

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ,
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТА ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

КАФЕДРА СВІЛОТЕХНІКИ І ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ЛАУНЖКАФЕ
У МІСТІ ЖИТОМИР**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Здобувач:

Денис СТЕЦЕНКО

гр. СДС2022-1

Керівник:

Анастасія КОЛЕСНИК

к.т.н., доц.

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО

ГОСПОДАРСТВА імені О. М. Бекетова

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури

Кафедра світлотехніки і джерел світла

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Світлотехніка та дизайн світлового середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри СДС

Віталій ГЕРАСИМЕНКО

«15» червня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Стеценко Денису Олеговичу

1.Тема роботи: Розробка системи освітлення лаунджафе у місті Житомир

керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

Колесник А. І., к.т.н., доцент кафедри СДС

затверджені наказом університету № 440-03 від «22» травня 2026р.

2. Строк подання студентом бакалаврської кваліфікаційної роботи:

10.06.2026 р.

3. Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Результати переддипломної практики, поверхові плани кафе.

4. Зміст бакалаврської кваліфікаційної роботи:

4.1 Аналітична частина. Розглянуто новітні тенденції, модернізації проєктування освітлювальних установок закладів громадського харчування, проаналізовано актуальні напрямки застосування сучасних джерел світла.

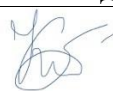
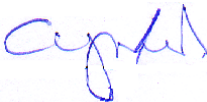
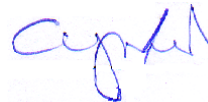
4.2 Світлотехнічна частина. Здійснено оцінку проєктованого об'єкта, проведено аналіз зорових завдань. На підставі отриманих даних обґрунтовано вибір системи освітлення, джерел світла та світлотехнічного обладнання. Виконано світлотехнічні розрахунки з оцінкою показника дискомфорту, а також здійснено електротехнічний розрахунок мереж системи освітлення.

4.3 Електротехнічна частина. Визначено параметри електроживлення, розроблено схему електропостачання освітлювальної установки та обґрунтовано вибір способу її підключення до електричної мережі. Також виконано вибір марок кабельно-провідникової продукції, способів прокладання електропроводки та здійснено підбір розподільчих і групових щитів, необхідних для надійної та безпечної роботи системи освітлення.

4.4 Охорона праці. В рамках цього розділу дипломної роботи виконано аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів, що виникають під час монтажу та експлуатації системи освітлення. Сформульовано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці персоналу, а також розглянуто та систематизовано завдання, пов'язані із забезпеченням пожежної безпеки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових слайдів):
 1 – плани поверхів з груповою мережею; 2 – план електричної мережі.

6. Консультанти розділів бакалаврської кваліфікаційної роботи:

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Анастасія Колесник, доцент		
Охорона праці	Яків СЕРІКОВ, доцент		
Антиплагіат	Олена ДІДЕНКО, ст. викладач		
Нормоконтроль	Роман ВОРОНОВ, доцент		

7. Дата видачі завдання 04.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	12.05.26 – 16.05.26	виконано
2	Світлотехнічна частина	17.05.26 – 19.05.26	виконано
3	Електротехнічна частина	20.05.26 – 23.05.26	виконано
4	Охорона праці	24.05.26 – 26.05.26	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	27.05.26 – 29.05.26	виконано
6	Підготовка доповіді та презентації	30.05.26 – 01.06.26	виконано

Здобувач

 Денис СТЕЦЕНКО

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

 Анастасія КОЛЕСНИК

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота присвячена проектуванню системи освітлення лаунджафе. У роботі розглянуто сучасні підходи до організації освітлення з урахуванням принципів енергоефективності, візуального комфорту та естетичної привабливості інтер'єру.

В аналітичній частині роботи розглядаються специфічні вимоги до створення комфортного середовища для персоналу та відвідувачів закладу, які враховують ергономічні та психофізіологічні аспекти сприйняття освітленості.

У другому розділі роботи виконуються світлотехнічні розрахунки, що включають аналіз характеристик об'єкта, що проектується, і оцінку зорових завдань. На основі проведеного аналізу здійснено обґрунтований вибір джерел світла та освітлювальних приладів, а також проведено розрахунок показника зорового дискомфорту.

Третя частина роботи присвячена виконанню електротехнічних розрахунків, що включають визначення параметрів напруги живлення, вибору принципової схеми електропостачання. В рамках цього розділу обґрунтовано вибір марок провідників та способів їх прокладання, а також здійснено підбір групових розподільчих щитів.

В рамках розділу «Охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також розглянуто заходи щодо попередження пожежо- та електротравм.

Основними результатами бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка системи освітлення лаунджафе у м. Житомир.

Ключові слова: світлодіодні джерела світла, освітлювальні прилади, показник дискомфорту.

Загальний обсяг бакалаврської кваліфікаційної роботи становить: сторінок – 71; формул – 12; рисунків – 7; таблиць – 4; літературних джерел – 20.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Оптимізація енергоспоживання в системах освітлення: теоретичні аспекти та практичні рішення.....	9
1.2 Сучасні підходи до автоматизованого управління освітленням адміністративних будівель.....	12
1.3 Ефективне застосування природного світла.....	15
1.4 Роль світла та кольорової гами у дизайні ресторанів та кафе.....	17
1.5 Сучасні підходи до розробки систем освітлення у лаунджафе.....	18
2 СВІТЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	21
2.1 Стисла характеристика об'єкту та аналіз зорових задач.....	21
2.2 Вибір нормованої освітленості та коефіцієнта запасу.....	22
2.3 Вибір джерел світла.....	23
2.4 Вибір світлових приладів.....	25
2.5 Вибір системи освітлення та видів освітлення.....	26
2.6 Світлотехнічний розрахунок.....	29
2.7 Розрахунок показника дискомфорту.....	31
2.8 Розміщення світлових приладів.....	35
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	37
3.1 Вибір напруги та джерел живлення.....	37
3.2 Вибір схеми живлення.....	38
3.3 Вибір марки проводу та способу прокладання.....	40
3.4 Вибір групових щитків.....	41
3.5 Електротехнічний розрахунок.....	42
3.6 Захист електричних мереж та вибір апаратів захисту.....	47
3.7 Керування освітленням.....	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
4.1 Завдання в галузі охорони праці.....	53
4.2 Аналіз умов праці. Виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	54
4.3 Розробка та реалізація заходів щодо підтримки безпечних умов праці.....	55
4.4 Розробка технічних заходів з охорони праці.....	57
4.5 Забезпечення електробезпеки.....	58
4.5.1 Захисне заземлення.....	60
4.6 Забезпечення пожежної безпеки.....	61
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
Додаток А Світлотехнічна відомість.....	69

ВСТУП

Світлотехніка є важливою галуззю науки і техніки, розвиток якої характеризується постійним удосконаленням джерел світла, освітлювального обладнання та методів проєктування освітлювальних систем.

Сучасні дослідження та розробки у галузі світлотехніки здійснюються на глобальному рівні, за активної участі провідних наукових інститутів та промислових підприємств. Основний напрямок дисципліни пов'язаний із освітленням – сферою діяльності, де інженерні та технічні рішення органічно взаємодіють із художніми, естетичними та дизайнерськими компонентами. В рамках світлотехніки освітлення розглядається не тільки як засіб забезпечення візуальної функціональності та безпеки, але і як інструмент формування комфортного, гармонійного та естетично привабливого середовища. Пріоритетна увага приділяється інтеграції сучасних дизайнерських концепцій, інноваційних матеріалів, світлових технологій та енергоефективних рішень в архітектуру, інтер'єр та індустриальний дизайн, що сприяє створенню функціонально та естетично якісного простору.

У сучасній світлотехнічній практиці формується нова професійна спеціалізація - світлодизайн. Дана спеціалізація передбачає застосування комплексних знань про природу світла, його фізичні властивості, психологічний і фізіологічний вплив на людину для вирішення завдань формування функціонально та естетично організованого простору.

Одним із ключових об'єктів діяльності світлодизайнера є світло-кольорове середовище (СКС). СКС являє собою спеціально організований простір, в якому світлові та колірні характеристики впливають на сприйняття, емоційний стан, біоритми та настрої людини. Таким чином, світло-кольорове середовище є невід'ємною частиною життєвого середовища людини та надає комплексний вплив на всі аспекти її діяльності, включаючи роботу, відпочинок, комунікацію та творчу активність.

Сучасний світлодизайн розглядається як міждисциплінарна область, яка перебуває на перетині світлотехніки, архітектури, психофізіології та художнього проектування. Мета професійної діяльності світлодизайнера полягає у створенні світлових рішень, які забезпечують гармонійну взаємодію людини з простором, підвищують комфорт, естетичну сприйнятливість та ефективність перебування у середовищі.

В даний час освітлення виходить за межі суто утилітарних функцій. Світло сприймається не лише очима, а й на емоційному рівні, впливаючи на настрій, сприйняття простору та психологічний стан людини. Це відкриває можливості для цілеспрямованого керування емоційним впливом світлових рішень. В умовах сучасних вимог до якості освітлення пред'являються високі стандарти: світло має бути не тільки функціональним, а й естетично досконалим, гармонійно інтегрованим в архітектурний та інтер'єрний простір, здатним формувати атмосферу та підвищувати комфорт перебування.

