design

The utilisation factor method calculates the basic coefficient η , which is equal to the ratio of the luminous flux falling on the design surface to the total luminous flux of the lighting equipment.

In practice, the value of the utilisation factor can be found in tables that relate the geometric parameters of a room. In this example, we use the room index and calculate using the formula.

The room index is determined by the formula:

$$K = \frac{S}{(A + B) \cdot h} \quad (1)$$

Where:

- A, B - length and width of the room,
- h is the height of the luminaire suspension above the work surface.

Then the value of the utilisation factor is determined according to the tables in the DBN.

Next, the required number of lighting fixtures is calculated to provide the standardised illumination:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot z \cdot S}{\eta \cdot \Phi} \quad (2)$$

where.

N is the number of light fixtures in the room, pcs;

F is the luminous flux of the lamps, lm;

E is the normalised illumination value, lux;

k is the stock factor;

z is the coefficient of unevenness of illumination, 1 - 1.2;

S is the area of the room, m²;

η is the utilisation rate;

For example, let's calculate the approximate number of lighting fixtures required to illuminate a room A consultation room measuring 4.4 x 6.6 m.

To illuminate this room, we choose a 32W PANEL LED-SH-600-20 6400K 2300Lm LED luminaire (see Fig. 1.1). This luminaire has a degree of protection IP22, a light intensity curve of type D₁, and an efficiency of 0.5 (example)

Determine the estimated height for this room using the formula:

$$h_p = H - h_{(pp)} - h_{(s)} \quad (3)$$

where $h_{(p)}$ is the calculated height, m;

H is the height of the room, m;

$h_{(rp)}$ is the height of the working surface, m;

$h_{(hs)}$ is the height of the luminaire overhang, m.

$$h_p = 3 - 0.8 - 0 = 2.2 \text{ m.}$$

For further calculation, let's determine the index of the room. To do this, use formula (1):

$$i = \frac{30}{(4.4+6.6)2.2} = 1.22$$

Then, using formula (2), we determine the required number of luminaires in the room:

$$N = \frac{300 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 30}{0.7 \cdot 2300} = 7.26$$

Thus, to illuminate the room, we get 8 LED lamps

For this lighting installation, we calculate its power using the formula (4):

$$P_{(ow)} = N \cdot P_l \quad (4)$$

where $P_{(ow)}$ is the power of the lighting installation, kW;

N is the number of luminaires in the room,

P_l - lamp power, kW;

$$P_{ow} = 8 \cdot 0.032 = 0.256 \text{ kW}$$

The calculation is carried out in a similar way for other rooms, the results are recorded in the table of lighting data (Appendix C)

Додаток В

Таблиця 1.1 – Світлотехнічна відомість

№ Назва приміщення	S, м ²	h _p , м	E, лк	к _з	ДС (тип, потужність, світловий потік)	i	η	N, шт	P _{оу} , кВт
1. Кімната консультацій	30	2,2	300	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400K 2300Лм	1.22	0,7	8	0,256
2. Зал обслуговування	110	3	300	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400K 2300Лм	1.71	0,7	19	0,608
3. Санвузли	7	3	100	1.3	СВД Feron 6W 5000K 480 Лм	0.43	0,36	2	0,012(2)
4. Приміщення сейфів	30	2,2	200	1.3	СВД 24Вт LED-R-170 4200K 1980 Лм	1.22	0,5	4	0,096
5. Каси	3	2,2	400	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400K 2300Лм	0.39	0,5	1	0,032(6)
6. Гардероб	15	3	150	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200K 840 Лм	0.63	0,36	4	0,048
7. Кімната відеоспостереження	12	2,2	300	1.3	СВД 24Вт LED-R-170 4200K 1980 Лм	0.77	0,5	3	0,072
8. Коридор	27	3	100	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200K 840 Лм	0.85	0,36	5	0,06

