

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: *Проект модернізації системи освітлення приміщень
адміністративної будівлі КП «Тернопільміськвітло».*

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТс-41
спеціальності 141
електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Сташук А.И.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Белякова І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Коваль В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Коваль В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Трембач Р.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Сташук Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект модернізації системи освітлення приміщень
адміністративної будівлі КП «Тернопільміськвітло».

Керівник роботи Белякова Ірина Володимирівна ,к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «19» квітня 2024 року № 4/7-384

2. Термін подання студентом завершеної роботи 09.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Поперхові плани приміщень, Державні будівельні норми,
Характеристики світлових приладів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, **слайдів**)

Мета та завдання роботи; Аналіз характеристик об'єкта проєктування; Види освітлення приміщень; Значення нормованих кількісних та якісних світлотехнічних характеристик системи робочого освітлення приміщень адміністративної будівлі КП «Тернопільміськвітло».; Чисельні значення нормованих світлотехнічних параметрів системи аварійного освітлення адміністративних приміщень; Технічні характеристики світлових приладів для освітлення приміщень ; Світлотехнічний розрахунок систем робочого освітлення за допомогою методу коефіцієнта використання (методика); Результати розрахунку електричної освітлювальної мережі адміністративних приміщень по струму навантаження та вибору апаратів захисту; Розрахунок падіння напруги в електричній освітлювальній мережі; Розрахунок падіння напруги в електричній освітлювальній мережі. Загальні висновки до кваліфікаційної роботи

[illegible]

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс–41. - Т. : ТНТУ, 2024.

Стор.56; рис.19 ; табл.6 ; джерел 14; додатків –.

Тема роботи Проект модернізації системи освітлення приміщень адміністративної будівлі КП «Тернопільміськсвітло».

Мета кваліфікаційної роботи є розробити проект системи робочого висвітлення адміністративно-технічної будівлі КП Тернопіль-міськсвітло

В процесі виконання роботи розглянуто наступні питання: Значення нормованих кількісних та якісних світлотехнічних характеристик системи робочого освітлення приміщень адміністративної будівлі КП «Тернопільміськсвітло».; Чисельні значення нормованих світлотехнічних параметрів системи аварійного освітлення адміністративних приміщень; Технічні характеристики світлових приладів для освітлення приміщень ; Світлотехнічний розрахунок систем робочого освітлення за допомогою методу коефіцієнта використання (методика); Результати розрахунку електричної освітлювальної мережі адміністративних приміщень по струму навантаження та вибору апаратів захисту;

Ключові слова: світлодіодне освітлення, управління освітленням.

Освітлення ізольованої енергоефективності.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ЗМІСТ	7
ВСТУП	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Аналіз Характеристик Об'єкта Проектування	9
2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Вибір нормованих значень освітленості.....	15
2.2 Вибір світлових приладів	19
2.3 Вихідні дані для розрахунку	23
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	27
3.1 Аналіз роботи програми DIALux	27
3.2 Результат розрахунку.....	29
3.3 Аналіз Результатів.....	35
3.4 Опис методу коефіцієнта потужності	36
3.5 Розрахунок електричної мережі	37
3.6 Розрахунок освітлювальної мережі за втратою напруги	43
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	49
4.1. Аналіз факторів на об'єкті проектування чиякі впливають на наслідки уражень електричним струмом.....	49
4.2. Причини виникнення пожеж на підприємстві у випадку надзвичайних ситуацій	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56

ВСТУП

Внутрішнє освітлення приміщень – один із важливих аспектів при проектуванні міських квартир, заміських будинків, офісів, спортивних та торгових центрів, цехів, музеїв та ресторанів.

В останні роки зростання темпу будівництва та житлових та офісних будівель все більше збільшується. Офісні приміщення проектується як усередині житлових будинків, і у вигляді бізнес-центрів. І в кожній такій будівлі необхідно кваліфіковано виконати проект системи освітлення, оскільки правильно організоване освітлення – це не тільки привабливий інтер'єр, а й сприятливе середовище для роботи, тому до формування систем внутрішнього освітлення слід ставитись гранично уважно.

Освітлювальні прилади, представлені на сучасному ринку, можна розділити на кілька груп: традиційні лампи розжарювання, що втрачають свою популярність, люмінесцентні і світлодіодні лампи для освітлення приміщень.

Освітлення адміністративного будинку відіграє важливу роль з різних поглядів, включаючи естетичний, ергономічний, технічний і психологічний аспекти. Ось ключові аспекти важливості системи освітлення для адміністративного будинку:

1. **Ергономічність та комфорт працівників:** Ефективне освітлення забезпечує комфортні умови для роботи працівників. Це включає правильну освітленість робочих місць, мінімізацію блисків і відблисків на екранах комп'ютерів та інших робочих поверхнях.

2. **Безпека і здоров'я:** Правильно спроектоване освітлення дозволяє уникнути травм і нещасних випадків, пов'язаних з поганою видимістю або недостатньою освітленістю в коридорах, сходових клітинах та інших громадських зонах.

3. **Енергоефективність і витрати:** Ефективне використання енергії є ключовим аспектом для адміністративних будівель. Встановлення енергоефективних світильників, датчиків руху та автоматизації дозволяє значно зменшити споживання електроенергії і витрати на освітлення.

4. **Естетичний вигляд і імідж:** Правильно обране освітлення може покращити естетичний вигляд будівлі, зробити її більш привабливою для відвідувачів і співробітників, а також позитивно вплинути на імідж компанії.

5. **Виконання нормативних вимог:** Освітлення повинно відповідати всім нормативним вимогам і стандартам щодо освітленості робочих приміщень, включаючи будь-які специфічні вимоги для адміністративних будівель.

6. **Психологічний комфорт:** Правильне освітлення може позитивно впливати на психологічний стан працівників, зменшуючи втомленість і стрес, підвищуючи продуктивність та настрій.

Таким чином, система освітлення для адміністративного будинку відіграє ключову роль у створенні здорових, комфортних і безпечних умов для працівників і відвідувачів, а також у забезпеченні енергоефективності та дотриманні всіх вимог нормативно-правових актів.

Мета роботи: розробити проект системи робочого висвітлення адміністративно-технічної будівлі КП Тернопіль-міськсвітло

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз характеристик об'єкта проектування

1.1.1 Основні відомості про підприємство

Тернопільське підприємство зовнішнього освітлення "Міськесвітло" було створене на основі наказу Міністра комунального господарства УРСР № 439 від 06 вересня 1963 року і рішення Тернопільської міської Ради депутатів трудящих № 327 від 16 січня 1964 року. Згодом, рішенням виконавчого комітету Тернопільської міської Ради від 25 листопада 1997 року за № 1727 підприємство було лише перереєстроване і перейменоване в "Тернопільміськесвітло".

Комунальне підприємство "Тернопільміськесвітло" належить територіальній громаді, тобто її мешканцям, які є самоврядувальною одиницею. Оскільки самоврядування є винятково представницьким, то воно представляє інтереси територіальних громад через сільські, селищні та міські ради. Ці ради створюють виконавчі органи - виконкоми, які управляють комунальним майном в межах, визначених місцевою радою.

КП "Тернопільміськесвітло" спеціалізується на обслуговуванні та ремонті електромереж зовнішнього освітлення, а також технічних засобів регулювання дорожнього руху, таких як світлофори і дорожні знаки.

Однією з ключових сфер у системі міського житлово-комунального господарства є комунальна інфраструктура міста, яка відповідає за забезпечення комфортних умов для проживання населення та забезпечення життєдіяльності громади.

Зовнішнє освітлення є важливим елементом комунального господарства Тернопільської міської територіальної громади, яке не лише формує зовнішній вигляд міста, але й значно покращує здоров'я та культурні умови життя населення. Важливою складовою благоустрою міста є підтримка та поточний ремонт мереж зовнішнього освітлення.

Функціонування та обслуговування мереж зовнішнього освітлення в межах громади забезпечує Тернопільське комунальне підприємство «Міськсвітло», спеціалізоване експлуатаційне підприємство, створене для утримання та експлуатації електромереж зовнішнього освітлення об'єднаної територіальної громади.

КП «Міськсвітло» відповідає за безперебійне функціонування зовнішнього освітлення шляхом регулярного утримання та обслуговування мереж та об'єктів, а також за проведення їх ремонту, модернізації, технічного оновлення та підтримання експлуатаційних характеристик для продовження термінів їх служби.

До елементів зовнішнього освітлення належать:

1. ****Електромережі****: включають розподільчі мережі електропередач до 1000 В, які можуть бути як кабельними, так і повітряними.
2. ****Обладнання диспетчерського зв'язку****: системи, що забезпечують зв'язок між диспетчерами та іншими елементами мережі.
3. ****Автоматика і телемеханіка****: пристрої, що обслуговують та керують мережею зовнішнього освітлення.
4. ****Світильники всіх типів****: освітлювальні прилади, які використовуються для освітлення вулиць, парків, будівель тощо.
5. ****Прожекторні установки****: системи, що використовуються для спрямованого освітлення великих площ або об'єктів.
6. ****Пункти живлення засобів та обладнання ПВ****: пункти, що забезпечують живлення різних пристроїв та обладнання.
7. ****Опори всіх типів та тросові підвіси****: конструкції, на яких встановлюються світильники та інше обладнання.
8. ****Світлофорні пости****: системи, які регулюють рух транспорту та пішоходів за допомогою світлових сигналів. Як частина міського комунального господарства, Комунальне підприємство «Міськсвітло» призначене для

забезпечення міського населення можливостями для відпочинку, розваг та вирішення потреб громади.

Якісне освітлення забезпечує зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод, підвищенню швидкості транспортного руху, зниженню рівня вуличної злочинності і вандалізму, а також підвищенню екологічної безпеки шляхом зменшення зорових стресів, спричинених візуальним хаосом і некомфортною яскравістю. Важливою складовою є також удосконалення світлових орієнтирів та інформаційних систем, що сприяє зменшенню викидів газів.

Одним з пріоритетних напрямків діяльності «Міськесвітло» є впровадження сучасних технологій. Зростання споживання електроенергії внаслідок будівництва нових житлових комплексів, доріг та їх реконструкцій створює серйозні передумови для впровадження заходів з енергоефективності і підвищення ефективності використання енергоресурсів.

КП Тернопільміськесвітло знаходиться за адресою м. Тернопіль по вулиці Князя Острозького 32 В приміщенні 2-поверхового будинку розмірами 9м на 20м та висотою поверха 3м

1.1.2 Аналіз можливих методів та засобів освітлення адміністративних приміщень

Аналіз можливих методів та засобів освітлення адміністративних приміщень є важливим кроком для забезпечення комфортних умов роботи, підвищення продуктивності праці та зниження енергоспоживання. Ось огляд основних методів та засобів освітлення, які можуть бути застосовані для адміністративних приміщень:

1. Природне освітлення

Переваги:Зменшення споживання електроенергії, Підвищення продуктивності праці та настрою співробітників,Екологічність.