У сучасному проектуванні систем освітлення виконання будь-якого проєкту є комплексним процесом, що поєднує творчий підхід, технічну експертизу та врахування інтересів замовника. Створення ефективного та естетично привабливого світлового середовища потребує розробки концепції, яка одночасно задовольняє вимоги архітектора, забезпечуючи гармонійну взаємодію з архітектурним середовищем та професійні стандарти світлотехніка, гарантуючи коректність інженерних рішень, світлотехнічних розрахунків та безпеки. Крім того, проєкт повинен враховувати інтереси замовника, який виступає у ролі інвестора, для якого важливі як функціональні, так і економічні аспекти реалізації проєкту. Таким чином, процес проектування освітлення є багатокомпонентною взаємодією, де всі проєктні рішення повинні бути збалансовані та прийнятні для всіх ключових учасників, що забезпечує ефективність, гармонію та реалізованість проєкту.

Сучасне освітлення є складною і багатоаспектною задачею, де кожне рішення формується з урахуванням унікальних умов і завдань. Оптимальне світлове рішення потребує інтеграції інженерно-технічних розрахунків,

просторової аналітики та естетичних критеріїв, а також креативного осмислення кінцевого візуального образу. У кожному конкретному випадку спостерігається поєднання індивідуального підходу, специфіки середовища та авторського бачення, що робить кожне світлове рішення оригінальним.

Тема цієї бакалаврської кваліфікаційної роботи – «Розробка системи освітлення лаунджафе у місті Житомир». Робота виконана відповідно до вимог, викладених у пояснювальній записці.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Оптимізація енергоспоживання в системах освітлення: теоретичні аспекти та практичні рішення

Ефективне та раціональне споживання електроенергії в системах освітлення, що забезпечує зниження витрат при одночасному підтриманні необхідного рівня освітленості та зручності, є значущим та пріоритетним завданням у сучасному світі.

В останні роки питання забезпечення енергією систем освітлення у всіх країнах світу, включаючи як високорозвинені, так і держави, що розвиваються, набуло критичної значущості. Енергопостачання цих систем є складною системною проблемою, що охоплює питання ефективності споживання електроенергії, стійкості інфраструктури, інтеграції відновлюваних джерел енергії та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Особливої актуальності це набуває в умовах зростання світового попиту на електричну енергію та необхідності переходу до стійких та енергоефективних технологій освітлення.

Ефективне вирішення проблем енергозбереження у системах освітлення має ключове значення для майбутнього людства. Це пов'язано не тільки з обмеженістю запасів викопного палива, що використовується для генерації електроенергії, але і з зростаючим екологічним навантаженням на планету внаслідок викидів в атмосферу небезпечних та шкідливих речовин [5].

Подані нижче рекомендації спрямовані на забезпечення економного та доцільного використання електроенергії у системах освітлення:

1. У нових та модернізованих системах освітлення доцільно впроваджувати енергоефективні джерела світла, з кращим використанням світлодіодних технологій, що забезпечують високу економічність та довговічність експлуатації.

2. Застосування малопотужних ртутних ламп високого тиску (<250 Вт) у приміщеннях з важкими експлуатаційними умовами як заміна люмінесцентних ламп, а також використання енергоефективних люмінесцентних ламп замість стандартних.

3. Використання світлодіодних ламп згідно із зазначеними вище рекомендаціями, що здатне знизити споживання електроенергії на 20–45%.

4. Розрядні лампи високої потужності можуть застосовуватися за дотримання стандартів якості освітлення, що дозволяє економити електроенергію за рахунок підвищення світлової віддачі.

5. У приміщеннях, де виконуються зорові роботи II-IV розрядів, найбільш ефективним є використання комбінованої системи освітлення. Застосування такого підходу дозволяє оптимізувати світлові умови та забезпечує економію електроенергії в діапазоні від 15 до 50 % порівняно із застосуванням традиційного загального освітлення.

6. Застосування локалізованого розміщення освітлювальних приладів у складі системи загального освітлення у приміщеннях з асиметрично розташованим технологічним обладнанням та низькою щільністю його розміщення забезпечує оптимізацію розподілу світлового потоку. Це дозволяє знизити питоме енергоспоживання на 20–60% залежно від відношення площі основних та допоміжних зон та вимог нормативного освітлення, що підтверджується розрахунками світлотехнічних характеристик та коефіцієнтів використання світлового потоку [5-8].

7. Раціональний вибір світильників з оптимальним світлорозподілом та їх доцільне розміщення в приміщенні з урахуванням асиметричного розташування технологічного обладнання та співвідношення основних та допоміжних зон забезпечує нормативні значення освітленості та дозволяє знизити споживання електроенергії на 20–60%, що підтверджує високий енергетичний та економічний ефект.

8. Застосування освітлювальних приладів із щілинними світловодами є ефективним для освітлення приміщень з несприятливими експлуатаційними

умовами, такими як вибухонебезпечні та запилені середовища. Особливо це актуально для робочих зон, де виконуються завдання, що вимагають зорової точності III-IV розрядів, а також у випадках обмеженого доступу до джерел світла. Використання таких рішень дозволяє додатково зменшити енергоспоживання на 10–15%.

9. Застосування системи керування освітленням надає можливість повністю або частково регулювати роботу освітлювальних пристроїв, дозволяючи вмикати або вимикати їх залежно від потреб, умов освітлення та енергозберігаючих завдань. Така система забезпечує гнучкість управління, підвищує ефективність енергоспоживання та сприяє створенню комфортного світлового середовища.

10. У приміщеннях з комбінованою системою освітлення рекомендується здійснювати порівнєве керування включенням та вимкненням груп освітлювальних приладів залежно від величини природної освітленості в окремих зонах приміщення. Застосування даної стратегії світлового регулювання дозволяє зменшити споживання електроенергії на 10–20%, підвищуючи енергоефективність експлуатації освітлювальних систем.

11. Своєчасне прибирання та догляд за світлопрозорими конструкціями в промислових та громадських будівлях, що виконується як мінімум двічі на рік, сприяє зменшенню використання штучного освітлення та дозволяє досягати економії електроенергії в середньому на 10–20%.

12. Збільшення ефективності застосування природного та штучного освітлення шляхом фарбування стін та поверхонь виробничих та громадських приміщень у світлі кольори.

13. Технічне переоснащення та оптимізація застарілих систем освітлення для досягнення нормативних показників щодо ефективності, безпеки та екологічності.

1.2 Сучасні підходи до автоматизованого управління освітленням адміністративних будівель

Витрата електричної енергії на потреби освітлення можна значно скоротити за рахунок організації оптимального режиму роботи систем освітлення, який враховує час доби, інтенсивність природного освітлення та потреби користувачів, забезпечуючи при цьому ефективне та комфортне освітлення за мінімальних енерговитрат.

Досягнення максимально повного та достовірного обліку рівня природного освітлення, а також факту присутності людей у приміщенні, є можливим за умови використання сучасних систем автоматизованого управління освітленням, що забезпечують адаптивне регулювання параметрів штучного освітлення залежно від зовнішніх і внутрішніх факторів, що змінюються [8].

Ці системи контролюються двома ключовими способами: або через увімкнення та вимкнення всіх або окремих світлових приладів (дискретне керування), або за допомогою поступового регулювання їх потужності, однаково для всіх або для кожного світильника окремо.

До дискретних систем керування освітленням належать пристрої, такі як фотореле та таймери, які забезпечують автоматичне увімкнення або вимкнення світильників. Робота фотореле базується на аналізі сигналів датчиків природного освітлення: при зміні рівня світла система реагує, регулюючи подачу електричної енергії на освітлювальні прилади. Такі підходи дозволяють оптимізувати енергоспоживання та підтримувати комфортний рівень освітленості без необхідності ручного керування.

Автоматичні пристрої із датчиками присутності також входять до складу систем дискретного керування освітленням; вони фіксують знаходження людей у приміщенні та відключають світильники після закінчення встановленого часу після його звільнення, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання. Даний тип систем дискретного управління вважається

найбільш економічно ефективним, проте його використання може мати побічні наслідки, зокрема часті включення та виключення здатні скорочувати термін служби джерел світла та інших компонентів обладнання.

Влаштування систем плавного регулювання освітлення відрізняється підвищеною складністю.

Останніми роками закордонні компанії активно розвивають виробництво устаткування автоматизації внутрішнього освітлення. Сучасні системи дозволяють одночасно економити електроенергію та забезпечувати максимальну зручність для користувачів.

Системи автоматизованого керування освітленням, що застосовуються у громадських будівлях, забезпечують стандартні функції даного типу обладнання, серед яких – точна підтримка штучного освітлення на заданому рівні. Для реалізації цієї функції використовують фотоелемент, розташований у приміщенні, який контролює рівень світла, створюваного освітлювальною установкою [4-9].

Забезпечення постійного сумарного рівня освітленості, що формується спільно освітлювальною системою та природним світлом, надає можливість додаткового регулювання потужності освітлювальної установки у реальному часі.

У певні сезони та часові інтервали доби можливе забезпечення необхідного рівня освітленості виключно за рахунок природного світла. Виконання цієї умови може здійснюватися тим самим фотоелементом, що використовувався у попередньому випадку, за умови, що він контролює сукупну освітленість, що включає як природне, так і штучне освітлення. Внаслідок цього потенційна економія електроенергії може становити 20–40%.

Також, слід зазначити, облік тимчасових факторів в управлінні освітленням. Додаткове зниження енергоспоживання у системах освітлення може бути забезпечене за рахунок автоматичного відключення освітлювальних приладів у певні періоди доби, а також у вихідні та святкові дні. Даний метод дозволяє мінімізувати вплив людського фактора, пов'язаного

із забудькуватістю персоналу при виключенні освітлення на робочих місцях. Для реалізації цього заходу автоматизована система управління освітленням повинна бути оснащена вбудованим годинником реального часу.