№ Назва приміщення	S, м ²	h _p , м	E, лк	к _з	ДС (тип, потужність, світловий потік)	i	η	N, шт	P _{оу} , кВт
9. Кімната охорони	23	3	200	1.3	СВД 24Вт LED-S-300- 24 6400К 1680Лм	0.78	0,5	4	0,096
10. Приміщення перерахунку коштів	18	2,2	400	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400К 2300Лм	0.94	0,5	5	0,16
11. Санвузи	5	3	100	1.3	СВД Feron 6W 5000К 480 Лм	0.37	0,36	2	0,012(2)
12. Сходи	9	3	100	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200К 840 Лм	0.49	0,36	2	0,024
13. Щитова	6	3	200	1.3	СВД 24Вт LED-S-300- 24 6400К 1680Лм	0.40	0,5	1	0,024
14. Кабінет директорів	37	2,2	500	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400К 2300Лм	1.35	0,7	10	0,32
15. Офісне приміщення	75	2,2	500	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400К 2300Лм	1.93	0,7	20	0,64
16. Серверна	18	2,2	200	1.3	СВД 24Вт LED-R-170- 24 4200К 1980 Лм Лм	0.94	0,5	3	0,072

№ Назва приміщення	S, м ²	h _p ,м	E, лк	к _з	ДС (тип, потужність, світловий потік)	i	η	N, шт	P _{оу} , кВт
17. Архів	18	2,2	200	1.3	СВД 24Вт LED-R-170 4200К 1980 Лм	0.94	0,5	3	0,072
18. Конференц зал	45	2,2	300	1.3	СВД 32Вт PANEL LED- SH-600-20 6400К 2300Лм	1.49	0,5	8	0,256
19. Коридор	62	3	100	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200К 840 Лм	1.29	0,36	10	0,12
20. Кімната відпочинку	22	3	200	1.3	СВД 24Вт LED-R-170 4200К 1980 Лм	0.77	0,5	6	0,144
21. Приміщення техперсоналу	12	3	200	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200К 840 Лм	0.57	0,5	4	0,048
22. Складське приміщення	12	3	150	1.3	СВД 24Вт LED-S-300- 24 6400К 1680Лм	0.57	0,36	2	0,048
23. Сходи	9	3	100	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200К 840 Лм	0.49	0,36	2	0,024
24. Гардероб	21	3	150	1.3	СВД 12 Вт LED-SR- 4200К 840 Лм	0.75	0,5	5	0,06

Додаток Г

Таблиця 1.2 – Значення навантажень та приведені моменти групових ліній

Ділянка	P, кВт	m, кВт*м
ОЦ-1.1	3,36	69,44
1	0,64	8,96
2	0,64	10,88
3	0,608	18,24
4	0,512	17,92
5	0,48	5,76
6	0,48	7,68
ОЦ-1.2	1,462	39,66
1	0,64	13,44
2	0,48	5,76
3	0,372	20,46
4	Резерв	
5	Резерв	
6	Резерв	
ОЦ-2.1	1,192	50,28
1	0,64	23,04
2	0,556	27,24
3	Резерв	
4	Резерв	
5	Резерв	
6	Резерв	
ОЦ-2.2	3,784	90,49
1	0,96	12,48
2	0,96	8,64
3	0,96	11,52
4	0,904	57,85
5	Резерв	
6	Резерв	
ОЦА-1	0,8	23,864
1	0,584	18,68
2	0,216	5,184
ОЦА-2	1,032	14,736
1	0,552	9,936
2	0,48	4,8

Таблиця 1.3 – Значення площі перерізу і втрат напруги живильної та розподільчої мереж.