Недоліки: Залежність від погодних умов. Можливість надмірного нагрівання приміщення у літній період.

2. Загальне (центральне) освітлення

Переваги: Рівномірне освітлення всього приміщення. Простота в установці та обслуговуванні.

Недоліки: Може створювати надмірно яскраве освітлення або, навпаки, недостатнє в деяких зонах. Може призводити до відблисків та втоми очей.

Засоби:

- Світлодіодні (LED) лампи та панелі.
- Люмінесцентні лампи.
- Традиційні лампи розжарювання (використовуються рідше через низьку енергоефективність).

3. Локальне (робоче) освітлення

Переваги: Забезпечує додаткове освітлення для конкретних робочих місць. Зменшує втому очей, покращуючи комфорт працівників.

Недоліки: Може створювати нерівномірне освітлення, якщо використовувати тільки локальні джерела світла.

Засоби:

- Настільні лампи з регулюванням яскравості.
- Настінні світильники.
- Підвісні світильники над робочими місцями.

4. Інтелектуальні системи освітлення

Переваги: Економія енергії завдяки автоматичному регулюванню яскравості та ввімкненню/вимкненню освітлення. Можливість налаштування різних сценаріїв освітлення залежно від потреб.

Недоліки:

- Вища вартість встановлення.
- Необхідність у технічному обслуговуванні та налаштуванні.

Засоби: Системи управління освітленням на базі датчиків руху та освітленості. Смарт-лампи, що керуються через мобільні додатки або системи "розумного будинку".

5. Світлодіодне (LED) освітлення

Переваги: Висока енергоефективність та довгий термін служби. Можливість налаштування кольору та інтенсивності світла. Менше виділення тепла порівняно з традиційними лампами.

Недоліки: Вища початкова вартість у порівнянні з традиційними джерелами світла.

Висновок

При виборі методів та засобів освітлення адміністративних приміщень слід враховувати такі фактори, як природне освітлення, специфіка роботи, потреби в енергоефективності та комфорт працівників. Використання комбінованого підходу, який включає природне, загальне, локальне та акцентне освітлення, а також інтелектуальні системи управління, дозволить створити оптимальні умови для роботи та зменшити витрати на електроенергію.

1.1.3 Аналіз існуючої системи освітлення

В адміністративному приміщенні використовуються системи робочого та аварійного освітлення. Робоче освітлення забезпечує необхідний рівень освітленості на поверхнях приміщень. До його складу входять світильники з лінійними люмінесцентними лампами та лампами розжарювання.

Для освітлення кімнат персоналу, лабораторії, гардеробних, групових приміщень, кімнат диспетчерів, бухгалтерії, кабінетів директора, інженера, залу, кімнати персоналу, кладовок та адміністративних приміщень використовуються світильники типу ЛПО 28 з трубчастими лінійними люмінесцентними лампами. Коефіцієнт корисної дії цих світильників становить 0,77.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір нормованих значень систем освітлення

Аналіз існуючої системи освітлення

За ступенем надійності електропостачання об'єкт відноситься до споживача третьої категорії.

Підключення комп'ютерної техніки здійснюється із застосуванням пристроїв безперебійного живлення.

Напруга мережі 380/220 Ст.

Величини освітленості прийняті згідно зі ДБН В.2.5-28:2018. Висвітлення допоміжних приміщень прийнято світильниками захищеного виконання. Світильники вибрано за характеристиками середовища приміщення.

Розрахунок освітленості приміщень виконаний світловим потоком з використанням таблиць світлового потоку світлодіодних і люмінесцентних освітлювальних установок.

правління виконується вимикачами із встановленням за місцем.

Мережі освітлення виконуються проводом марки ВВГнг-LS прокладеним:

- приховано у шарі штукатурки по стінах;
- відкрито у технічних приміщеннях за допомогою кабель - каналу;
- за підвісною стелею дротом із застосуванням гофрованої труби ПВХ.

Силові мережі живлення виконуються кабелем ВВГнг-LS прокладеним в гофрованих трубах з ПВХ - самозагасаючого пластику важкого виконання, прокладених у підлозі під заливку.

Усі мережі освітлення виконуються трипровідними:

- *L* - фазний провідник (коричневий, червоний, чорний колір ізоляції);
- *N*- нульовий робочий провідник (блакитний колір ізоляції);
- *РЕ*- Захисний провідник (жовто-зелений колір ізоляції).

Захисний провідник повинен бути самостійним, починаючи з РЕ шини вступного розподільчого пристрою.

Усі електромонтажні роботи ведуться згідно із вимогами техніки безпеки та охорони праці . Загальна освітлювальна площа:

- перший поверх-264м2;
- другий поверх-264 м2.

Адміністративно-побутові (допоміжні) будівлі призначені розміщення у яких приміщень соціальних служб підприємства. До сфери обслуговування, трудящих належать приміщення побутового призначення, а приміщення, призначені керувати виробництвом та її розвитку – адміністративним. До складу приміщень побутового призначення входять санітарно-побутові, охорони здоров'я, громадського харчування, торгівлі тощо. Адміністративно-побутова будівля може використовуватися і як офіс, гуртожиток, навчальний центр, склад. Застосування адміністративно-побутових будівель дуже широке.

1. **Приміщення управління:** офіси, кабінети керівників, приміщення для нарад та конференцій.
2. **Конструкторські бюро:** кімнати для роботи інженерів і конструкторів, де розробляють проекти та креслення.
3. **Технологічні бюро:** приміщення для фахівців, які займаються розробкою технологічних процесів і стандартів.
4. **Приміщення для навчальних занять:** аудиторії, лекційні зали, навчальні кабінети для проведення занять, тренінгів та семінарів.
5. **Приймальні:** приміщення для прийому відвідувачів та клієнтів.
6. **Архіви та бібліотеки:** кімнати для зберігання документації, книг та інших інформаційних матеріалів.
7. **Секретаріати та канцелярії:** приміщення для роботи адміністративного персоналу, секретарів та діловодів.
8. **Інформаційні центри:** приміщення для розміщення ІТ-обладнання, серверів та іншого комп'ютерного устаткування.
9. **Лабораторії:** кімнати для проведення досліджень та випробувань.

10.Бухгалтерії та фінансові відділи: приміщення для роботи з фінансовими документами та ведення бухгалтерського обліку.

11.Юридичні відділи: приміщення для роботи юристів та правознавців.

12.Приміщення для відпочинку персоналу: кімнати для відпочинку та релаксації співробітників.

Для всіх приміщень буде застосовано загальну систему робочого освітлення. Для тих приміщень, де площа перевищує 60 м² і може перебувати одночасно 30 або більше осіб, буде встановлено систему аварійного антипанічного освітлення. В коридорних приміщеннях буде використана система аварійного евакуаційного освітлення. Нормовану освітленість буде вибрано відповідно до рекомендацій, наведених у джерелах [3, 4] (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Значення нормованого рівня освітленості приміщень адміністративної будівлі КП Міськвітло

	Призначення приміщень	Освітленість, лк	Висота робочо ї поверхні, м
1	Офіс електриків	300	0,8
2	Душова	300	0,0
3	Санвузли	75	0,0
4	Котельня	200	0,0
5	Офісні приміщення	300	0,8
6	Коридор	150	0,0
7	Санвузол	75	0,8
8	Офіс чергової Бригади	300	0,8
9	Кімната відпочинку водіїв	300	0,8
10	Сходова	75	0,8
11	Майстерня	300	0,8
12	Диспетчерська	300	0,8
13	Тамбур	100	0,8
14	Офіс електриків	300	0,8

15	Кабінет	300	0,0
16	Архів	200	0,0
	Призначення приміщень	Освітленість, лк	Висота робочо ї поверхні, м
17	Санвузли	75	0,0
17	Санвузли	75	0,0
18	Бугалтерія	300	0,8
19	Коридор	150	0,0
20	Кладовка	75	0,8
21	Зал	300	0,8
22	Сходи	300	0,8
23	Кабінет Головного Інженера	300	0,8
24	Приймальня	300	0,8
25	Кабінет Директора	300	0,8

Нормовані значення освітлювальної установки аварійного освітлення виберемо, виходячи із табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Нормовані значення освітлювальної установки аварійного освітлення аварійного освітлення

Види евакуаційного освітлення	Освітленість горизонтальної поверхні, не менше	Нерівномірність, освітленості ($E_{\max}/E_{\min}$, не більше
Освітлення шляхів евакуації шириною до 2 м:		
- по осі проходу	1,0	40:1
- по проходу	0,5	40:1
Антипанічне освітлення	0,5	40:1
Освітлення зон підвищеної небезпеки (не менше 10% норми освітленості робочого освітлення)	15	10:1
Освітлення сходових маршів	5	40:1
Поблизу пункту першої медичної допомоги, місць з протипожежним обладнанням, місць розташування плану евакуації	5	40:1

Для подальшого проектування вибираємо такі види аварійного освітлення:

Евакуаційне освітлення призначене для підсвічування шляхів евакуації через приміщення та сходові марші.

Антипанічне освітлення застосовується для освітлення приміщень, площа яких перевищує 60 м² і в яких може одночасно перебувати 30 або більше осіб.

2.2 Вибір світлових приладів

Для освітлення загальних приміщень виробничого цеху ми обратимо увагу на світильник типу ДСП37В (див. рис. 3.1), основні характеристики якого наведено у таблиці 2.3 [6].

Щодо вибору модифікації, ми оберемо модифікацію світильника 1(1,2,3)2, яка передбачає кріплення до стельової поверхні на підвісах і наявність однієї з наступних КСС: напівширокої (1), глибокої (2) або концентрованої (3). Ця модифікація також підтримує транзитний спосіб під'єднання, який можна реалізувати завдяки наявності двох вводів у світильнику, що дозволяє уникнути необхідності в монтажних роботах.

3.5

Світильники для освітлення проектованих приміщень проекту будуть вибрані з урахуванням встановлюваних вимог і відповідності корельованій колірній температурі світла. Оскільки у вестибюлі, приміщенні охорони, офісах, робочих кабінетах, конференц-залі, комутаційній, кімнатах прийому їжі, приміщенні архіву та коридорах планується встановлення підвісної стелі типу "Армстронг", вибір буде здійснено на користь світильників, які підходять для монтажу в такій стелі.

Конкретно для освітлення вестибюлю, приміщення диспетчерської, офісів, робочих кабінетів, залу засідань, комутаційної та приміщення архіву ми використаємо світильники типу ДВО20У Юпітер-LED-панель (див. рис. 2.2).