При впровадженні системи автоматичного керування освітленням з використанням датчиків присутності реалізується можливість увімкнення та відключення світильників залежно від фактичної присутності людей у приміщенні. Ця технологія забезпечує оптимізацію споживання електроенергії, дозволяючи суттєво знизити витрати на освітлення без шкоди для комфорту користувачів.

Але ефективність та доцільність застосування подібних рішень безпосередньо залежать від функціонального призначення та специфіки самого приміщення. У приміщеннях з частою та короткочасною зміною відвідувачів, таких як коридори, санвузли або конференц-зали, датчики присутності показують високу економічну та практичну ефективність. Водночас у приміщеннях з постійним або тривалим перебуванням людей, наприклад офісних кабінетах чи навчальних аудиторіях, постійне включення та вимкнення світла може створювати дискомфорт, відволікати користувачів та навіть скорочувати термін служби освітлювального обладнання.

Бездротове дистанційне керування системою освітлення є можливість керування світлом без прямого фізичного контакту з джерелами світла або пультом керування. Хоча дана функція сама по собі не є повністю автоматизованою, вона широко застосовується у сучасних системах автоматизації освітлення. Основною причиною популярності такого рішення є простота його реалізації на базі електроніки систем керування освітленням: встановлення та налаштування дистанційного керування не вимагають складних схем чи дорогих компонентів. Крім того, наявність функції бездротового керування суттєво підвищує зручність експлуатації системи освітлення [4-9].

На рисунку 1.1 представлена система управління освітленням з урахуванням природного світла.

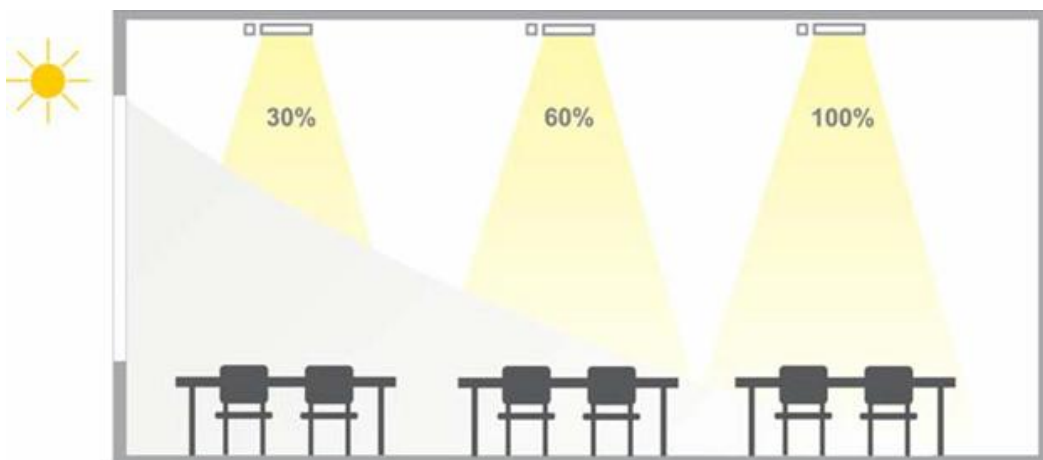


Рисунок 1.1 – Система управління освітленням з урахуванням природного світла

1.3 Ефективне застосування природного світла

Ефективне використання денного світла у системах освітлення адміністративних будівель є важливим напрямом підвищення енергоефективності та комфорту внутрішнього середовища. Природне освітлення не тільки знижує споживання електричної енергії, але й сприятливо впливає на працездатність, самопочуття та здоров'я людей [6].

Одним із ключових аспектів є правильна архітектурно-планувальна організація будівлі. Орієнтація фасадів по сторонах світла, розміри та розташування віконних прорізів, глибина приміщень та використання світлопрозорих конструкцій безпосередньо впливають на рівень природної освітленості. Наприклад, робочі зони рекомендується розташовувати поблизу вікон, що дозволяє максимально використовувати денне світло протягом робочого дня.

Істотне значення має впровадження сучасних світлотехнічних рішень. Серед них – світлові полиці, світлові шахти, zenітні ліхтарі та системи поверхонь, що відбивають, які забезпечують більш ефективне проникнення природного світла вглиб приміщення. Крім того, застосовуються склопакети з регульованими параметрами світлопропускання, що допомагає зменшити надмірну інсоляцію та уникнути перегріву внутрішніх просторів.

Поєднання природного та штучного освітлення реалізується через автоматизовані системи управління. Датчики освітленості адаптують рівень штучного світла в залежності від обсягу денного освітлення, підтримуючи необхідні норми при мінімальному споживанні енергії. Такі рішення особливо потрібні в адміністративних будівлях з непостійним завантаженням приміщень.

Важливою умовою є забезпечення зорового комфорту. При використанні денного світла слід враховувати можливість виникнення відблисків, різких контрастів та нерівномірного розподілу освітленості. Для цього застосовуються сонцезахисні пристрої, такі як жалюзі, екрани та штори, а також спеціальні матеріали з оптимальними властивостями, що відбивають [5].

Оптимальне використання природного світла досягається у приміщеннях з великими просторовими обсягами. У таких будинках освітлення забезпечується не тільки через бічні вікна, а й зверху, завдяки світловим шахтам, ліхтарям та скляним перекриттям. Такий підхід дозволяє максимально рівномірно розподіляти денне світло по всьому інтер'єру, створюючи комфортне та енергоефективне середовище.

Основним джерелом тепловтрат у будівлях є світлові отвори. Збільшена площа скління сприяє перегріву приміщень за високих рівнів сонячної радіації. Отже, навіть помірне зниження площі скління при забезпеченні нормативного рівня природної освітленості робочих зон істотно впливає на тепловий режим приміщень.

Отже, комплексне застосування денного світла у системах освітлення адміністративних будівель потребує комплексного підходу, що включає архітектурні, інженерні та експлуатаційні рішення. Це дозволяє не лише знизити енергоспоживання, а й створити комфортну та сприятливу атмосферу для праці та відпочинку.

1.4 Роль світла та кольорової гами у дизайні ресторанів та кафе

Застосування гармонійних колірних комбінацій та продуманого освітлення в дизайні сприяє посиленню візуальної привабливості та формуванню емоційного відгуку в аудиторії, що підтверджується дослідженнями у галузі психології сприйняття та теорії кольору [4-6].

Колірна гамма та її особливості у конкретному просторі залежить від його орієнтації з боків світла. У приміщеннях, що виходять на північ або схід, частіше переважають темніші відтінки, тому для їх оформлення рекомендується використовувати теплі, м'які пастельні кольори, такі як персиковий або кремовий. На південній та західній експозиціях спостерігається підвищена інсоляція; використання холодної гами кольорів дозволяє частково нівелювати надмірну яскравість і візуально знизити теплове сприйняття простору. Рекомендуються відтінки: світло-блакитний, сіро-блакитний, м'ятний, бірюзовий, а також холодні варіації сірого (наприклад, графітовий або попелястий).

Недостатня продуманість дизайну і недотримання міри можуть призвести до того, що інтер'єр сприйматиметься або похмуро, або похмуро. Дослідження в галузі психології сприйняття показують, що надмірна кількість яскравих, блискучих та несумісних елементів викликає роздратування та підвищене почуття напруги.

Крім того, тривале перебування в середовищі з монотонною, тьмяною палітрою кольорів може надавати несприятливий вплив на зорову функцію, посилюючи зорове стомлення і знижуючи ефективність адаптаційних

механізмів ока. Відсутність насичених колірних акцентів, тьмяні відтінки посилюють психологічне сприйняття простору як емоційно нейтрального та одноманітного, що корелює з даними досліджень сприйняття кольору, що показують вплив колірних характеристик середовища на когнітивний стан та емоційне тло людини. При цьому важливо враховувати, що сприйняття інтер'єру змінюється в залежності від умов освітлення: одні й ті ж кольорові рішення при природному та штучному світлі можуть сприйматися по-різному.

Дизайн інтер'єру повинен органічно поєднуватися з навколишнім простором, враховуючи архітектурні особливості приміщення, його функціональне призначення та атмосферу, що створюється. Колірна палітра, освітлення та підбір меблів повинні формувати цілісне враження, підвищувати комфорт та сприяти психологічному та естетичному сприйняттю середовища, зберігаючи візуальну рівновагу з обстановкою.

1.5 Сучасні підходи до розробки систем освітлення у лаунджафе

Роль освітлення на сприйняття інтер'єру не поступається ролі палітри кольорів. Світло здатне викликати різноманітні емоційні реакції: воно збільшує відчуття об'єму приміщення, створює атмосферу гостинності, стимулює активність, наприклад, бажання танцювати, або, навпаки, сприяє спокою та релаксації. У ряді ресторанів та кафе застосовується комбіноване освітлення, що поєднує природні та штучні джерела світла.

Лаунджафе – це заклад, що поєднує формат традиційного кафе з розслаблюючою та комфортною атмосферою.

Освітлення у сучасних лаунж-кафе відіграє важливу роль у створенні комфортної та спокійної обстановки. На відміну від класичних ресторанів, де пріоритет віддається яскравості і практичності, тут основний упор робиться на м'яке, багатошарове і освітлення, що налаштовується [5-8].

Ключовим принципом дизайну є багатошарове освітлення. Воно поєднує загальне розсіяне освітлення, що формує основну атмосферу,

акцентне освітлення для виділення окремих елементів інтер'єру і барної стійки, робоче освітлення для зон столів і приготування коктейлів, а також декоративне освітлення, де самі світильники грає роль декору.

У освітленні сучасних кафе часто застосовують регульовану яскравість та колір. Діммери дозволяють змінювати рівень світла в залежності від часу доби та настрою гостей. LED-лампи з регульованою температурою світла створюють динаміку інтер'єру, а RGB-підсвічування додає візуальні ефекти та атмосферу свята. На рисунку 1.2 представлено освітлення лаунджафе у місті Київ.