Ділянка	P, кВт	M, кВт*м	S _{розр} , мм	S _{ст} , мм	U _{діл} , %	U _{точки} , %
АБ	58,15	2907,5	9,55	16	2,5	2,5
БВ	9,798	244,95	1,96	4	0,75	1,75
ВГ	6,428	160,7	1,37	2,5	0,63	0,63
ГД	4,976	124,4	1,06	2,5	0,61	0,51
ДЕ	3,784	94,6	0,72	1,5	0,49	0,02
ЕЖ	1,832	45,8	0,13	1,5	0,42	2,08
ЖК	1,032	25,08	0,14	1,5	0,23	1,85

Таблиця 1.4 – Значення площі перерізу проводу на групових мережах

Ділянка	S _{розр} , мм	S _{ст} , мм
ОЦ-1.1	3,07	4
1	0,56	1,5
2	0,68	1,5
3	1,15	1,5
4	1,13	1,5
5	0,36	1,5
6	0,48	1,5
ОЦ-1.2	2,5	4
1	0,85	1,5
2	0,36	1,5
3	1,29	2,5
4	Резерв	
5	Резерв	
6	Резерв	
ОЦ-2.1	3,18	4
1	1,45	2,5
2	1,72	2,5
3	Резерв	
4	Резерв	
5	Резерв	
6	Резерв	

ОЩ-2.2	5,73	6
1	0,79	1,5
2	0,54	1,5
3	0,72	1,5
4	3,66	4
5	Резерв	
6	Резерв	
ОЩА-1	1,27	2,5
1	0,99	1,5
2	0,27	1,5
ОЩА-2	0,78	1,5
1	0,52	1,5
2	0,25	1,5

Таблиця 1.5 – Значення струмів навантажень, струмів апаратів захисту, типу проводу і апарату захисту

Ділянка	I _{розр} , А	I _{дд} , А	Тип проводу	I _{аз} , А	Тип апарату захисту
АБ	92,99	103	ВВБ 4(1*16)	125	VA77125
БВ	15,67	44	ВВБ 4(1*4)	20	BMS412-C20
ВГ	10,28	34	ВВБ 4(1*2,5)	13	Hager MCN313
ГД	7,95	34	ВВБ 4(1*2,5)	10	EZ9F34310 Schneider
ДЕ	6,05	24	ВВБ 4(1*1,5)	8	Enext s002045
ЕЖ	2,92	24	ВВБ 4(1*1,5)	4	SIGMA Elektrik
ЖК	1,65	24	ВВБ 4(1*1,5)	2	e.mcb.pro.60.1.B
ОЩ-1.1	16,07	41	ПГВ 3(1*4)	20	Sigma Elektrik
1	3,06	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
2	3,06	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
3	2,9	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
4	2,44	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
5	2,29	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
6	2,29	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
ОЩ-1.2	6,99	41	ПГВ 3(1*4)	8	E.Next e.mcb.stand.
1	3,06	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN

2	2,29	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
3	1,79	30	ПГВ 3(1*2,5)	2	АСКО-Укрем
4	Резерв				
5	Резерв				
6	Резерв				
ОЩ-2.1	5,7	41	ПГВ 3(1*4)	8	E.Next e.mcb.stand.
1	3,06	30	ПГВ 3(1*2,5)	4	Hager MCN
2	2,66	30	ПГВ 3(1*2,5)	4	Hager MCN
3	Резерв				
4	Резерв				
5	Резерв				
6	Резерв				
ОЩ-2.2	18,08	50	ПГВ 3(1*6)	20	Sigma Elektrik
1	4,5	23	ПГВ 3(1*1,5)	6	EZ9F34106 Schneider
2	4,5	23	ПГВ 3(1*1,5)	6	EZ9F34106 Schneider
3	4,5	23	ПГВ 3(1*1,5)	6	EZ9F34106 Schneider
4	4,32	23	ПГВ 3(1*4)	6	EZ9F34106 Schneider
5	Резерв				
6	Резерв				
ОЩА-1	3,82	30	ПГВ 3(1*2,5)	6	EZ9F34106 Schneider
	2,79	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
	1,03	23	ПГВ 3(1*1,5)	2	e.mcb.pro.60.1.B
ОЩА-2	4,93	23	ПГВ 3(1*1,5)	6	EZ9F34106 Schneider
	2,64	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN
	2,29	23	ПГВ 3(1*1,5)	4	Hager MCN

Міністерство освіти та науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка»

Кафедра автоматики, електроніки та
телекомунікацій

«Підвищення енергоефективності системи освітлення фінансової установи»

Кваліфікаційна робота бакалавра

Виконав:

Студент групи 201-пМЕ2

Тарапата О.Ю.