Детальні технічні характеристики цього світильника наведені на зазначеному рисунку.

ДВО20У, ДПО20У, ДСО20У Юпітер-LED-панель

Корпорація ВАТРА • <http://vatra.ua> • каталог 2018

ТУ У 31.5-33680115-047:2013






джерело світла і потужність номінал., Вт.....	світлодіоди • 36; 45
напруга живлення номінал., В.....	220 AC
ступінь пиловогнєзахисту.....	IP20
клас електрозахисту (ДСТУ ІЕС 60598-1:2002).....	I
механічна стійкість (ГОСТ 30631-99).....	M1
корельована копірна температура (CCT).....	2700...3750K; 3750...4750K; 4750...7000K
компенсація реактивної потужності (PFC).....	0.95
температура навколишнього середовища.....	-20°C...+40°C (УХЛ4)



Для загального освітлення адміністративних, офісних, комерційних, навчальних та громадських приміщень.

Корпусні деталі: екструдований анодований алюмінієвий профіль.
Світлопропускний захисний елемент - світлорозсіювач: матовий монолітний світлостабілізований полікарбонат.
Апаратура управління: вбудоване ЕДЖ ВАТРА.
Комплектація: світильник з світлодіодним джерелом світла.
Джерело світла: світлодіоди.

Рисунок 2.2 – Зображення світильника ДВО20У ЮпітерLED-панель та його паспортні дані

Для освітлювальня кімнат відпочинку та коридорів та інших допоміжних приміщень виконристовуємо світильник та його технічні характеристики ДВО27У Юпітер-LED-2 (рис. 2.3),

ДВО27У Юпітер-LED-2

Корпорація ВАТРА • <http://vatra.ua> • каталог 2024

ТУ У 27.4-33680115-055:2013





джерело світла і потужність, Вт.....	світлодіоди • 16, 33
напруга живлення номінал., В.....	220 АС; за запитом 12 DC, 24 DC, 220 DC
ступінь пиловогнєозахисту.....	IP20
клас електрозахисту.....	I
механічна стійкість.....	M1
корельована колірна температура (CCT).....	3000K, 4000K
індекс кольоропередачі (Ra).....	>80
коефіцієнт потужності (PF).....	0,95
температура навколишнього середовища.....	-20°C...+40°C (УХЛ4)



A 16Вт



B 33Вт

Рисунок 2.3 – Зображення світильника та його паспортні дані ДВО27У ЮпітерLED-2

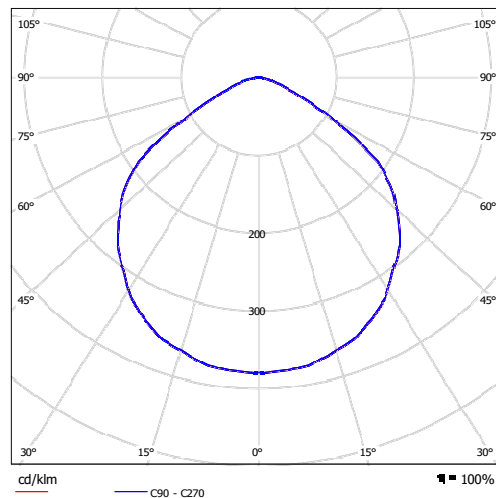


Рис. 2.4 – Крива сили світла світильника ДВО27У Юпітер LED-2

Для підключенні світильників у мережу доцільно використовувати розподільчі коробки із клемами. КСС світильника ДСП37В показано на рис. 2.2

Для освітлювальної установки коридорів будуть використані світлодіодні світильники потужністю 15 Вт, а для решти приміщень – LED світильники потужністю 36 Вт. Модифікація світильників буде обрана під номером 001, sr колірні. температурі 4000 К.

Для освітлення сходових маршів та площадок буде застосована модифікація 114, яка оснащена блоком аварійного живлення з акумуляторною батареєю. Ця модифікація дозволяє використовувати світильники для аварійного освітлення у випадку відключення основного живлення.

Для освітлення інших приміщень буде використана модифікація 023, яка передбачає наявність двох кабельних вводів у світильнику.

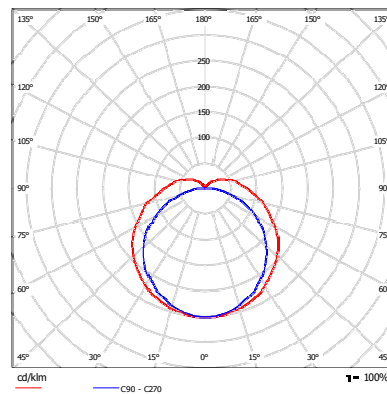


Рисунок 2.6 – КСС світильника ДСП07У

Для освітлення душових, санвузлів і кладовок ми використовуємо світильник з моделлю ДББ64В Селена-322 (див. рис. 2.7). Технічні характеристики цього світильника наведені у таблиці 2.7 [9], а його крива сили світла можна оглянути на відповідному рисунку 2.7.

Світильник ДББ Селена-322-СД



фото 11 - Селена-322-СД

Для загального освітлення виробничих, офісних, адміністративних, комерційних, складських, сільськогосподарських, допоміжних, побутових та інших приміщень (у т. ч. у ЖКГ).

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Потужність, Вт	8, 10, 12
Джерело світла	світлодіоди LED
Клас електрозахисту (ДСТУ ІЕС 60598-1:2002)	I
Компенсація реактивної потужності (PFC)	0,95
Механічна стійкість (ГОСТ 30631-99)	M1
Напруга, В	220 AC
Ступінь пиловологозахисту	IP54
Температура навколишнього середовища	-20°C...+40°C (УХЛ4)

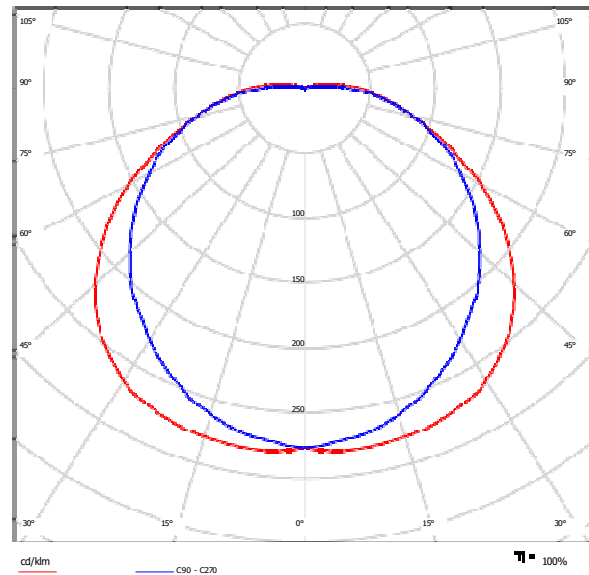


Рисунок 2.6 – КСС світильника ДББ64В Селена-322-СД

2.3 Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки адміністративної будівлі КП Тернопільмиськсвітло

Для проведення світлотехнічного розрахунку систем освітлення використовуються наступні вихідні дані:

1. **Значення нормованої освітленості:** це значення, яке потрібно забезпечити на робочих поверхнях. Ці вимоги наведені в таблиці 2.1 цього розділу.

2. **Світлотехнічні характеристики світлових приладів:** включають світловий потік та криву сили світла. Інформація про ці параметри наведена в попередньому пункті цього розділу.
3. **Розрахункова висота встановлення світлових приладів:** це висота, на якій вони розміщені над робочою горизонтальною поверхнею. Ця висота визначається за певною формулою, яка описана в документі [13].

Значення нормованої освітленості наведено в табл. 2.1 цього розділу. Світлотехнічними характеристиками світлових приладів, котрі використовуються у світлотехнічних розрахунках є світловий потік та крива сили світла. В попередньому пункті цього розділу наведено інформацію щодо світлового потоку та типу кривої сили світла світлових приладів.

Розрахункова висота h_p встановлення світлових приладів над робочою горизонтальною поверхнею визначається за формулою [1]:

$$h_p = h - h_1 - h_{p.n.}, \quad (1.1)$$

де $h = 3.5$ – висота приміщення;

h_1 – відстань між нижнім краєм світлового приладу та внутрішньою поверхнею стелі;

$h_{p.n.}$ – висота розташування розрахункової робочої поверхні над рівнем підлоги.

Відстань h_1 визначимо, виходячи із габаритних розмірів світильників та саме можливості кріплення світлового приладу. На підставі даних, наведених в [5 – 7], отримаємо:

для світильників ДСП07У-60-015, -215, -315 У2; $h_1 = 0,3$ м

для світильників ДВО27У Юпітер-LED-2 $h_1 = 0,05$ м;

для світильників ДББ28У Селена-LED-М $h_1 = 0,07$ м.

Висоту робочої поверхні отримаємо із таблиці 2.1. Для приміщення швейного цеху та додаткових приміщень охорони, офісних приміщень, робочих кабінетів, конференс залу, комутаційної, технічних та господарських приміщень, архіву $h_{p.n.} = 0,80$ м, а для всіх інших приміщень – $h_{p.n.} = 0,00$ м. Тоді для приміщень охорони, офісних приміщень, робочих кабінетів, конференс залу комутаційної, кімнати прийому їжі та архіву (де нормується лише вертикальна освітленість), у яких пропонується використання світильників типу ДВО20У Юпітер-LED-панель:

$$h_{1h} = 3,5 - 0,3 - 0,8 = 2,2 \text{ м}$$

У коридорних приміщеннях та кімнатах відпочинку пропонується використати світильники типу ДВО27У Юпітер-LED-2, отже

$$h_p = 2,80 - 0,05 - 0,00 = 2,75 \text{ м.}$$

У всіх інших приміщеннях пропонується використання світильників ДББ28У Селена-LED-М. Для електроцитової, технічних та господарських приміщень, у котрих $h_{p.n.} = 0,80$ м:

$$h_p = 2,80 - 0,07 - 0,80 = 1,93 \text{ м,}$$

а для усіх інших приміщень, де $h_{p.n.} = 0,00$ м:

$$h_p = 2,80 - 0,07 - 0,00 = 2,73 \text{ м.}$$

Задля забезпечення нормованої освітленості наприкінці терміну служби світлових приладів або перед їх черговим чищенням при виконанні світлотехнічних розрахунків необхідно враховувати зниження світлового потоку джерел світла чи світлових приладів внаслідок їх старіння та забруднення. Це здійснюється за допомогою використання коефіцієнта запасу, котрий визначається відношенням освітленостей на робочих поверхнях на початку та наприкінці терміну експлуатації освітлювальної установки або перед черговим чищенням світильників.