Рисунок 1.2 – Освітлення лаунджафе у м. Київ

У лаунджафе світло завжди гармонійно вписується в інтер'єр. Це підсвічування ніш, полиць та барної стійки вбудованими світлодіодними стрічками, підсвічування підлоги та сходів для безпеки, а також декоративні підвісні світильники, що відповідають стилю кафе, чи то лофт, мінімалізм чи бохо [6-9].

Крім цього, сучасні рішення приділяють увагу енергозбереженню та довговічності. Світлодіодні технології економічні та довговічні, а система освітлення з сенсорами руху та сценаріями включення дозволяє ефективно керувати світлом.

Світлові рішення можуть виконувати функцію інструменту брендингу. Підсвічування логотипу або фірмової колірної гами, організація візуально привабливих фотозон для соціальних мереж, а також динамічне підсвічування, синхронізоване з музичним супроводом або подіями, сприяють формуванню унікального образу закладу та підвищують ймовірність повторного відвідування.

Зрештою, важливий комфорт гостей. Світло не повинно бути різким або сліпучим, з цією метою використовують абажури, розсіювачі та теплі відтінки (2700–3000K), що створюють розслаблюючу та затишну атмосферу.

У результаті, в сучасному лаунж-кафе освітлення відіграє ключову роль, поєднуючи естетичну привабливість, практичну функціональність та унікальну атмосферу. Воно не просто виконує утилітарну задачу – висвітлює простір, а й стає органічною частиною інтер'єру, підкреслюючи дизайн, неповторність, задаючи настрій та формуючи враження відвідувачів. Світло тут перетворюється на самостійний інструмент художнього оформлення, здатний посилювати комфорт, стимулювати відпочинок та створювати неповторну емоційну атмосферу закладу.

2 СВІЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Стисла характеристика об'єкту та аналіз зорових задач

Об'єкт проєктування – будівля кафе, розташована у місті Житомир. Територія знаходиться в зоні помірного клімату та характеризується рівним, спокійним рельєфом. Будівлю виконано у вигляді двоповерхової споруди з рівною висотою приміщень на кожному рівні та загальною площею 633 м². Планувальне рішення передбачає, що практично всі приміщення першого та другого поверхів відведені під основні функціональні зони кафе, забезпечуючи раціональне розміщення залів обслуговування та допоміжних приміщень.

Стельові покриття у кафе переважно виконані у світлій пастельній кольоровій гамі. У залі та адміністративних приміщеннях змонтовано підвісні стельові конструкції.

В рамках косметичного ремонту приміщення кафе проведено перефарбування стін у світлу кольорову гаму з метою візуального розширення простору. Другий поверх оформлений у світлих тонах із застосуванням стриманих декоративних елементів для створення гармонійного інтер'єрного оформлення.

У приміщеннях залів, вестибюля, службових зон та сходових клітин як підлогове покриття використовується лінолеум графітового відтінку. У кабінетах та кухонних приміщеннях застосована керамічна плитка у теплій нейтральній колірній гамі.

Повні відомості про проєктований об'єкт наведено у світлотехнічній відомості кваліфікованої роботи (додаток А).

2.2 Вибір нормованої освітленості та коефіцієнта запасу

Нормативні параметри освітленості об'єктів комунального харчування задаються на розрахунковій площині $\Gamma=0,8$, характеризує рівень розміщення стільниць і барних зон. Рівень нормованої освітленості залежить від типу виконуваних зорових робіт, контрастності об'єкта і натомість і обраної системи освітлення (загальної, рівномірної чи комбінованої) [2].

Усередині приміщень кафе передбачено робоче, аварійне та евакуаційне освітлення. Проєктування робочого освітлення здійснюється для всіх функціональних зон об'єкта. У разі нормування освітленості слід орієнтуватися на вимоги ДБН В.2.5-28-20018, що діють для об'єктів громадського харчування та адміністративних будівель.

При проєктуванні нормованих значень освітленості слід комплексно враховувати специфіку технологічного процесу характер зорової роботи, оскільки необхідний рівень освітленості безпосередньо визначається обраною системою освітлення та умовами сприйняття візуальної інформації.

Слід враховувати необхідність мінімізації типових помилок щодо оптимального рівня освітленості:

1. Надмірна або недостатня освітленість приміщення, що призводить до зниження комфорту та візуальної працездатності.
2. Неправильний вибір колірної температури джерел світла, що впливає на сприйняття інтер'єру та об'єктів.
3. Нераціональне розміщення світильників, що виражається в надмірній близькості або віддаленості від поверхні, що освітлюється, що призводить до нерівномірного розподілу світлового потоку.
4. Використання однорідного типу світильників без урахування зональних вимог, що не враховує специфічних потреб різних функціональних ділянок приміщення.

5. Ігнорування факторів природного освітлення, що призводить до неефективного використання денного світла та порушення світлового балансу приміщення.

На підставі проведеної оцінки та вимог нормативного документа ДБН В.2.5-28-20018 для приміщень кафе встановлено такі рівні освітленості: кабінет директора та адміністратора – 300 лк; кухня – 200 лк; обідні зали – 300 лк; допоміжні приміщення (санвузли, тамбури та ін.) – 75 лк. Для забезпечення нормативного запасу освітленості прийнято коефіцієнт запасу 1,4, що відповідає вимогам зазначеного ДБН.

2.3 Вибір джерел світла

Істотним завданням при проєктуванні систем освітлення є обґрунтований та раціональний вибір джерел світла. Зростання потреби в галузі освітлення стимулює впровадження та застосування сучасних джерел світла, номенклатура та характеристики яких швидко розвиваються та вдосконалюються відповідно до вимог ефективності, енергоекономічності та якості світлового середовища.

При організації освітлення у закладах громадського харчування, де важливим є створення сприятливої, комфортної та привітної атмосфери, оптимальним рішенням є використання світлодіодних джерел світла, які забезпечують якісне візуальне сприйняття простору [2].

На сучасному етапі світлодіодні джерела світла, що функціонують на основі напівпровідникових технологій, набули широкого поширення в різних сферах застосування. За останні п'ятнадцять років індустрія світлодіодів досягла значного технологічного прогресу, що сприяло поступовому витісненню люмінесцентних ламп та традиційних ламп розжарювання.

Світлодіодні джерела характеризуються рядом переваг, до яких належать:

1. Високий коефіцієнт корисної дії (ККД), що забезпечує ефективне перетворення електричної енергії у світлову.
2. Тривалий термін служби, що значно перевищує показники традиційних джерел світла, таких як лампи розжарювання та люмінесцентні.
3. Низьке тепловиділення, що знижує ризик перегріву та забезпечує більш стабільну роботу пристрою.
4. Екологічна безпека, зумовлена відсутністю ртутних та інших токсичних компонентів.
5. Компактність та універсальність конструкції, що дозволяють використовувати світлодіоди у різних світлотехнічних рішеннях та пристроях.
6. Висока швидкість комутації та керованість, що робить їх придатними для систем інтелектуального освітлення та димування.

Проте ці джерела світла мають кілька мінусів, головним чином:

1. Ефективне тепловиділення є обов'язковим для цих джерел світла, особливо потужних світлодіодів, оскільки їх розміри не забезпечують достатню теплопровідність для саморозсіювання тепла. Для цього використовується вбудований тепловідвідний елемент (радіатор).
2. Світловий потік світлодіодів поступається розрядним лампам високої інтенсивності, внаслідок чого їх не можна застосовувати у вуличному освітленні.
3. Внаслідок кристалічної деградації світлодіодів їх світловий потік поступово знижується.
4. У світлодіодних джерелах з недостатньою спектральною та конструктивною стабільністю спостерігається виражене мерехтіння під час роботи, що негативно впливає на зір, викликаючи зорову втоми та подразнення. Крім того, високий рівень синьої компоненти в спектрі, що не відповідає природному денному освітленню, здатний провокувати головний біль та порушувати циркадні ритми організму [2-5].
5. Світлодіоди дають направлене світло, тому для рівномірного освітлення кімнати потрібні додаткові розсіювачі або лінзи.

При правильній експлуатації та дотриманні необхідних умов світлодіоди мають ряд переваг, що значно перевершують їх недоліки, що робить інвестиції в них економічно виправданими.

У приміщеннях кафе, що проєктуються, передбачається встановлення світлодіодних джерел світла, інформація про які відображається у світлотехнічній відомості (додаток А).

2.4 Вибір світлових приладів

Під час проєктування освітлювальних систем вибір світлових приладів здійснюється з урахуванням економічних критеріїв, конструктивних параметрів та світлотехнічних характеристик.

Грамотно підібрані світильники створюють не лише комфортну атмосферу та затишок у закладі, а й сприяють збереженню здоров'я людей, які перебувають у ньому. Освітлення відіграє ключову роль формуванні загального стилю приміщення, підкреслюючи його особливості та створюючи гармонійне сприйняття простору.

Сучасні світлові прилади є широким асортиментом рішень, які відрізняються не тільки дизайном, а й функціональними можливостями, забезпечуючи ефективність і надійність протягом усього терміну служби. При виборі світильників фахівці враховують декілька ключових факторів: умови довкілля, включаючи вологість та температуру; характеристики освітлюваного об'єкта, такі як площа, висота та наявність перекриттів; а також нормативні вимоги до рівня та якості освітлення. Правильний підбір світлових приладів дозволяє гарантувати комфорт, безпеку та оптимальну енергоефективність [1].