Керівник:

доцент кафедри АіЕТ

Фомін О.С.

Полтава 2025

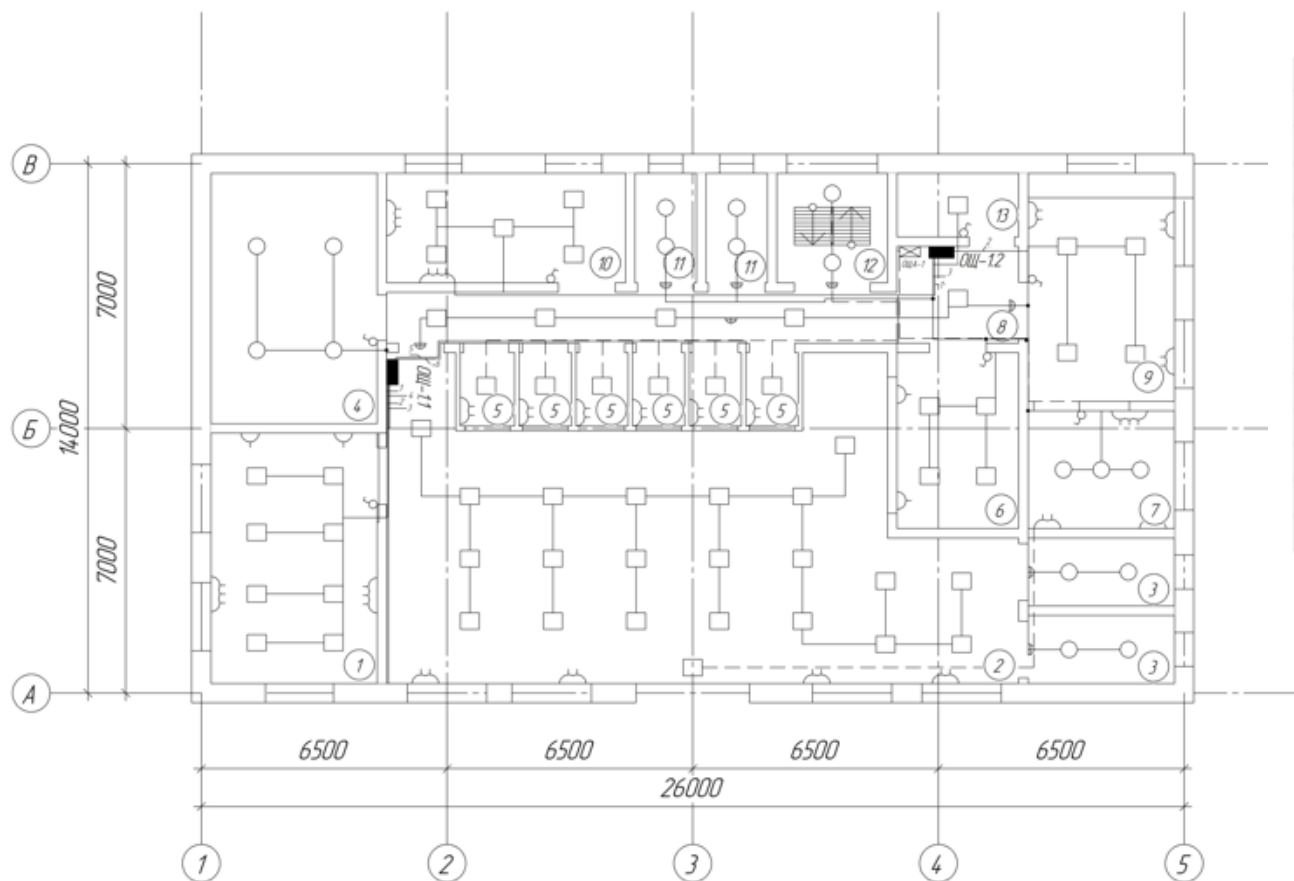
Актуальність та мета теми

Ця тема є актуальною, оскільки необхідно вдосконалювати системи освітлення фінансових установ, щоб зменшити енергоспоживання та капітальні витрати без шкоди для умов праці та вимог до освітлення.

Метою кваліфікаційної роботи була розробка енергоефективної системи освітлення для фінансової установи на основі сучасних світлотехнічних та електротехнічних рішень.