Коефіцієнт запасу K_z визначимо на основі результатів коефіцієнта експлуатації MF [4]:

$$K_z = \frac{1}{MF}. \quad (1.2)$$

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (1.3)$$

де $LLMF$ – коефіцієнт, котрий враховує спад світлового потоку джерел світла протягом експлуатації;

LSF – коефіцієнт, котрий враховує, частину від повної кількості встановлених світлових приладів, котрі можуть працювати при заданих умовах;

LMF – коефіцієнт експлуатації світильника;

$RSMF$ – коефіцієнт експлуатації поверхонь у приміщенні.

Оскільки у всіх приміщеннях застосовуються світлові приладі із напівпровідниковими джерелами світла, котрі здатні безперервно працювати не менше 50000 год, світловий потік котрих протягом експлуатації становитиме не менше, ніж 80 % від початкового, причому відсоток частини таких світлодіодів становить не менше 90, то на основі даних, наведених в табл. В4 [4] вибираємо: $LLMF = 0,85$, $LSF = 1$.

Значення коефіцієнтів LMF та $RSMF$ рекомендується вибирати в залежності від коефіцієнтів відбивання внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, класу чистоти приміщень, класу світлорозподілу та ступеню пиловологозахисту світлових приладів. На підставі табл. В1 [4] визначимо клас чистоти приміщень. Для приміщень прибирального інвентарю, складського приміщення, технічних та господарських приміщень встановимо клас чистоти N (Normal), а для усіх інших приміщень – клас C (Clean). Встановимо, що інтервал планового очищення світильників становить 1 рік, а поверхонь – 3 роки.

По табл. В3 [4] визначаємо, що світильники ДВО20У Юпітер-LED-панель та ДВО27У Юпітер-LED-2 та ДБО01ВСП зі ступенем захисту від пилу та вологи IP20 відносяться до типу D, а світильники ДББ28У Селена-LED-М зі ступенем захисту IP65 – до типу E.

Тоді для приміщень, котрі відносяться до класу C зі світильниками типу D з таблиць В5 та В6 [4] при коефіцієнтах відбивання стелі стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,2 вибираємо $LMF = 0,88$, $RSMF = 0,94$. Для приміщень класу чистоти C та світильниками типу E – $LMF = 0,94$, $RSMF = 0,94$, а для приміщень класу чистоти N зі світильниками типу E – $LMF = 0,94$, $RSMF = 0,90$.

Підставивши значення для коефіцієнтів $LLMF$, LSF , LMF та $RSMF$ у формули 2.2 та 2.3, отримаємо:

для приміщень типу C зі світильниками класу D

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,94 = 0,70,$$

$$K_z = \frac{1}{0,70} = 1,43.$$

для приміщень типу С зі світильниками класу Е

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,94 = 0,75,$$

$$K_z = \frac{1}{0,75} = 1,33.$$

для приміщень типу N зі світильниками класу Е

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,90 = 0,72,$$

$$K_z = \frac{1}{0,72} = 1,39.$$

Зведені результати розрахунку h_p та K_z представлено в табл. 1.5.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз роботи програми DIALux

Світлотехнічні розрахунки є ключовим етапом у проектуванні освітлювальних систем. Основна мета таких розрахунків полягає визначенні необхідного світлового потоку світильників для забезпечення встановленого рівня освітленості на робочих поверхнях. Програма DIALux є однією з найбільш ефективних у цьому сегменті програмного забезпечення, яка спрощує світлотехнічні розрахунки, підвищує їхню функціональність і відкритість для різних виробників світлотехнічних систем. Вона дотримується всіх сучасних стандартів і норм проектування освітлення.

Розрахунок освітленості визначає кількість та потужність світильників, необхідних для досягнення заданого рівня освітленості у визначеній області або приміщенні. Програмний комплекс DIALux забезпечує значну простоту та високу точність своїх розрахунків, враховуючи всі аспекти відбиття світла від стін, стелі, меблів та інших поверхонь в приміщенні. Це дозволяє не лише досягти нормованої освітленості, але й аналізувати розподіл світлового потоку по всій робочій поверхні з високим рівнем деталізації.

Використання DIALux дає можливість швидко та ефективно проектувати освітлення приміщень, вибирати найоптимальніші варіанти з урахуванням якості освітлення і естетичних аспектів. Програма надає інструменти для візуалізації проектованої освітлювальної системи, що забезпечує чіткість і наочність отриманих результатів.

3.2 Результат розрахунку коттеджу програмою DiaLux

Для дипломного проекту був обраний коттедж у м. Ірпінь, загальна площа якого – 90 м², висота стелі -2.8м. Дизайнерське рішення по розташуванню меблів зображено на рис. 3.1.

Основною ціллю розрахунку електричних освітлювальних мереж є визначення таких перерізів проводів та кабелів, щоб їх тривале перенавантаження не спричиняло перегріву і щоб втрати напруги в мережі не перевищували допустимі значення. Для електричної освітлювальної мережі об'єкта проектування ми проведемо розрахунки, що оцінюють навантаження по струму та втрати напруги.

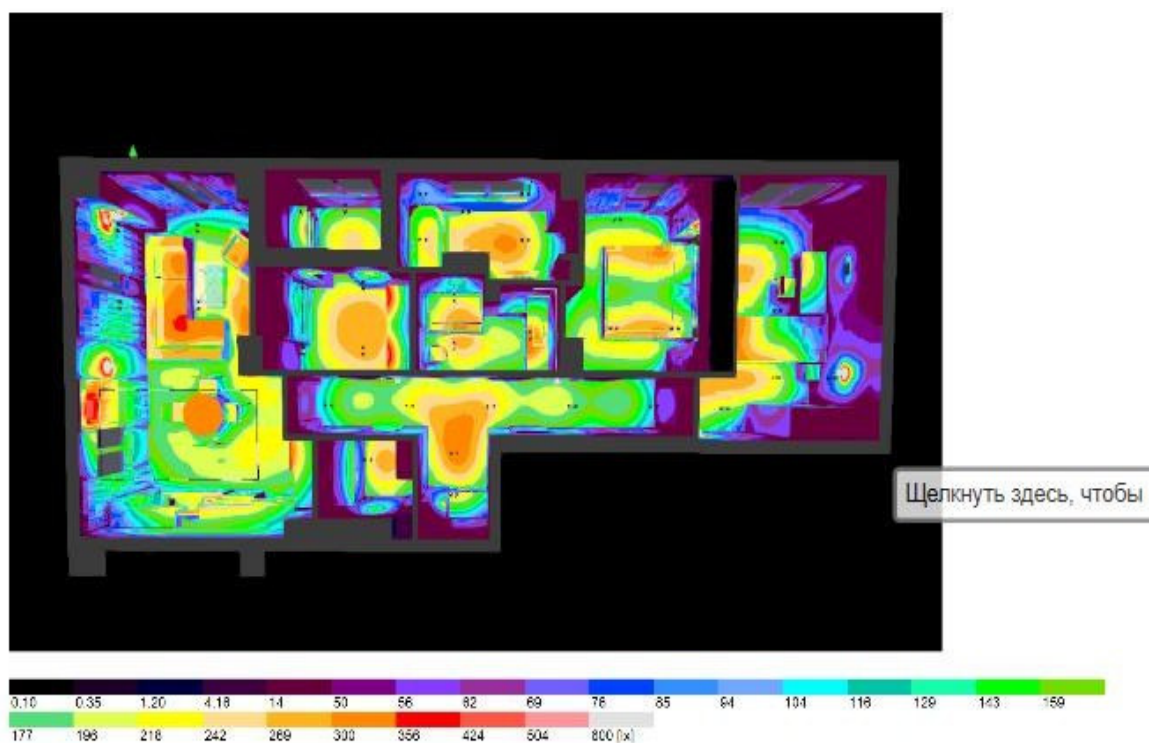


Рис. 3.1. Результат освітленості будівлі в програмі DiaLux

Нижче приведені результати розрахунків всіх приміщень окремо.

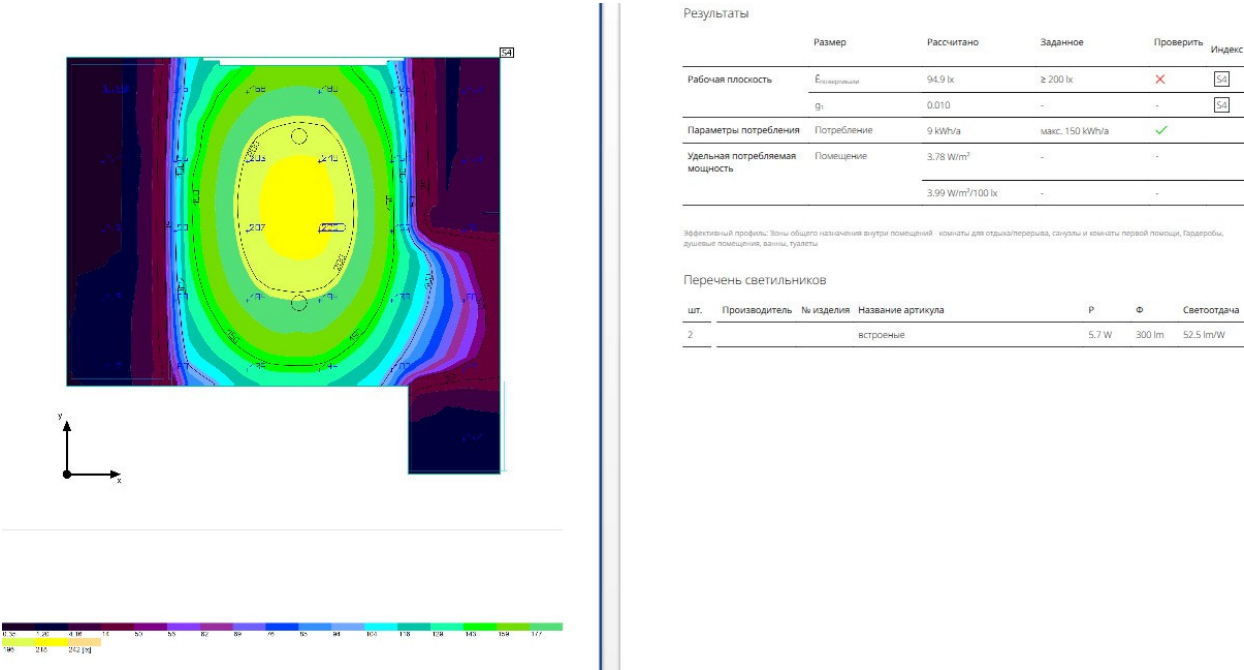
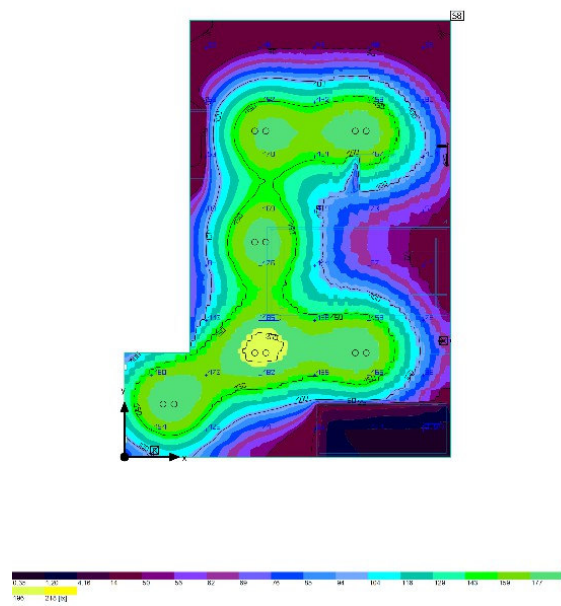