Надійність та довговічність світильників у конкретних умовах експлуатації безпосередньо залежать від їх конструктивних характеристик. Ці характеристики визначають стійкість до впливу навколишнього середовища приміщення, забезпечують захист від пожежі, вибуху, проникнення вологи та

ураження електричним струмом, а також впливають на зручність проведення технічного обслуговування та ремонту. При цьому параметри мікроклімату об'єкта є ключовим фактором під час вибору світильників, оскільки вони суттєво впливають на експлуатаційні властивості обладнання [3-6].

З урахуванням невеликої висоти стель та дизайну інтер'єру кафе застосовані світлодіодні світильники VIDEX.

У кафе більшість приміщень експлуатується за звичайних умов, тому вимоги до світильників, що використовуються стандартні. Для зниження енергоспоживання та підвищення ефективності системи освітлення під час Проектування рекомендується застосовувати сучасні енергозберігаючі світильники.

2.5 Вибір системи освітлення та видів освітлення

Освітлення надає вирішальний вплив на сприйняття інтер'єру кафе, впливаючи не тільки на естетичне сприйняття простору, а й на функціональність, комфорт та емоційний стан відвідувачів. Навіть при ретельно підбраному поєднанні оздоблювальних матеріалів, текстур і кольорової гами декоративних елементів, неправильний вибір освітлення здатний звести нанівець дизайнерський ефект, роблячи інтер'єр візуально одноманітним, пригнічуючим і позбавленим виразності.

Системи освітлення в кафе дозволяють керувати візуальним сприйняттям форми, обсягу та кольору предметів, створюючи акценти, підкреслюючи текстуру поверхонь та формуючи атмосферу, що відповідає концепції закладу. Світло стає інструментом художньої виразності, за допомогою якого можна моделювати просторові ефекти, посилювати контраст, виділяти функціональні зони, такі як барна стійка, зони відпочинку чи столи, та створювати відчуття затишку та комфорту для відвідувачів. Таким чином, продумане проектування світлового середовища є невід'ємною

частиною комплексного дизайну кафе і впливає на враження та емоційний відгук гостей [2-4].

За допомогою продуманої системи освітлення в кафе можна керувати сприйняттям форми та колірних характеристик інтер'єру та предметів обстановки. Правильний вибір світлових рішень дозволяє створити у приміщенні певний стиль, підкреслити зонування та викликати бажані емоційні реакції у відвідувачів. При цьому важливо враховувати не тільки декоративну функцію освітлення, але й практичне значення для комфортного перебування та функціонального використання простору.

Штучне освітлення класифікують на загальне, місцеве, декоративне та акцентне залежно від його влаштування та призначення.

Загальне освітлення охоплює весь простір приміщення і своїми властивостями прагне імітувати природне світло. Воно створює м'яке світлове тло, що щадить зір, тому широко застосовується в житлових приміщеннях, обідніх залах, кафе і центрах дозвілля.

Локальне освітлення призначене для створення високої освітленості в обмеженій зоні. Воно застосовується як робочих, так рекреаційних цілей і реалізується з допомогою дифузних джерел світла.

Акцентне освітлення створює концентроване та насичене світло, привертаючи увагу до елементів інтер'єру, таких як меблі, декор або картини. У кафе його застосовують для виділення окремих зон та декоративних деталей [2].

У ресторанах, кафе та барах декоративне освітлення допомагає підкреслити атмосферу та дизайн. При виборі світла варто уникати сильної пульсації, оскільки вона може погіршувати самопочуття гостей.

Штучне освітлення класифікують за призначенням: робоче, охоронне, чергове та аварійне.

Робоче освітлення забезпечує відповідність нормам освітленості та підлягає проєктуванню всім приміщень даного об'єкта.

Охоронне освітлення, як правило, монтується вздовж усього периметра території, що охороняється і функціонує в темний час доби. Чергове освітлення застосовується під час відсутності роботи об'єктів. При даному типі освітлення рівень освітленості не підлягає стандартизації [2].

Аварійне освітлення виконує ключову функцію під час евакуації персоналу та відвідувачів в екстрених ситуаціях. Воно обов'язково має бути підключене до резервного джерела електропостачання.

Приміщення кафе обладнано робочим освітленням. Евакуаційне освітлення передбачено у залах, зонах самообслуговування, коридорах та на сходах. Аварійне освітлення слід встановити в адміністративних кабінетах та складських приміщеннях.

Систему освітлення проєктують, виходячи із способу розташування світильників. Вона може бути загальною чи комбінованою.

Для досягнення рівномірного освітлення необхідно дотримуватись рівні інтервали між світильниками. Цей метод часто використовується у виробничих приміщеннях та адміністративно-громадських будівлях.

Локалізоване освітлення в кафе вважається більш економічним: зменшується потужність обладнання, знижуються енерговитрати, а також з'являється можливість заздалегідь визначити та вибрати напрямок світла. Розміщення світильників можна підбирати індивідуально для кожного випадку, враховуючи рівень візуальних завдань, які потрібно вирішити. При проєктуванні системи освітлення пріоритетним критерієм є мінімізація споживання електроенергії. Аналіз показників енерговитрат демонструє, що комбінована система освітлення має підвищену енергоефективність. Застосування такої системи дозволяє оптимізувати енергоспоживання та зменшити кількість використовуваних світильників.

У приміщеннях кафе реалізовано систему рівномірного загального освітлення, тоді як в окремих функціональних зонах застосовано комбіновану систему освітлення, що включає локальні джерела світла. У залах передбачено забезпечення підвищених показників освітленості робочих та обідніх

поверхонь, а також барної стійки та касових вузлів для оптимізації візуального комфорту та швидкості обслуговування.

В адміністративних приміщеннях об'єкта, призначених до виконання робіт першого розряду, слід організувати комбіноване висвітлення. Для цього рекомендується використовувати настільні світильники з переважним застосуванням світлодіодних джерел світла, які забезпечують оптимальні показники візуального комфорту та економічність експлуатації.

2.6 Світлотехнічний розрахунок

Світлотехнічний розрахунок являє собою сукупність дій, спрямованих на обґрунтований вибір світлотехнічного обладнання з урахуванням їх технічних та світлових характеристик, а також визначення їх оптимального розміщення в межах приміщення або території. У рамках розрахунку встановлюється необхідна кількість світильників, що забезпечує рівномірне та ефективне освітлення заданої площі відповідно до чинних норм та вимог щодо освітленості.

Крім цього, світлотехнічний розрахунок дозволяє оцінити якість майбутнього світлового середовища - рівень освітленості, рівномірність розподілу світла, відсутність сліпучого ефекту та енергетичну ефективність системи освітлення.

При проектуванні системи освітлення основним завданням розрахунку освітленості є визначення необхідної кількості світильників та його сумарної потужності задля досягнення заданого нормативами рівня освітленості. Цей спосіб розрахунку відомий як метод коефіцієнта використання [1].

При використанні даного методу світловий потік джерел світла у кожному світильнику Φ визначається за формулою (2.1).

$$\Phi = \frac{EkSz}{N\eta} \quad (2.1)$$

де E - гранично допустимий або заданий рівень освітленості, нормований і виражений у люксах (лк)

k - коефіцієнт запасу, що враховує зниження яскравості з часом; для світлодіодних джерел світла він дорівнює 1,3;

S – площа приміщення або поверхні, на яку спрямоване світло, m^2 ;

z - коефіцієнт, що відображає розподіл освітленості та її мінімальне значення в приміщенні;

для світлодіодних джерел світла становить 1,15;

N - число освітлювальних приладів, шт.

η – коефіцієнт використання світлового потоку (у безрозмірній формі);

Розрахунок коефіцієнта використання включає визначення геометричного індексу приміщення, а також оцінку відбивають характеристик його внутрішніх поверхонь. Зіставлення цих параметрів дозволяє коректно врахувати умови поширення світлового потоку.

Індекс приміщення визначається за допомогою формули (2.2):

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (2.2)$$

де A – відповідає довжині кімнати в метрах;

B – ширина кімнати, м;

h – висота приміщення, що використовується в розрахунках, м.

Тут приймаємо $h=2,4$ м.

Таким чином, виходячи з виразу (2.1), виводиться формула (2.3) для розрахунку кількості світильників N у приміщенні.

$$N = \frac{EkzS}{\eta\Phi n} \quad (2.3)$$

де n - кількість ламп, встановлених у світильник, одиниці (шт.);

Наступним кроком слід розрахувати кількість освітлювальних приладів для всіх приміщень кафе, застосовуючи метод коефіцієнта використання. Для адмін-кабінету розміром $6 \text{ м} \times 3 \text{ м}$:

$$i = \frac{3 \cdot 6}{2,4(3+6)} = 0,83$$

Обчислюємо коефіцієнт використання - $\eta=0,3$

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 18}{0,3 \cdot 2 \cdot 2800} = 5,31$$

Для інших приміщень кафе також застосовано метод коефіцієнта використання (Додаток А).

2.7 Розрахунок показника дискомфорту

У цьому підрозділі роботи проводиться розрахунок показника дискомфорту з метою кількісної оцінки рівня несприятливих впливів.

Ефективна та грамотно спроектована система освітлення створює комфортні умови візуального сприйняття всередині приміщення, забезпечуючи затишок та знижуючи зорову напругу. Світло, що викликає засліплення або дискомфорт, може призводити до прискореної втоми очей, зниження концентрації уваги та працездатності, а також негативно впливати на загальне самопочуття та здоров'я людини.

Оцінка засліплюючого впливу та комфортності системи освітлення здійснюється за допомогою показника дискомфорту (М), який є нормованим якісним параметром для кожного об'єкта [1-4].

Показник дискомфорту встановлюється лише для об'єктів громадсько-адміністративного та житлового призначення. Для виробничих приміщень його нормування не передбачено через особливості їх функціонального призначення та умови експлуатації.