Адміністративна будівля поверх 1



Експлікація приміщень

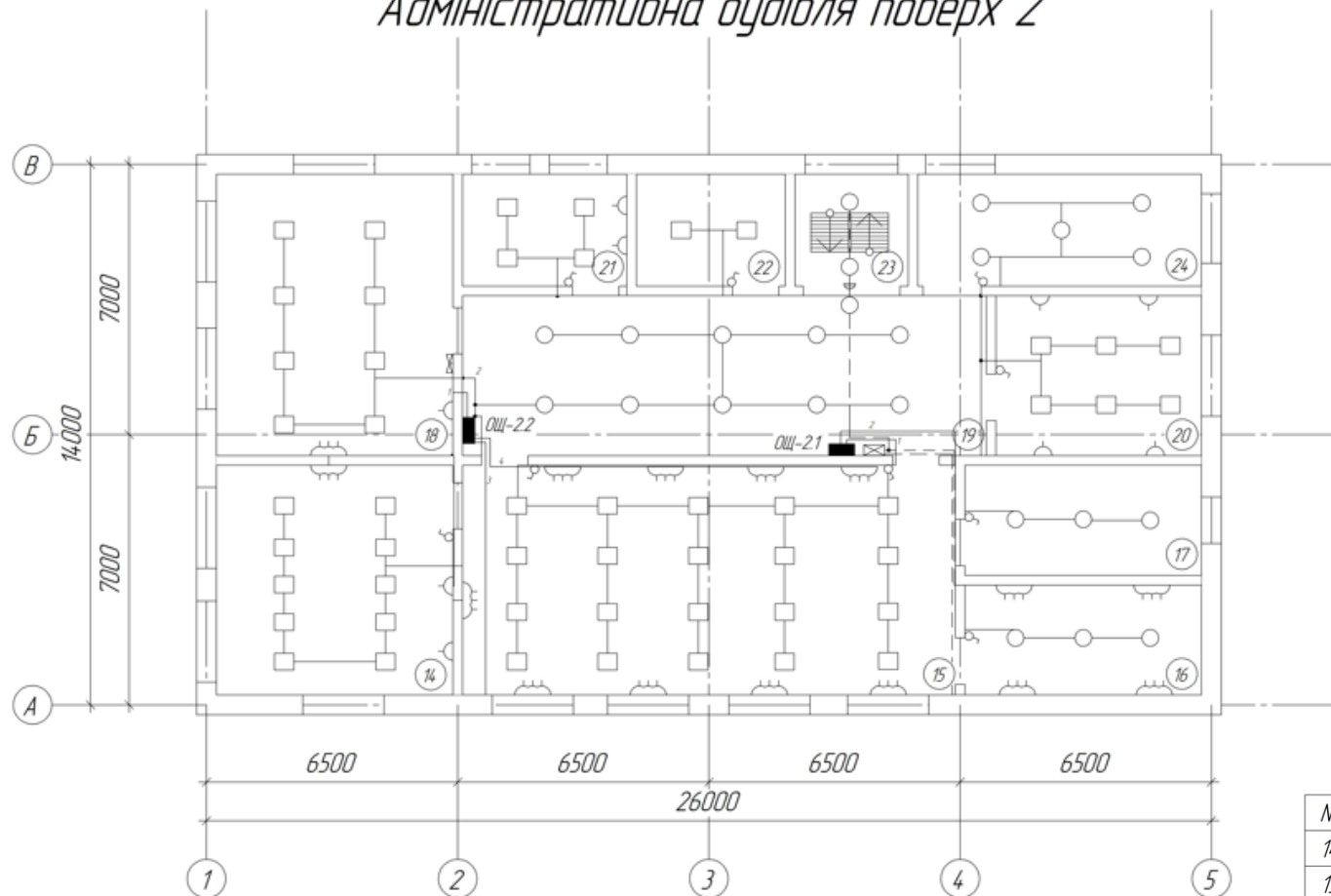
№	Найменування	Площа, м ²	$E_{\text{ср.}}$, лк	ДС	ОП	$P_{\text{ср.}}$, кВт
1	Кімната Консультації	30	300	СВД	32Вт 6400Ж 2300/лм	0,256
2	Зал обслуговування	110	300	СВД	32Вт 6400Ж 2300/лм	0,608
3	Санбузал	7	100	СВД	68Вт 5000Ж 480/лм	0,012 (2)
4	Приміщення сейфів	30	200	СВД	24Вт 4200Ж 1980/лм	0,096
5	Каси	3	400	СВД	32Вт 6400Ж 2300/лм	0,032 (2)
6	Гардероб	15	150	СВД	128Вт 4200Ж 840/лм	0,096
7	Кімната відеоспостереження	12	300	СВД	24Вт 4200Ж 1980/лм	0,036 (6)
8	Коридор	27	100	СВД	128Вт 4200Ж 840/лм	0,048
9	Кімната ахарони	23	200	СВД	24Вт 6400Ж 2300/лм	0,072
10	Приміщення перерахунку коштів	18	400	СВД	32Вт 6400Ж 2300/лм	0,16
11	Санбузели	5	100	СВД	68Вт 5000Ж 480/лм	0,012 (12)
12	Сходи	9	100	СВД	128Вт 4200Ж 840/лм	0,024
13	Електрощитова	6	200	СВД	24Вт 6400Ж 2300/лм	0,024