Рис. 3.3. Гардеробна 1



Результаты

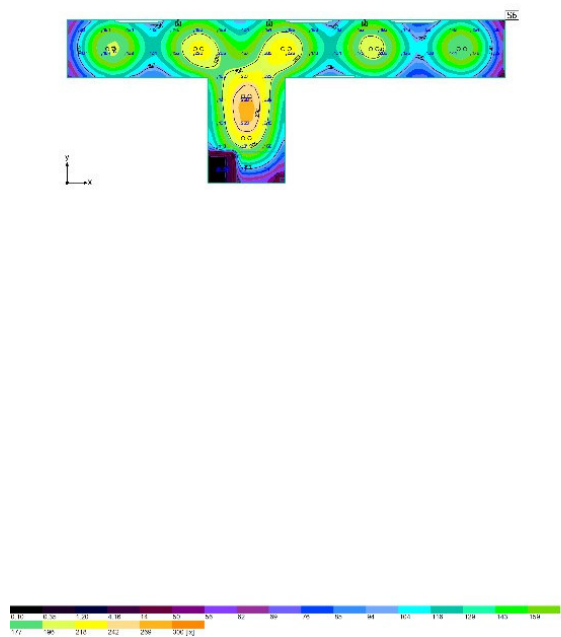
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{поверхности}}$	106 lx	≥ 200 lx		58
	g_1	0.009	-		58
Параметры потребления	Потребление	(18 - 23) kWh/a	макс. 550 kWh/a		
Удельная потребляемая мощность	Помещение	8.98 W/m ²	-		
		8.50 W/m ² /100 lx	-		

Эффективный профиль: Офисы, Архивы

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
12			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
1	SLV	1003429	QUADRASS SPOT	13.5 W	749 lm	55.5 lm/W
1	SLV	1003431	QUADRASS	44.0 W	536 lm	12.2 lm/W
1	SLV	1003458	SOMNILA SPOT	13.8 W	764 lm	55.4 lm/W

Рис. 3.4. Битовка 2



Результаты

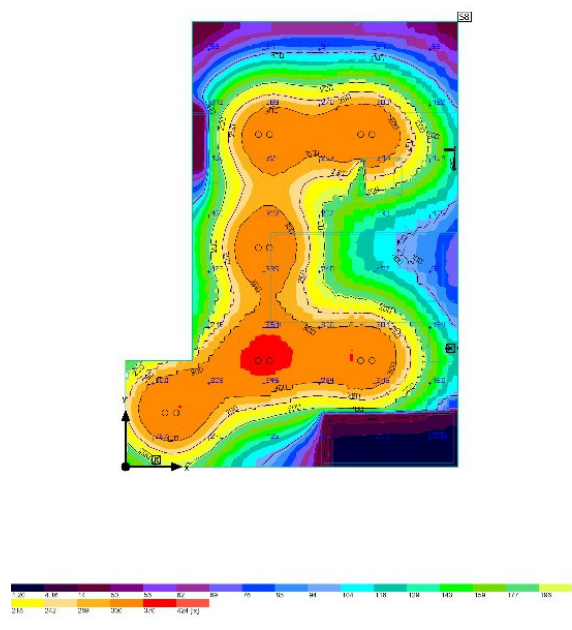
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{поверхности}}$	149 lx	≥ 100 lx		58
	g_1	0.00	-		58
Параметры потребления	Потребление	230 kWh/a	макс. 450 kWh/a		
Удельная потребляемая мощность	Помещение	17.56 W/m ²	-		
		11.77 W/m ² /100 lx	-		

Эффективный профиль: Общественные зоны - рестораны и гостиницы, Коридоры

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
14			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
3	SLV	1003431	QUADRASS	44.0 W	536 lm	12.2 lm/W

Рис. 3.5. Коридор



Результаты

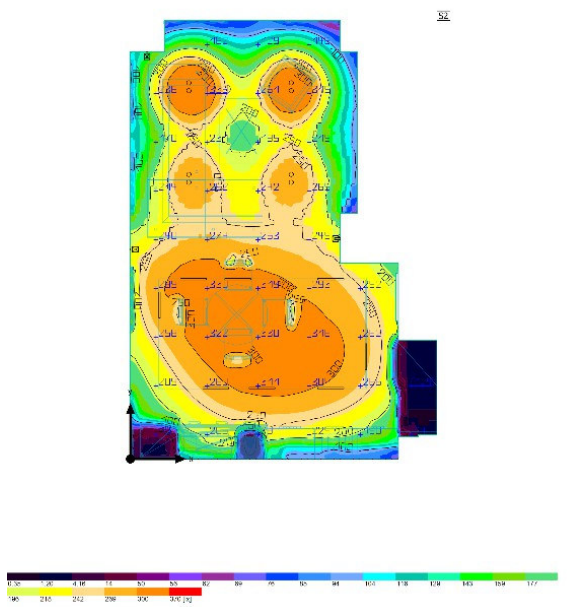
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	E _{горизонтальная}	201 lx	≥ 200 lx	✓	58
	g ₁	0.009	-	-	58
Параметры потребления	Потребление	[18 - 23] kWh/a	макс. 550 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	8.98 W/m²	-	-	
		4.47 W/m²/100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Офисы, Архивы

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
12			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
1	SLV	1003429	QUADRIASS SPOT	13.5 W	749 lm	55.5 lm/W
1	SLV	1003431	QUADRIASS	44.0 W	536 lm	12.2 lm/W
1	SLV	1003458	SOMNILA SPOT	13.8 W	764 lm	55.4 lm/W

Рис. 3.8. кімната відпочинку водіїв



Результаты

	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	E _{горизонтальная}	226 lx	≥ 500 lx	✗	52
	g ₁	0.005	-	-	52
Параметры потребления	Потребление	[950 - 1150] kWh/a	макс. 950 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	11.10 W/m²	-	-	
		4.91 W/m²/100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Общественные зоны, рестораны и гостиницы, Кухни

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
8			Врезные треки	13.0 W	924 lm	71.1 lm/W
6			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
2			встроенные	2.5 W	300 lm	119.8 lm/W
3	SLV	1003431	QUADRIASS	44.0 W	536 lm	12.2 lm/W
40	SVL		8W-120 LED	0.5 W	32 lm	64.0 lm/W

Рис.3.9. майстерня.

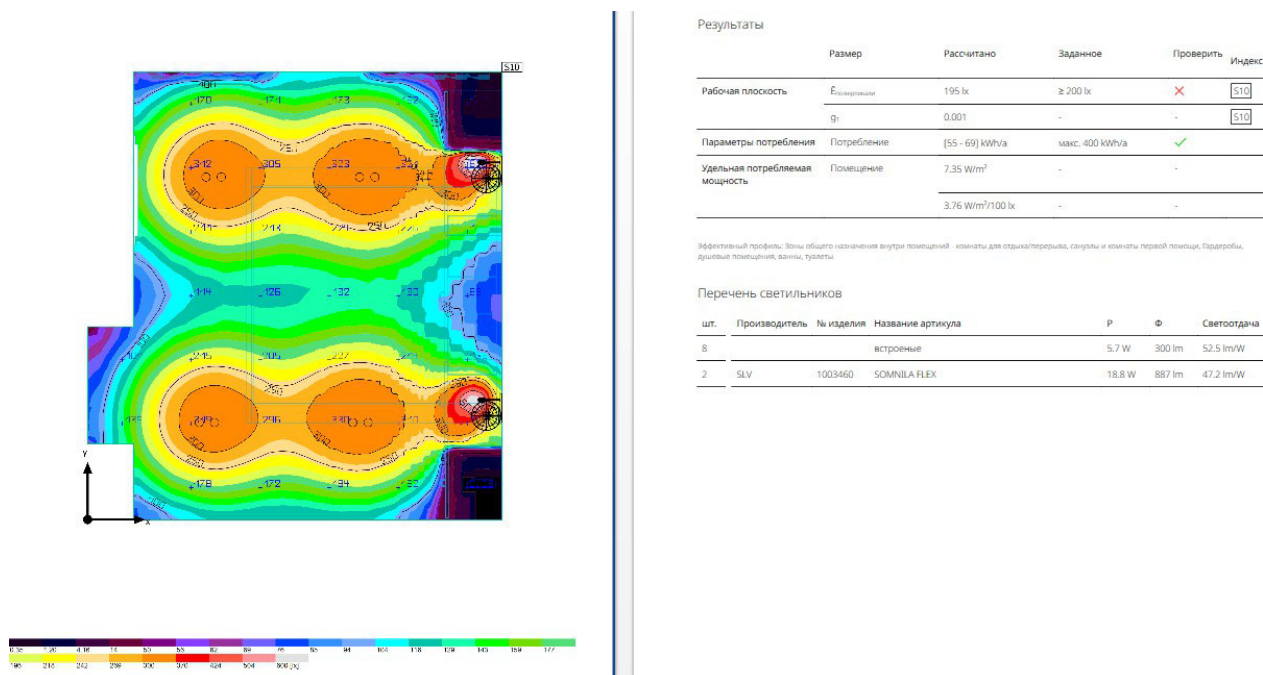


Рис. 3.10. кімната відпочинку електриків

- Визначення коефіцієнта використання (η):** Цей коефіцієнт показує відношення світлового потоку, який досягає робочої поверхні, до загального світлового потоку світильника. Він залежить від оптичних властивостей приміщення (коефіцієнти відбиття стін, стелі, підлоги) та геометричних параметрів (висота стелі, розміри приміщення).
- Визначення необхідної потужності світильників:** Після визначення коефіцієнта використання, можна розрахувати необхідну потужність світильників для досягнення заданої освітленості. Це включає врахування нормованого значення освітленості (в люксах), коефіцієнту запасу, коефіцієнту нерівномірності освітлення та площі приміщення.
- Вибір світильників і їх кількість:** З урахуванням потужності світильників, яку потрібно забезпечити, можна вибрати підходящі моделі світильників та визначити їх кількість для рівномірного освітлення приміщення.
- Розрахунок електричної потужності:** Завершальним кроком є розрахунок загальної електричної потужності освітлювальних установок, який включає врахування кількості світильників, потужності ламп та можливих втрат потужності в пускорегулюючій апаратурі.