Виконаємо розрахунок показника дискомфорту для кабінету завідувача кафе. Площа кабінету становить 26 м^2 , висота стелі – $2,5 \text{ м}$. Виконана підвісна стеля бежевого кольору ($\rho=0,8$). Освітлення забезпечується встановленими світильниками VIDEX. Оздоблення стін виконано світлими шпалерами ($\rho_c=0,5$), покриття для підлоги – світлий лінолеум з імітацією паркету ($\rho_{\text{п}}=0,3$).

Формула оцінки дискомфорту, викликаного світловими лініями:

$$M_{\text{л}} = \frac{L_0 \cdot b^{0,5}}{h^{0,5} \cdot L_{\text{ад}}^{0,5}} \cdot f(\gamma, \alpha, P) \quad (2.4)$$

де L_0 – середня яскравість світильника в осьовому напрямку ($\alpha=0$ і $\gamma=0$), кд/м^2 ;

b – ширина світлового променя (смуги), м ;

h – висота світлової смуги щодо лінії зору спостерігача, м ;

$L_{\text{ад}}$ – адаптаційна яскравість, кд/м^2 ;

$f(\gamma, \alpha, P)$ – величина, що визначається розміром та положенням світлової лінії в полі зору спостерігача.

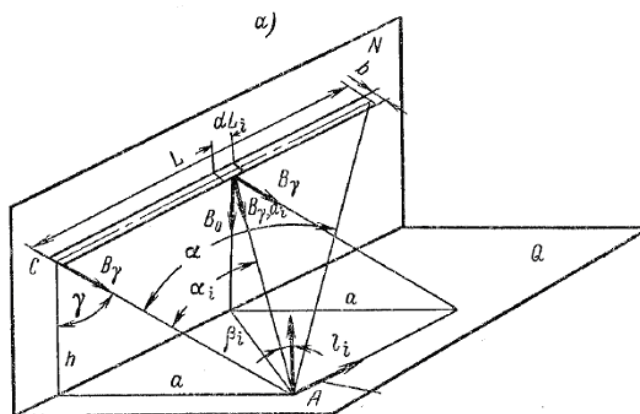


Рисунок 2.1 – Для визначення показника дискомфорту при паралельному напрямку світла щодо лінії зору

Для світлових смуг, чия інтенсивність модифікована розсіювачами, можна припустити, що $L_0=Y$, $L_0=\alpha$.

У таблиці 2.1 наведено підсумки проведених розрахунків.

Таблиця 2.1 – Розрахункові результати визначення дискомфорту

γ^0	γ , рад	I_γ	$\Phi_\gamma = I_\gamma \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot \gamma}{2}$	k_i	$\Phi_{\gamma 1} \cdot k_i$	$\Phi_{\gamma 2} \cdot k_i$	$\Phi_{\gamma 3} \cdot k_i$
0-10	0,174	370	220	0,75	160	148	155
10-20	0,176	360	198	0,75	141	144	141
20-30	0,176	325	174	0,75	132	140	129
30-40	0,176	240	151	0,75		96	96
40-50	0,177	200	111	0,71		66	72
50-60	0,177	60	33	0,68		20	
60-70	0,177	45	23	0,65		15	583

$$\Phi'_p = \sum \Phi_\gamma \cdot n_{рядів} \cdot \frac{\sum \Phi_{лампи}}{1000} = (433 + 629 + 593) \cdot 2 \cdot \frac{5200}{1000} = 17212 \text{ лм}$$

Величина світлового потоку, що падає на вертикальні поверхні, визначається як різницю загального світлового потоку освітлювального приладу та сумарного світлового потоку, що розподіляється на горизонтальні поверхні.

$$\Phi'_{стіни} = \Phi_{\Sigma ліній} - (\Phi'_p + \Phi'_{стеля}) \quad (2.5)$$

$$\Phi'_{стіни} = 121744 \text{ (лм)}$$

З урахуванням багаторазових відбиття можна визначити стійку величину світлового потоку, що падає на підлогу.

$$\Phi_p = A_3 \cdot \Phi'_{стеля} + B_3 \cdot \Phi'_{стіни} + C_3 \cdot \Phi'_p, \quad (2.6)$$

де A_3 , B_3 , C_3 – коефіцієнти ефективності прямого світлового потоку, потоків $\Phi_{\text{стеля}}'$, $\Phi_{\text{стіни}}'$, Φ_p' по відношенню до розрахункової поверхні [3].

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A+B)} = \frac{4 \cdot 6,5}{2,5(4+6,5)} = 0,99$$

$$A_3=0,45, \quad B_3=0,285, \quad C_3=1,12$$

$$\Phi_p=(0,285 \cdot 121744 + 1,12 \cdot 17212) = 53975 \text{ (Лм)}.$$

Далі визначаємо яскравість адаптації поля:

$$L_{ad} = \frac{\rho_p \cdot \Phi_p}{\pi \cdot S_p} = \frac{0,3 \cdot 53975}{3,14 \cdot 26} = 198,3 \text{ (Кд / м}^2\text{)}$$

Визначаємо:

$$f(\gamma, \alpha, \rho) = \frac{\cos \gamma \cdot (\sin \alpha)^{0,5}}{\rho} \cdot 10^3$$

$$\frac{h}{a} = \frac{2,5}{1,5} = 1,6; \quad \frac{L}{a} = \frac{6,5}{3} = 3,25.$$

$$f_{||}(\gamma, \alpha, \rho) = 45$$

Розраховуємо показник дискомфорту від однієї світлової смуги:

$$M = \frac{L_0 \cdot b^{0,5}}{h^{0,5} \cdot L_{ad}^{0,5}} \cdot f(\gamma, \alpha, \rho) \cdot 10^{-3} = \frac{2500 \cdot (0,594)^{0,5}}{2,5^{0,5} \cdot (198,3)^{0,5}} \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 5,86.$$

Розмір дискомфорту, створюваного трьох лініями у зору спостерігача, визначається так:

$$M_{\Sigma} = \left[\sum_i^n M_i^2 \right]^{0,5} = 10,14.$$

На підставі виконаних розрахунків встановлено, що проєктована система освітлення для кабінету завідувача кафе задовольняє нормативні

вимоги щодо рівня зорового дискомфорту, оскільки значення показника дискомфорту M знаходиться в межах допустимих значень.

Отже, розраховане значення показника дискомфорту свідчить про те, що візуальне середовище у кабінеті завідувача кафе є достатньо комфортним для тривалого перебування та виконання робочих завдань. Такий рівень дискомфорту не повинен викликати надмірного напруження органів зору, швидкої втомлюваності чи зниження концентрації уваги. Це особливо важливо для адміністративного приміщення, де значна частина роботи пов'язана з документацією, використанням комп'ютерної техніки та постійним зоровим навантаженням. Таким чином, прийняті світлотехнічні рішення забезпечують не лише відповідність нормативним вимогам, а й належні умови зорового комфорту та ефективної роботи персоналу.

2.8 Розміщення світлових приладів

Оптимальне розміщення освітлювальних приладів усередині приміщення є важливим етапом світлотехнічного проєктування, що забезпечує рівномірний розподіл світлового потоку, комфортне візуальне сприйняття світло-колірного середовища, а також відповідність нормативним вимогам освітлення.

Можна реалізовувати два підходи до розміщення світлових приладів: рівномірний та локалізований (нерівномірний). При використанні локалізованого способу установки конфігурація кожного конкретного світильника визначається індивідуально для кожного випадку з урахуванням особливостей зорових завдань у приміщенні [1-3].

Рівномірно розташовані світлові прилади створюють стабільний напрямок світла на всій поверхні, що освітлюється.

Прагнення рівномірного розподілу освітленості обумовлено як необхідністю забезпечення оптимальних умов виконання зорових завдань, а й впливом економічних аспектів, які набувають особливої значущості у світі.

При цьому збільшення відносної відстані між світильниками призводить до зниження рівня рівномірності освітлення.

У приміщеннях кафе застосовані світильники із світлодіодними джерелами світла; у зв'язку з цим доцільно розглянути принципи оптимального розміщення освітлювальних приладів у просторі інтер'єру.

Відповідно до встановлених вимог щодо рівня освітленості, світильники, оснащені зазначеними типами джерел світла, розташовуються рівномірними безперервними рядами для забезпечення однорідного світлового потоку на робочій поверхні.

Інноваційні підходи до освітлення інтер'єру, що включають світловий дизайн та різноманітні архітектурні рішення простору, спрямовані на формування комфортного, оригінального та виразного середовища з унікальною атмосферою. Для забезпечення рівномірного розсіяного освітлення застосовують приповерхневі світильники, що створюють однорідне світлове поле на робочих поверхнях.

В інтер'єрі лаунджафе світлодіодні світильники встановлюються рядами, паралельно до віконних прорізів, з проміжками між ними.

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір напруги та джерел живлення

Напруга живлення системи освітлення вибирається з урахуванням загальних вимог щодо електропостачання будівлі та правил електробезпеки для окремих ділянок.

У сучасних громадсько-адміністративних та житлових приміщеннях, як правило, застосовують електроживлення 380/220 В. Для живлення освітлювального обладнання загального внутрішнього та зовнішнього освітлення зазвичай застосовуються електричні мережі з напругою, що не перевищує 220 В, з можливістю застосування як постійного, так і змінного струму. В установках, що не належать до категорії підвищеної небезпеки, ця напруга допускається використовувати для стаціонарно встановлених світлових приладів незалежно від їхньої висоти монтажу [6].

ПУЕ передбачає, що у небезпечних та особливо небезпечних приміщеннях світильники зі світлодіодними лампами загального освітлення слід використовувати з обмеженням напруги до 127 та 220 В.