Умовні позначення

- Світильник з СВД-лампами
- Розетка
- Номер приміщення
- Провід робочого щитка
- Робочий щитак
- Аварійний щитак
- Розподільна коробка
- Провід Аварійного щитка
- Лінія провідки для розетки
- Вимикач світла
- Датчик руку
- Димер

Загальна площа першого поверху становить 370 м², висота стель — від 3 до 3,2 м. Приміщення призначені для постійної експлуатації, оснащені офісною технікою та потребують якісного освітлення.

Адміністративна будівля поверх 2

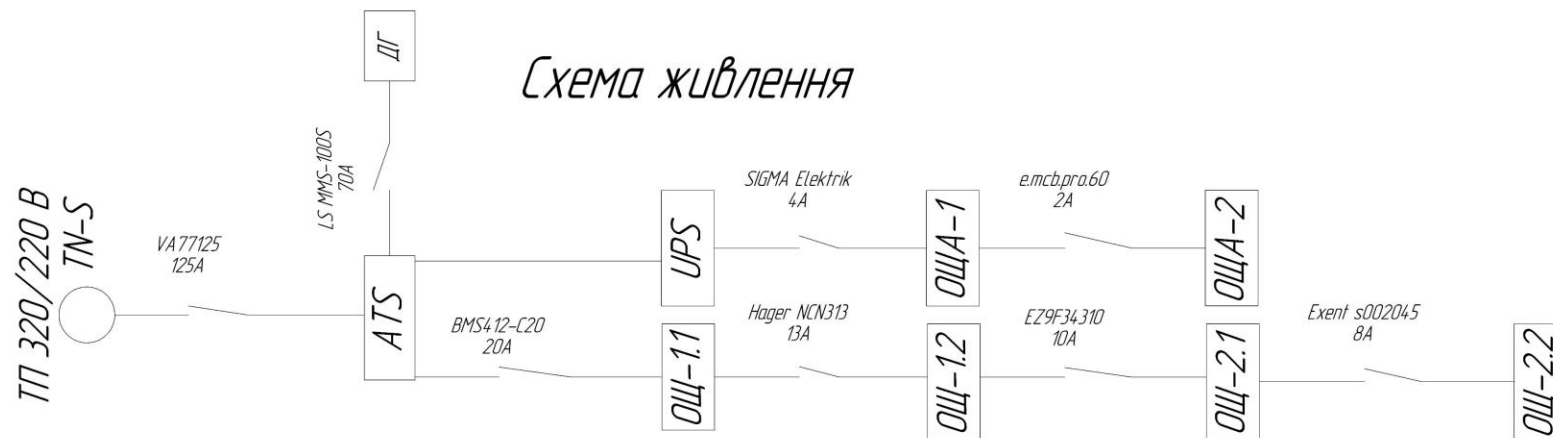


Приміщення мають різне функціональне призначення, але однаково вимагають ефективного освітлення та комфортних умов для роботи.

Загальна площа другого поверху — 370 м², висота стель — від 3,1 до 3,3 м.

Експлікація приміщень

№	Найменування	Площа, м ²	Е _{ср.} , лк	ДС	ОП	Р _{оц.} , кВт
14	Кабінет директорів	37	500	СВД	32Вт 6400К 2300/лм	0,32
15	Офісне приміщення	75	500	СВД	32Вт 6400К 2300/лм	0,64
16	Серверна	18	200	СВД	24Вт 4200К 1980/лм	0,072
17	Архів	18	200	СВД	24Вт 4200К 1980/лм	0,072
18	Конференц Зал	45	300	СВД	32Вт 6400К 2300/лм	0,256
19	Коридор	56	100	СВД	12Вт 4200К 840/лм	0,12
20	Кімната відпочинку	22	200	СВД	24Вт 4200К 1980/лм	0,144
21	Кімната для техперсоналу	12	200	СВД	12Вт 4200К 840/лм	0,048
22	Складське приміщення	12	150	СВД	24Вт 6400К 1680/лм	0,048
23	Сходи	9	100	СВД	12Вт 4200К 840/лм	0,024
24	Гардероб персоналу	21	150	СВД	12Вт 4200К 840/лм	0,06



*ATS – це автоматичний перемикач електричної мережі
 UPS – це джерело безперебійного живлення
 ДГ – це дизельний генератор*

- ✓ Система живлення виконана за схемою TN-S з напругою 220/380 В.
- ✓ Живлення надходить від трансформаторної підстанції (ТП) через автоматичний перемикач ATS, що забезпечує переключення на резервне джерело.
- ✓ Критичні зони (серверна, каса, охорона) підключені через джерела безперебійного живлення (UPS).
- ✓ Розподіл споживачів здійснюється через групові щити ОЩ-1.1, ОЩ-1.2, ОЩ-2.1, ОЩ-2.2, що відповідають окремим групам освітлення та розеткових ліній.

Висновок

У дипломному проєкті було розроблено енергоефективну систему освітлення для фінансової установи з урахуванням сучасних світлотехнічних та електротехнічних вимог. Проведено аналіз існуючих технологій освітлення, обґрунтовано вибір сучасних LED-світильників і систем автоматизації, виконано світлотехнічні та електротехнічні розрахунки, підібрано апарати захисту та резервні джерела живлення.

Запропоновані рішення дозволяють підвищити якість освітлення, зменшити енергоспоживання, забезпечити надійність і безпеку електропостачання. Результати проєкту можуть бути впроваджені на аналогічних об'єктах і мають практичну цінність.