Метод коефіцієнта потужності є досить точним і дозволяє здійснювати розрахунки з урахуванням конкретних умов приміщення, оптимізуючи витрати енергії і забезпечуючи високу якість освітлення. Використання спеціалізованих програм, таких як DIALux, спрощує цей процес і забезпечує більш точні результати, що важливо для професіонального проектування освітлення.

3.4 Опис методу коефіцієнта потужності розширено з прикладом

Метод коефіцієнта потужності є ефективним інструментом для розрахунку потужності світильників і необхідної кількості для досягнення заданого рівня освітленості в приміщенні. Основними етапами методу є визначення коефіцієнта використання світлового потоку та розрахунок потужності світильників. Розглянемо процес на прикладі розрахунку освітлення спальної кімнати.

Приклад розрахунку освітлення спальної кімнати за методом коефіцієнта потужності:

1. Визначення параметрів приміщення:

- Розміри кімнати: довжина (a) = 3,35 м, ширина (b) = 3,65 м.
- Висота стелі (h) = 2,8 м.
- Площа приміщення (S) = 3,35 м * 3,65 м = 12,26 м².

2. Встановлення вихідних даних:

- Нормоване значення освітленості (Eн) для спальної кімнати = 150 лк.
- Вибір світильників: наприклад, використовуємо світильники типу ONELIGHT.

3. Розрахунок коефіцієнта використання (η):

- Обчислюємо індекс приміщення (i) за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{3,35 \cdot 3,65}{2,8 \cdot (3,35 + 3,65)} \approx 0,62$$

$$0,62i = \frac{h \cdot (a + b)}{a \cdot b} = \frac{2,8 \cdot (3,35 + 3,65)}{3,35 \cdot 3,65} \approx 0,62$$
- З таблиць визначаємо коефіцієнти відбиття поверхонь: стеля (ρс) = 0,7, стіни (ρст) = 0,5, робоча поверхня (ρрп) = 0,3.

- Величина коефіцієнта використання (η) знаходиться за допомогою таблиць або спеціальних програм, враховуючи ці коефіцієнти відбиття.

4. Розрахунок необхідної кількості світильників (N):

- Використовуємо формулу: $N = \frac{E_n \cdot k \cdot z}{\eta \cdot \Phi \cdot n}$ де:
 - E_n - нормоване значення освітленості (лк),
 - k - коефіцієнт запасу,
 - z - коефіцієнт нерівномірності освітлення,
 - S - площа приміщення (m^2),
 - η - коефіцієнт використання,
 - Φ - світловий потік лампи (лм),
 - n - кількість ламп у світильнику.

Припустимо, що вибраний світильник має потужність лампи $P_{л} = 599$ лм.

Після підставлення значень:

$$N = \frac{150 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 12,26}{0,32 \cdot 599 \cdot 1} \approx 8$$

Отже, для спальної кімнати необхідно встановити приблизно 8 світильників типу ONELIGHT.

5. Розрахунок потужності світильників:

- Використовуємо формулу: $P_{ou} = N \cdot n \cdot P_{л} \cdot (1 + \Delta P_{пра})$ де:
 - N - кількість світильників,
 - n - кількість ламп у світильнику,
 - $P_{л}$ - потужність лампи,
 - $\Delta P_{пра}$ - втрати потужності в пускорегулюючій апаратурі.

$$P_{ou} = 8 \cdot 1 \cdot 0,599 \cdot (1 + 0,25) \approx 0,048 \text{ кВт}$$

3.5 Розрахунок електричної мережі по струму навантаження освітлювальної установки та вибір апаратів захисту

Основні формули, які використовуються для розрахунку електричної мережі з урахуванням струму навантаження, включають

3.5 [1]:

- для трифазної мережі з нульовим проводом або без нього:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi}, \quad (3.1)$$

- для однофазної двопровідної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (3.2)$$

де $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ – лінійна напруга;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності;

$U_{\phi} = 220 \text{ В}$ – фазна напруга.

P_p – Розрахункова потужність обладнання, котре підключене через задану ділянку мережі, кВт.

Для електричних ліній групи 1.5 і групи 1.8, які харчуються від щита освітлення ЩО1, розрахункова потужність складає відповідно 4,32 кВт і 4,720 кВт, а коефіцієнт активної потужності становить 0,95 і 0,80 відповідно. Підставляючи ці значення у формулу (3.1), ми отримаємо результат:

для гр. 1.

$$I_p = \frac{4,32 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 20,67 \text{ А},$$

а для групи. 1.8

$$I_p = \frac{4,72 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,80} = 25,12 \text{ А}.$$

Для трифазної ділянки електричної мережі освітлювальної установки, котра живить щиток освітлення ЩО1 $P_p = 8,45$ кВт, а коефіцієнт потужності приймаємо $\cos \varphi = 0,80$. Використавши ці дані отримаємо формулу (3.7), та розрахуємо:

$$I_p = \frac{8,45 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,80} = 16,35 \text{ А}.$$

По довідникових даних, наведених в [11], вибираємо перерізи проводів кабеля ВВГ:

- для гр. 1.5 та гр. 1.8 вибираємо переріз кабелю 4 мм²;
- для ділянки мережі, котра живить щит освітлення ЩО1 – 4 мм².

Так само проводимо розрахунок робочих струмів і вибираємо необхідні перерізи жил кабелів для інших частин. Отримані результати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку електричної мережі освітлювальної установки адміністративної будівлі для струму навантаження

Мережа	потужність, кВт	Сила струму, А	кабель	Автоматичний вимикач
гр. 1.1	0,620	2, 8	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.2	0,620	2, 8	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.3	0,620	2, 8	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.4	0,620	2, 8	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.5	1, 18	5,2	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.6	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 1.7	0,240	1,36	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 1.8	0,720	4,09	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.9	0,560	3,18	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
Ділянка, що живить ЩО1	3,186	6,05	ВВГ-5×2,5	ВА-2017/С 3р 10А
гр. 2.1	0,378	1,81	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 2.2	0,432	2,07	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.3	0,112	0,54	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 2.4	0,531	2,54	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.5	0,480	2,30	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.6	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.7	0,640	3,64	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
гр. 2.8	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.9	0,640	3,64	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
гр. 2.10	0,560	3,18	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
Мережа	потужність, кВт	Сила струму, А	кабель	Автоматичний вимикач
Ділянка, що живить ЩО2	4,733	8,99	ВВГ-5×2,5	ВА-2017/С 3р 10А
гр. а1	0,074	0,35	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 1А

гр. а2	0,024	0,11	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Ділянка, що живить ЩАО	0,098	0,27	ВВГ-4×2,5	ВА-2017/С 2р 2А

На підставі отриманих результатів оберемо пристрої захисту у вигляді автоматичних вимикачів з серії ВА-2017 [12]. Однією з умов вибору автоматичних вимикачів є така нерівність [1, 11]:

$$I_p \leq I_n, \quad (3.3)$$

де I_n – номінальний струм апарату захисту.

Типи апаратів захисту представлені в табл. 3.1.

Для групових ліній, що живлять освітлювальні прилади, ми передбачимо вибір пристроїв захисту з вказаними номінальними струмами:

Здля груп 1.1, 1.2, 2.3, а1 та а2 – 6 А;

для груп 1.3 – 1.5, 2.1 – 2А;

для груп 2.2, 2.4 – 3 А.

Максимальна кількість $N_{\max}$ світильників, яку можна підключити до автоматичного вимикача виключаючи можливість відключення або помилкового спрацьовування, можна визначити згідно з нерівністю [

$$N_{\max} \leq \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{\text{peak}}}, \quad (3.4)$$

де K – коефіцієнт кривої спрацьовування вимикача;

K_k – коефіцієнт нерозчіплювання;

I_n – значення величини струму вставки автоматичного вимикача;

I_{peak} – пусковий струм LED світильника.

У таблиці 2.2 наведено дані щодо величини пускових струмів для світлових приладів, які планується використати для освітлення приміщень адміністративної будівлі КП Тернопіль міськсвітло.

Для прикладу розрахунку візьмемо світильник ДСП07У-60-15, -215, -315 У2 потужністю 60 Вт і автоматичний вимикач для захисту з номінальним струмом 6 А. Для автоматичного вимикача з характеристикою спрацювання С коефіцієнт для спрацювання автоматичного вимикача становить 0,25сек . З діаграми, зображеної на рис.], вибравши значення для тривалості імпульсу 50 мкс . Підставляючи ці значення в нерівність) та розрахувавши отримаємо:

$$N_{\max} \leq \frac{5 \cdot 40 \cdot 6}{55} = 22.$$

Так само проводимо розрахунки для усіх захисних пристроїв для захисту електромережі та світлових приладів. Отримані результати представляємо у вигляді таблиці таблиці 3.3, Із якої визначаємо номінальні струми та підбираємо прилади захисту, автоматичних вимикачів для групових ліній тв світлових приладів.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку кількості світлових приладів для одночасного під'єднання

Тип світлового приладу	, А	Тривалість, мкс		Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту					
				А	А	А	А	А	А
ДСП07У-60-15, -215, -315 У2	5	50	0	3	6	10	16	21	25
ДСП07У-60-15, -215, -315 У2	1	50	0	18	36	54	72	90	109
ДСП07У-60-15, -215, -315 У2	0	25	0	10	20	30	40	50	60
ДСП07У-60-15, -215, -315 У2	5	60	3	2	5	7	10	13	15
ДББ28 У -8-011 Селена-LED-M	0	120	5	6	12	18	24	30	36
ДББ28 У -10-012 Селена-LED-M	0	120	0	3	7	10	14	17	21
ДББ28 У -12-013 Селена-		120		4	8	12	16	20	24

LED-M	0		8						
ДББ28 У -16-017 Селена-LED-M	5	210	8	6	12	19	25	32	38
ДБ001ВСП-6	0	120	0	2	5	8	11	14	17

3.6 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги

Розрахунок електричної мережі за спадом напруги виконаємо для ліній найбільшої довжини та найбільшої споживаної потужності. Спад напруги в лініях електропередач $\Delta U\%$ на заданій ділянці мережі розраховується за формулою [2,5:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \quad (3.5)$$

де $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ – сумарний електричний момент навантаження на даній ділянці електричної кабельної мережі

c – коефіцієнт, що вибирається для типу мережі, матеріалу проводів та прикладеної напруги, котрий дорівнює відповідно 72 та 12 для трифазної та однофазної мережі, виконаної з використанням мідних проводів чи кабелів.