Для отримання низької напруги використовують понижуючі трансформатори. Щоб запобігти небезпечній перенапругі з високовольної сторони на низьковольтну або корпус приладу, вторинна обмотка і корпус трансформатора заземлюються або виконується їх занулення [9].

Освітлювальні мережі слід живити від спеціалізованих освітлювальних трансформаторів або трансформаторів, що одночасно забезпечують електроживлення силових навантажень.

Використання автономних трансформаторів у системах освітлення виправдане виключно за наявності значних силових навантажень, що викликають критичні коливання напруги, або коли стандартна напруга 380/220 – 220/127 не може бути використана з міркувань електробезпеки.

Всі світлові прилади лаунджафе розраховані на стандартну мережну напругу, тому їхнє живлення забезпечується від мережі змінного струму 380/220 В через трансформатор потужністю 400 кВА.

3.2 Вибір схеми живлення

При проєктуванні схеми живлення системи освітлення враховуються надійність обладнання, енергоспоживання, економічна доцільність, зручність експлуатації, безпека та можливість простого керування освітленням.

Як відомо, електричні мережі внутрішнього освітлення класифікуються на живильні та групові. Живильні лінії є ділянки електричної мережі, що забезпечують передачу електроенергії від джерела живлення до групових розподільних щитків.

Груповими лініями називають електричні лінії, що відходять від групових розподільних щитів і призначені для живлення освітлювальних приладів, штепсельних розеток, а також трансформаторів, що використовуються в освітлювальних установках. Мережі електропостачання систем освітлення та силового електроустаткування слід проєктувати та виконувати за роздільними лініями живлення [6].

Електроживлення світлових приладів має забезпечувати надійність мереж, зручність експлуатації та управління, а також високу енергоефективність та економічність системи. Тип живлення визначається категорією надійності, необхідної для споживача або групи споживачів, яка поділяється на три категорії:

До першої категорії належать споживачі, у яких аварії чи простой здатні загрожувати життю людей, призводити до серйозних матеріальних втрат, виведення з ладу дорогого обладнання та порушення функціонування складних технологічних процесів чи комунальних служб [7]. До цієї групи, як правило, належать насосні пожежні установки, системи аварійного

освітлення та сигналізації, а також об'єкти, які повинні знаходитися в постійній готовності для захисту людей при загрозі пожежі, вибуху або небезпечної ситуації. Система повинна використовувати два незалежні джерела живлення, при цьому відновлення електрики після відключення одного джерела відбувається лише за час автоматичного переходу на інший.

Електроприймачі, не включені до першої чи другої категорії за критичністю, відносяться до третьої категорії. Ця категорія охоплює виробничі об'єкти та міські установи, для яких тимчасове переривання електропостачання не створює суттєвого ризику для безпеки чи функціонування. Типові представники третьої категорії включають малі населені пункти, ділянки міського приватного сектору, гаражні кооперативи.

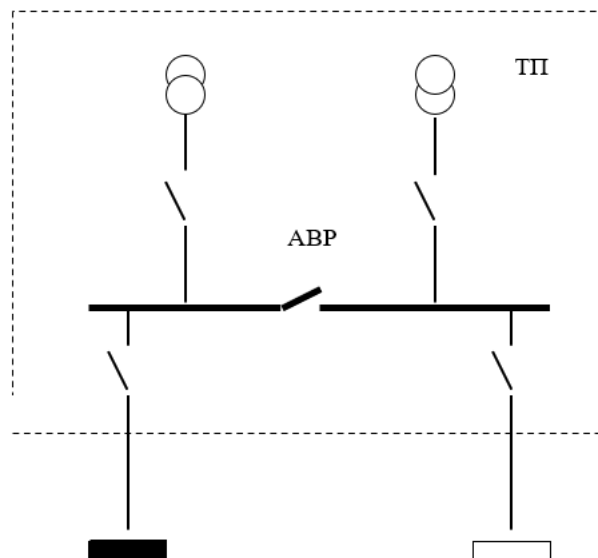


Рисунок 3.1 – Схема електроживлення системи освітлення від підстанції із двома трансформаторами

Лаунжкафе віднесено до об'єктів другої категорії надійності. Для забезпечення його електроенергією доцільно застосовувати схему живлення з однією двотрансформаторною підстанцією, схема якої наведена на рисунку

3.1, що забезпечує необхідний рівень надійності та стійкості електропостачання.

3.3 Вибір марки проводу та способу прокладання

При підборі електропроводки важливо враховувати безліч факторів: забезпечення безпеки та надійності, відповідність характеристик кабелю умовам навколишнього середовища, призначення та типу приміщень, а також гармонійне поєднання з конструкцією та дизайном приміщення.

Електричні мережі всередині приміщень класифікуються за способом монтажу на відкриті та приховані. У більшості випадків у будинках громадського та адміністративного призначення перевага надається прихованій прокладці електропроводки.

При проєктуванні та монтажі електричних мереж важливо суворо дотримуватись норм безпеки – як електричної, так і пожежної. Підбір кабелів, проводів та методів їх прокладання повинен виконуватися з урахуванням вимог ПУЕ та ДБН, щоб забезпечити надійність системи та захист від можливих аварій.

У освітлювальних системах зазвичай використовують різні типи шинопроводів залежно від рівня мережі. Для живильних магістралей застосовуються мідні шинопроводи типу ШРА-73 з номінальними струмами 250, 400 і 630 А. У груповому електропостачанні знаходять застосування мідні шинопроводи типу ШОС-67 зі струмом 25 А та ШОС-33 [9].

Раціонально розроблені електричні системи забезпечують стабільне та ефективне функціонування освітлювальних установок, оптимізуючи експлуатаційні витрати та значно знижуючи споживання електроенергії.

Для монтажу прихованої електропроводки в групових освітлювальних лініях будівель громадсько-адміністративного призначення рекомендується використовувати плоскі кабелі, такі як ППВС, ПН, ПППС та аналогічні.

У приміщеннях лаунж-кафе основна лінія живлення проходить по кабелю ВВГ в сталевих трубах, тоді як розподільні лінії приховані під штукатуркою і виконані проводом марки ПВ.

3.4 Вибір групових щитків

Електроенергія в освітлювальних мережах розподіляється та приймається через щитки освітлення, які також забезпечують захист групових ланцюгів від перевантажень та коротких замикань, а керування світильниками може виконуватися вручну або автоматично з використанням реле часу.

Електричні розподільні щити є ключовими елементами інфраструктури електропостачання, що забезпечують прийом, розподіл та керування електроенергією в мережах з номінальною напругою 220–380 В та частотою 50 Гц.

Електричний щит призначений для роз'єднання електричних кіл в аварійних ситуаціях, а також захисту внутрішніх мереж від непередбачених впливів. Управління освітлювальними приладами здійснюється через вбудовані автоматичні вимикачі, які забезпечують безпечну експлуатацію [9].

Габарити освітлювальних щитків змінюються залежно від типу об'єкта. Для невеликих будівель перевагу віддають компактним моделям, а великих промислових комплексів потрібно устаткування збільшених розмірів.

Щитки слід розміщувати так, щоб забезпечувати більш економічну та зручну побудову мережі. Оптимально встановлювати їх поблизу основних електричних навантажень скорочення довжини групових ліній. Щити освітлення рекомендується розташовувати в зручних для обслуговування місцях із забезпеченням легкого підходу.

Установка щитків має ряд обмежень: їх не можна розміщувати в приміщеннях з високою вологістю, таких як кухні або мийні зони, а також на стінах поруч із газовими трубами, плитами та водонагрівачами. Крім того, щитки не слід монтувати надто високо – вище за рівень, доступний дорослій

людині. Це необхідно, щоб забезпечити можливість бачити маркування щита та зручно керувати автоматичними вимикачами [9].

Оптимальні зони розміщення включають проходи та загальні холи, а при можливості ділянки з найбільшим природним освітленням та ефективною вентиляцією. Це важливо для того, щоб у разі аварійної ситуації та появи диму він міг безпечно та швидко розсіюватися.

Дверцята розподільних щитів повинні легко розкриватися без перешкод, забезпечуючи вільний доступ до обладнання під час встановлення та обслуговування. Кут відкриття повинен становити не менше 95°, при цьому кожна дверцята повинна бути оснащена вбудованим запірним механізмом.

У приміщенні кафе для організації робочого та аварійного освітлення застосовано груповий розподільний щит виробництва компанії ELEKTRO-PLAST, модель АBB, оснащені шестимодульними корпусами та ввідними автоматичними пристроями з електромагнітними роз'єднувачами.

3.5 Електротехнічний розрахунок

Розрахунок електричних мереж зводиться до завдання раціонального розподілу допустимого падіння напруги між окремими ділянками мережі з метою визначення мінімально необхідного перерізу провідників кожної ділянки [7].

$$S = \frac{\sum M + \sum \alpha m}{C \Delta U}, \quad (3.1)$$

де S - площа поперечного перерізу провідника (кабелю), виражена у мм²;

$\sum M$ - позначає суму моментів поточного та наступних ділянок, що мають однакову кількість провідників, кВт·м;

$\sum m$ - сумарний момент відгалужень, що мають число провідників, відмінне від розрахункової ділянки, виражений у кВт·м;

α - коефіцієнт, що коригує моменти в залежності від кількості проводів на ділянці, що розглядається, і відгалуженнях;

ΔU - відносне зниження допустимої напруги вздовж лінії до найвіддаленішої точки приєднання, %;

C - це коефіцієнт, який залежить від властивостей мережі та основного матеріалу.