S – площа поперечного перерізу жил кабелів даної ділянки.

На рисунку 2.1 зображено схему живлення групової лінії гр. 1.8. Ця лінія отримує живлення від щитка освітлення ЩО1 через трифазний кабель (позначений як пункт 1 на схемі), довжина якого становить 4 метри. Інформація щодо довжин та потужностей інших частин цієї групової лінії наведена в таблиці 2.3.

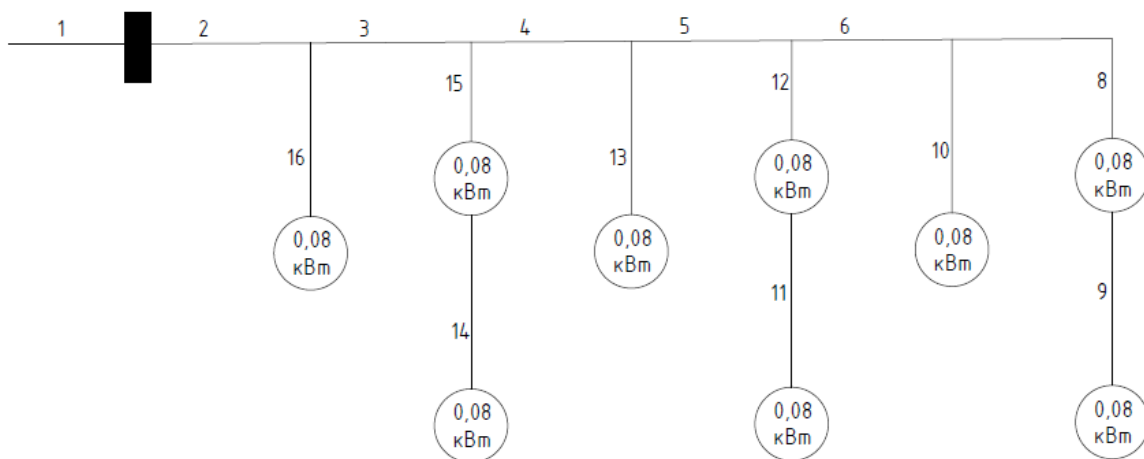


Рисунок 3.11 – Розрахункова схема живлення групової лінії гр. 1.8

Можна розрахувати загальний електричний момент навантаження для ділянки 1 за допомогою наступної формули.

$$\sum M_1 = P_{p1} \cdot l_1 \quad (3.6)$$

де P_{p1} –потужність споживачів , що живляться через дану ділянку;

l_1 – довжин акабельної ділянки.

Підставивши і значення у формулу враховуючи що ділянка 1 є трифазною, тому коефіцієнт буде $c = 72$, отримаємо

$$\Delta U \% = \frac{4 \cdot 3,186}{72 \cdot 2,5} = 0,07 \%$$

Таблиця 3.4 – Результати обчислень електричної освітлювальної мережі гр.

1.8

№ ділянки	l , м	P_p , кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$, кВт·м	$\Delta U\%$, %
1	14	3,186	44,604	0,2478
2	15	0,72	10,8	0,06
3	20	2,2	44	0,2444
4	26	0,48	12,48	0,0693
5	33	0,4	13,2	0,0733
6	45	1,2	54	0,3
8	18	0,8	14,4	0,08
9	20	0,8	16	0,0889
10	30	0,8	24	0,1333
11	25	0,8	20	0,1111
12	35	0,8	28	0,1556
13	22	0,8	17,6	0,0978
14	35	0,8	28	0,1556
15	12	0,8	9,6	0,0533
16	50	0,8	40	0,2222
Сумарний спад напруги				2,09

Розрахунок усіх ділянок електричної мережі виконуємо за таким жеж принципом. Результати розрахунків представимо в таблиці 2.3. Аналогічно також виконуємо розрахунок і для ділянки електричної мережі освітлювальної 1ї гр. 2.7. На рис. 2.2 приведено розрахункову схему, а в табл. 2.4 – результати.

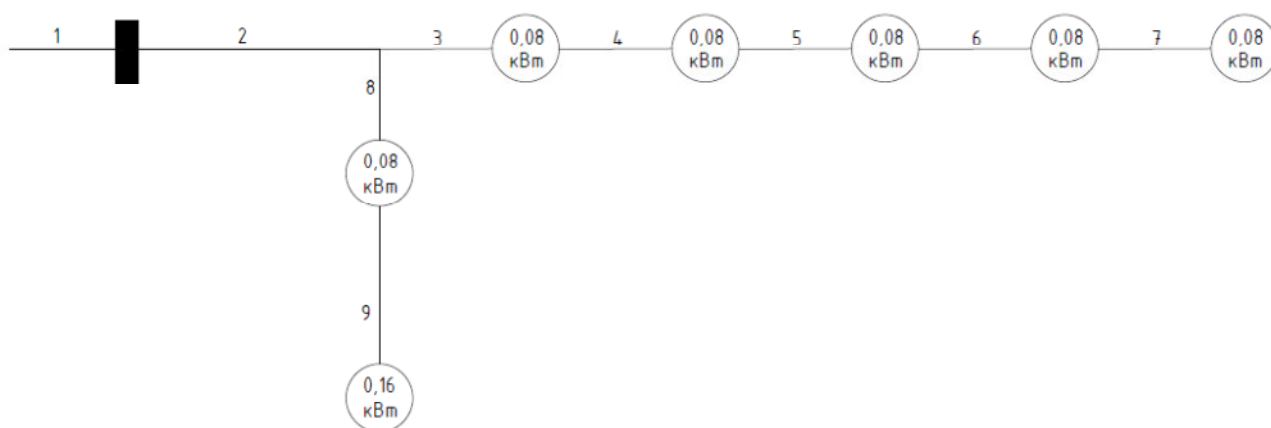


Рисунок 3.12 –Схема групової лінії живлення гр. 2.7

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку електричної освітлювальної мережі для групової лінії 2.7

№ ділянки	l , м	P_p , кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$, кВт·м	$\Delta U\%$, %
1	7	4,733	33,131	0,18
2	18	0,640	11,520	0,64
3	18	0,8	14,4	0,8
4	20	0,8	16	0,0889
5	30	0,8	24	0,1333
6	25	0,8	20	0,1111
7	35	0,8	28	0,1556
8	22	0,8	17,6	0,0978
9	35	0,8	28	0,1556
Спад напруги				1,24

Як показано в таблицях 3.4 та 3.5, при використанні цих кабелів для живлення ліній освітлення і щитів освітлення з поперечним перерізом жил 1,5 мм² та 2,5 мм² спад напруги не перевищують 1,5%.

4. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Аналіз факторів на об'єкті проектування, які впливають на наслідки уражень електричним струмом

Постійний струм є приблизно в 4– 5 разів безпечнішим, ніж змінний струм частотою 50 Гц. Проходячи через Фактори, які впливають на наслідки ураження електричним струмом можна розділити на електричні, неелектричні та фактори навколишнього середовища.

До електричних факторів відносяться: сила струму, частота, опір тіла людини.

Зі зростанням сили струму небезпека ураження ним тіла людини зростає. Розрізняють порогові значення струму (при частоті 50 Гц):

- пороговий відчутний струм– 0,5– 1,5 мА при змінному струмі і 5– 7 мА при постійному струмі;
- пороговий невідпускний струм (струм, що викликає при проходженні через тіло людини нездоланні судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснений провідник)– 10– 15 мА при змінному струмі і 50– 80 мА при постійному струмі;
- пороговий фібриляційний струм (струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця)– 100 мА при змінному струмі і 300 мА при постійному струмі.

Наявність в опорі тіла людини ємнісної складової при зростанні частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла та зростанням струму, що проходить через тіло людини. Найнебезпечнішим для людини є діапазон частот до 50 Гц. Подальше збільшення частоти, супроводжується зниженням небезпеки ураження, котра повністю зникає при частоті 450– 500 Гц, тобто струм такої та більшої частоти– не може викликати смертельного ураження внаслідок припинення роботи життєво важливих органів. Однак струми такої частоти зберігають небезпеку опіків при

виникненні електричної дуги та при проходженні їх безпосередньо через тіло людини. Значення фібриляційного струму при частотах 50– 100 Гц практично однакові; при частоті 200 Гц фібриляційний струм зростає приблизно в два рази в порівнянні з його значенням при 50– 100 Гц, а при частоті 400 Гц – більше, ніж в 3 рази.

тіло людини, постійний струм, викликає слабші скорочення м'язів і менш неприємні відчуття порівняно зі змінним того ж значення. Лише в момент замикання і розмикання ланки струму людина відчуває короточасні болісні відчуття внаслідок судомного скорочення м'язів. Порівняльна оцінка постійного та змінного струмів справедлива лише для напруг до 500 В. Вважається, що при більш високих напругах постійний струм стає небезпечнішим, ніж змінний частотою 50 Гц.

Електричний опір тіла людини – це опір струму, котрий проходить по ділянці тіла між двома електродами, прикладеними до поверхні тіла. Він складається з опору тонких зовнішніх шарів шкіри, котрі контактують з електродами, і з опору внутрішніх тканин тіла. Найбільший опір струму чинить шкіра. На місці контакту електродів з тілом утворюється своєрідний конденсатор, однією обкладкою котрого є електрод, другою – внутрішні струмопровідні тканини, а діелектриком – зовнішній шар шкіри. Електричні властивості конденсатора характеризуються напругою, на котру він розрахований, та його ємністю. Таким чином, опір тіла людини складається з ємнісного та активного опорів. Величина електричного опору тіла залежить від стану рогового шару шкіри, наявності на її поверхні вологи та забруднень, від місця прикладання електродів, частоти струму, величини напруги, тривалості дії струму. Ушкодження рогового шару (порізи, подряпини, волога, потовиділення) зменшують опір тіла, а отже збільшують небезпеку ураження. В практичних розрахунках опір тіла людини приймається таким, що дорівнює 1000 Ом.

До неелектричних факторів, котрі впливають на наслідки ураження електричним струмом відносяться: тривалість проходження струму та шлях його протікання, індивідуальні особливості людини..

Із зростанням тривалості дії струму зростає ймовірність важкого або смертельного наслідку. Така залежність пояснюється тим, що зі зростанням часу впливу струму на живу тканину підвищується його значення, накопичуються наслідки впливу струму на організм. Зростає також імовірність співпадання моменту проходження струму через серце з уразливою фазою серцевого циклу (кардіоциклу). Зростання сили струму зі зростанням часу його дії пояснюється зниженням опору тіла людини внаслідок місцевого нагрівання шкіри та подразнювальної дії на тканини. Це викликає рефлекторну, тобто через центральну нервову систему, швидку зворотну реакцію організму у вигляді розширення судин шкіри, а відтак – посилення постачання її кров'ю і підвищення потовиділення, що й призводить до зниження електричного опору шкіри в цьому місці.

Практика та експерименти показують, що шлях протікання струму через тіло людини має велике значення з огляду на наслідки ураження. Якщо на шляху струму виявляються життєво важливі органи — серце, легені, головний мозок, то небезпека ураження досить велика, оскільки струм безпосередньо впливає на ці органи. Якщо ж струм проходить іншими шляхами, то його вплив на життєво важливі органи може бути лише рефлекторним, а не безпосереднім. При цьому, хоч небезпека важкого ураження і зберігається, але ймовірність його знижується. До того ж, оскільки шлях струму визначається місцем прикладання струмопровідних частин (електродів) до тіла потерпілого, то його вплив на наслідок ураження зумовлюється ще й різним опором шкіри на різних ділянках шкіри.

Найбільш поширеними напрямками проходження струму через організм людини є: рука — рука (частка потерпілих, які втрачали свідомість становить 83 %), права рука — ноги (87 %), ліва рука — ноги (80 %), нога — нога (15 %), голова — ноги (88 %), голова — руки (92 %).

Відомо, що здорові та фізично міцні люди легше переносять електричні удари, ніж хворі та слабкі. Особливо сприйнятливими до електричного струму є

особи, котрі нездужають на захворювання шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легенів, мають нервові хвороби. Важливе значення має психічна підготовленість до можливої небезпеки ураження струмом. В переважній більшості випадків несподіваний електричний удар навіть за низької напруги призводить до важких наслідків. Проте за умови, коли людина очікує удару, то ступінь ураження значно знижується. Тому великого значення набувають ступінь уваги, зосередженість людини на виконуваній роботі, втома.

До факторів навколишнього середовища відносяться: температура, тиск, вологість повітря в приміщенні. Зі збільшенням температури і вологості зменшується загальний опір тіла людини, а зі збільшенням атмосферного тиску небезпека ураження зменшується.

4.2. Причини виникнення пожеж та основні шляхи їх запобігання в адміністративних приміщеннях

Основними причинами пожеж, що найбільш часто трапляються в музеях, є неправильна експлуатація електроприладів, аварійні режими в електромережах, необережність під час паління й користування відкритим вогнем тощо.

Розвитку пожеж сприяють:

- відсутність зв'язку, пожежної сигналізації й автоматичного пожежогасіння, неправильний монтаж та експлуатація приладів;
- недостатність первинних засобів пожежогасіння;
- невміння працівників музею локалізувати пожежу за допомогою первинних засобів пожежогасіння або автоматичних установок з ручним запуском;
- непомітне поширення тління;
- великі об'єми фондосховищ й інших приміщень, через що вогонь швидко поширюється;

- порушення протипожежних правил та інструкцій під час будівництва та ремонту будинків; розташування спеціалізованих служб у приміщеннях, небезпечних щодо пожеж; неакуратне застосування й зберігання горючих матеріалів тощо;

- незадовільна організація служби охорони в неробочий час (неповні обходи, великі проміжки часу між обходами). Більшість пожеж виникає вночі, тому не- правильні дії й неадекватні засоби гасіння служать причиною двох третин від завданого збитку.

Руйнівними чинниками під час пожежі:

- 5) вогонь, який може повністю знищити музейні предмети;
- 6) висока температура, яка призводить до повного чи часткового зуглення матеріалів;
- 7) гарячі гази та дим, які спричиняють хімічне руйнування матеріалів предметів або знебарвлювання зображень та тексту;
- 8) сильне забруднення предметів сажею та попелом.

Найпоширенішими матеріалами музейних предметів є папір, тканина, дерево, кераміка, метал та інші експонати на органічній основі, яким властива підвищена горючість, а в певних умовах – здатність до самозаймання. Тому захист музейних предметів від пожеж – першочергове завдання їх збереження.

Шляхами запобігання виникнення пожеж в музейних спорудах є:

- 9) визначення для кожного приміщення категорії пожежної небезпеки, виходячи з «Визначення категорій приміщень і будівель по вибухопожежній та по- жежній небезпеці» відповідно до ДБН В.1.1.7-2002;
- 10) застосування в усіх приміщеннях музеїв сучасних автоматичних систем виявлення диму й вогню, які одночасно запускають системи сигналізації в будівлі музею й у місцевому відділенні пожежної охорони відповідно до ДБН В.2.5.56-2014;
- 11) використання системи автоматичної пожежної сигналізації у виставкових залах;

- 12) встановлення в будівлях внутрішніх пожежних кранів, дренчерних та спринклерних установок пожежогасіння;
- 13) наявність первинних засобів захисту (наприклад, вогнегасники ВВПА-400) із розрахунку 1 вогнегасник на 50 м² площі;
- 14) забезпечити зв'язок автоматичних систем пожежної сигналізації та автоматичних установок пожежогасіння зі схемою централізованого увімкнення вентиляції та кондиціювання повітря;
- 15) щоденна перевірка стану систем сигналізації та пожежогасіння;
- 16) виконання вимог пожежної безпеки в приміщеннях;
- 17) обмеження місць паління для співробітників;
- 18) розробка планів та схем евакуації відвідувачів, персоналу та музейних цінностей, а також план заходів щодо дії адміністрації та персоналу на випадок виникнення пожеж;
- 19) розроблення інструкції з пожежної безпеки та дій персоналу із запобігання та гасіння пожежі.
- 20) призначення відповідальних за протипожежний стан;
- 21) розробка та дотримання «Планування дій на випадок надзвичайних ситуацій в установі».

ВИСНОВКИ

1. У ході роботи було проаналізовано науково-технічну літературу з теорії розрахунку освітлення приміщень, а також ДБН, та державні стандарти з теми дослідження. У аналізованій літературі виділено її актуальність, доступність, структурованість та орієнтованість на аудиторію.

2. У цій роботі проведено розрахунки мережі робочого освітлення адміністративної будівлі комунального підприємства Тернопіль-міськвітло.

3. Проаналізовано об'єкт дослідження: визначено його тип, наведено опис, освітлювальні навантаження та площі освітлюваних приміщень.

4. Відповідно до норм ДБН 17-10-2018 розраховано кількість світильників за двома варіантами, проведено економічне порівняння варіантів, обрано схему розміщення світильників.

5. Розраховано електричні навантаження, обрано січення проводу та струмопровідні частини.

6. Відповідно до обраних навантажень і проводів розраховані, обрані та розподілені по групах автомати захисту.

7. Виконані схеми розміщення щитків керування освітленням. Розраховано захисне заземлення та його розміщення.

8. Було передбачено розрахунок на основі світлових приладів для освітлення приміщень. Для залу вибрано світильники з напівпровідниковими джерелами світла типу ДСП07У-60-025 У2. Для освітлення кімнат відпочинку та коридорів вибрано світильники типу ДВО27У Юпітер-LED-2. Решту приміщень пропонується освітлювати світильниками ДББ28У Селена-LED-М..

9. Запропоновано оптимальну висотупідвісу світлових приладів від типу приміщень та обраного освітлення було а також запропоновано коефіцієнти запасу та експлуатації. Отримані результати для розрахункових висот приміщень від 1,93 до 3,20 м, а коефіцієнт запасу коливається в межах від 1,33 до 1,43.

10. 4. Використовуючи метод коефіцієнта використання світлового потоку, визначили кількість та потужність світильників, необхідних для забезпечення нормативної освітленості на горизонтальних робочих поверхнях. За допомогою зворотного та світлотехнічного розрахунку у програмі DIALux отримано значення освітленості приміщень з обраною системою освітлення. Виявлено, що відхилення розрахованої освітленості у робочих зонах приміщень варіюється від -10% до +20% порівняно з нормативними значеннями. Крім того, DIALux дозволив розрахувати показник дискомфорту для вестибюлю, залу, офісних приміщень та робочих кабінетів. За результатами розрахунків встановлено, що показник дискомфорту для цих приміщень відповідає нормативним вимогам. Розрахунок освітленості від системи аварійного евакуаційного освітлення на першому та другому поверхах будівлі показав, що мінімальна освітленість на рівні підлоги шляхів евакуації більша ніж 2,88 лк, а відношення максимального рівня освітленості до мінімального – 18, при вимогах державних будівельних норм не менше 1 лк і відношенні не більше 405. Загальна розрахована потужність установки освітлення адміністративної будівлі складає 2,456 кВт. А потужність установки освітлення загального освітлення становить 1,825 кВт, а для аварійного освітлення - 0,065 кВт.

11. Було проведено розрахунок електричної мережі за струмом зокрема її величини на основі якого визначено необхідні січення проводів та обрано захисні автомати. Для живлення груп світильників використовувався кабель ВВГ нг 3×1,5мм, а для електропостачання щитів освітлення – ВВГ нг– 5×2,5. Захисні апарати для групових ліній, що живлять установку, А також були підібрані з урахуванням необхідності запобігання хибному спрацюванню автоматичних вимикачів, що забезпечує стабільну та надійну роботу системи освітлення. А також було встановлено, що втрати напруги в запропонованій системі освітлення для живлення щитів освітлення групових ліній не перевищують 1,5%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.
2. The IESNA LIGHTING HANDBOOK, Ninth Edition. Copyright © 2000 by the Illuminating Engineering Society of North America.
3. УФ випромінювання в освітленні. URL: <https://vinsvit.ua/ua/articles/uv-in-light/>(дата звернення: 08.03.2023)
4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
5. ДСП07У 60. URL: <https://vatra.ua/ukr/products/industrial-lighting/dsp07u-VATRA>
6. ДББ28У СЕЛЕНА-LED-M. URL:
[http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U\(SELENA-LED-M\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U(SELENA-LED-M).pdf)
7. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.
8. ДБО01ВСП, ДБО02ВСП (аварійний) . URL:
http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO01VSP-DBO02VSP.pdf

9. Говоров П.П. Освітлення промислових об'єктів. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти / П.П. Говоров, Р.В. Пилипчук, А.І. Токмань, В.В. Щиренко, Р.Ю. Яремчук — Тернопіль: Джура, 2008. - 388., арк. іл.

10. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017. URL: <https://www.acko.ua/upload/uf/311/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97%20%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%95%D0%9C%20%D0%92%D0%90-2017.pdf>

11. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. ОкІпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.

12. P. Pinho, T. Hytonen, M. Rantanen, P. Elomaa, and L. Halonen, “Dynamic control of supplemental lighting intensity in a greenhouse environment,” Light. Res. Technol, vol. 45, no. 3, pp. 295-304, 2013.

13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник/ В.Ц.Жидецький, В.С Джигирей, О.В.Мельников. – Вид. 5-те, доповнене. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.