Визначимо моменти навантажень кожної групи ліній. Для цього необхідно виконати добуток довжини дротяної ділянки на потужність P , закріплену на даній ділянці.

$$M = \sum L_i \cdot P_i \quad (3.2)$$

Щит робочого освітлення ОЩ – 10:

1-а групова лінія.

$$m = 54,3 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

2-а групова лінія.

$$m = 33,5 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

3-я групова лінія

$$m = 9,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

4-а групова лінія

$$m = 21,3 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Потім здійснюється визначення моментів груп ліній всіх щитків; отримані дані наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Моменти групових ліній щитів робочого та аварійного освітлення

№ щитка	№ групи	Встановлена потужність, кВт	Приведений момент, кВт·м
ОЩ – 9	1	2,7	54,3
	2	1,66	33,5
	3	0,82	9,7
	4	1,41	21,3
ОЩ – 10	1	2,3	45,25
	2	1,46	30,9
	3	1,48	23,2
	4	0,7	12,9
ОЩ – 11	1	3,17	47,5
	2	2,55	45,2
	3	1,79	46,3
	4	0,73	12,7
ОЩ – 12	1	1,91	42,4
	2	1,54	28,02
	3	0,97	11,5
	4	1,25	21,6
ОЩ – 13	1	2,22	36,1
	2	1,51	31,3
	3	1,4	25,5
	4	0,97	11,5
ОЩ – 14	1	1,95	34,5
	2	1,41	28,2
	3	1,34	24,9
	4	0,71	9,8
ОЩА – 3	1	0,5	9,1
	2	0,69	16,9

Потім виконується розрахунок потужності силового навантаження, після чого визначаються наведені моменти мережі живлення. При цьому потрібно враховувати, що силове навантаження зазвичай становить приблизно 80% потужності освітлювального навантаження.

На підставі того, що $P_{\text{осв}} = 97,5 \text{ кВт}$, обчислюємо силове навантаження через пропорцію.

$$P_{\text{сил}} = 97,5 \cdot 80/20 = 390 \text{ кВт}$$

Отже, загальна потужність трансформатора дорівнює:

$$P_{\text{тр}} = 390 + 97,5 = 487,5 \text{ кВт}$$

Визначення наведених моментів для кожної ділянки мережі живлення:

$$M_{\text{БВ}} = P_{\text{БВ}} \cdot L_{\text{БВ}} = 31,5 \cdot 3 = 94,5 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{ВГ}} = P_{\text{ВГ}} \cdot L_{\text{ВГ}} = 21,3 \cdot 3 = 63,9 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{БД}} = P_{\text{БД}} \cdot L_{\text{БД}} = 9,7 \cdot 3 = 29,1 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{ДЖ}} = P_{\text{ДЖ}} \cdot L_{\text{ДЖ}} = 6,3 \cdot 10 = 63 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{БЗ}} = P_{\text{БЗ}} \cdot L_{\text{БЗ}} = 4,5 \cdot 13 = 58,5 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{ЗИ}} = P_{\text{ЗИ}} \cdot L_{\text{ЗИ}} = 3,5 \cdot 40 = 140 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{БК}} = P_{\text{БК}} \cdot L_{\text{БК}} = 1,9 \cdot 12 = 22,8 \text{ кВт}\cdot\text{м}$$

Для кожної ділянки освітлювальної мережі обчислюються площа перерізу провідників та дійсні втрати напруги:

Ділянка АБ:

$$S_{\text{БВ}} = \frac{81,5 + 1,8 \cdot 227,8}{72 \cdot 5} = 1,366 \text{ мм}^2$$

З довідкових даних вибираємо найближче стандартне значення перерізу кабелю у більшу сторону $S_{\text{ст АБ}} = 1,5 \text{ мм}^2$.

$$U = \frac{M}{C \cdot S_{\text{ст}}} \quad (3.3)$$

$$U_{\text{АБ}} = 0,77\%$$

Далі розраховуємо допустимі втрати напруги на цій ділянці освітлювальної мережі, починаючи від точки Б:

$$U_{B \rightarrow} = 2,9 - 0,77 = 2,13 \%$$

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{3 \cdot U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (3.4) \text{ - це вираз для живильної й розподільчої мереж;}$$

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (3.5) \text{ - цей вираз застосовується до групової мережі.}$$

Всю інформацію, отриману під час розрахунків, зводимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахункові дані площі перерізу кабелів та проводів

Ділянка	S _{розр} , мм ²	S _{ст} , мм ²	U _{діл} , %	U _→ , %	I _{розр} , А	I _{д.д.} , А	Тип кабеля, провода
1	2	3	4	5	6	7	8
БВ	5,57	6	0,021	0,35	9,02	68	ВВГ4 (1×6)
ВГ	5,21	6	0,035	0,4	8,1	69	ВВГ4 (1×6)
БД	4,82	6	0,031	0,39	8,57	69	ВВГ4 (1×6)
ДЖ	3,5	4	0,18	0,94	6,3	30	ВВГ4 (1×4)
БЗ	3,9	4	0,23	0,74	4,1	30	ВВГ4 (1×4)
ЗІ	3,36	4	0,32	0,41	5,55	30	ВВГ4 (1×4)
БК	1,23	2,5	0,04	0,41	3,43	25	ВВГ4 (1×2,5)
ОЩ – 10:	1,82	2,5	-	-	2,02	24	ВВП 3(1×2,5)
	2,17	2,44	-	-	1,93	24	ВВП 3(1×2,5)
	1,25	1,4	-	-	1,47	19	ВВП 3(1×1,5)
	0,9	1,5	-	-	1,3	19	ВВП 3(1×1,5)
ОЩ – 11:	0,96	1,56	-	-	0,99	19	ВВП 3(1×1,5)
	2,15	2,66	-	-	2,5	25	ВВП 3(1×2,5)
	1,34	1,52	-	-	1,5	20	ВВП 3(1×1,5)
	1,14	1,6	-	-	1,21	20	ВВП 3(1×1,5)

Продовення таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6	7	8
ОЩ – 12:	1,9	2,5	-	-	2,41	22	ВВП 3(1×2,5)
	1,41	1,5	-	-	1,9	20	ВВП 3(1×1,5)
	1,6	2,6	-	-	2,71	25	ВВП 3(1×2,5)
	1,7	2,5	-	-	2,95	25	ВВП 3(1×2,5)
ОЩ – 13:	0,92	16	-	-	1,30	22	ВВП 3(1×1,5)
	1,2	1,65	-	-	1,4	21	ВВП 3(1×1,5)
	1,1	1,65	-	-	2,2	21	ВВП 3(1×1,5)
	0,84	1,5	-	-	1,71	20	ВВП 3(1×1,5)
ОЩ – 14:	1,1	1,5	-	-	1,5	20	ВВП 3(1×1,5)
	1,82	2,55	-	-	1,24	25	ВВП 3(1×2,5)
	1,7	2,5	-	-	2,41	24	ВВП 3(1×2,5)
	0,94	1,6	-	-	2,7	20	ВВП 3(1×1,5)
ОЩ – 15:	1,6	1,5	-	-	2,13	20	ВВП 3(1×1,5)
	1,31	1,52	-	-	2,18	20	ВВП 3(1×1,5)
	0,92	1,5	-	-	1,45	20	ВВП 3(1×1,5)
	1,25	1,5	-	-	1,99	20	ВВП 3(1×1,5)
ОЩА– 2:	0,33	1,5	-	-	1,2	20	ВВП 3(1×1,5)
	0,29	1,5	-	-	0,97	20	ВВП 3(1×1,5)

3.6 Захист електричних мереж та вибір апаратів захисту

Захисні апарати призначені для забезпечення надійної роботи електричних мереж та обладнання, запобігання впливу аварійних факторів та перевантажень, здатних порушити нормальне функціонування електричного обладнання. Важливо, щоб засоби захисту підбиралися та монтувалися коректно, які експлуатація суворо відповідала інструкції. В іншому випадку самі захисні пристрої можуть спровокувати поломку обладнання, аварійну ситуацію, загоряння чи руйнівну пригоду.

У освітлювальних системах зазвичай встановлюють автоматичні вимикачі. На відміну від запобіжників, вони виконують не тільки захисну функцію, але й дозволяють за необхідності відключати електричний ланцюг. На тих відрізках електричної мережі, де до навантаження помітно скорочується переріз провідників, обов'язково слід передбачати встановлення захисного автомата.

У ряді ситуацій застосування автоматичних вимикачів може бути необов'язковим – зокрема, якщо захисний пристрій, що стоїть вище, вже забезпечує захист провідників з меншим перетином. При цьому захисні апарати підлягають обов'язковому встановленню на всіх основних ділянках електричної мережі [10].

До захисних пристроїв пред'являються такі вимоги: - при штатному навантаженні мережі або обладнання їх температурний режим не повинен перевищувати допустимих значень; крім того, вони не повинні викликати відключення живлення при короткочасних навантаженнях, таких як пускові струми та аналогічні режими. Кожен автомат захисту повинен містити інформацію про номінальний струм плавкої вставки та номінальний струм самого автомата.

Для електропостачання кафе на групових лініях використані автоматичні вимикачі типу АЕ 2044, а як вступні - АЕ 2046 і АЕ 2056, що забезпечують захист ліній від перевантажень і коротких замикань.

Вибір захисних апаратів повинен проводитися з урахуванням того, щоб їх номінальний струм був максимально близьким або дорівнює розрахунковому струму мережі. При цьому необхідно дотримуватись наступного співвідношення:

$$I_b \geq I_p, I_a \geq I_p, A \quad (3.4)$$

Ключовим чинником надійної роботи електромережі є селективність автоматичних вимикачів. Ця функція запобігає аварійним ситуаціям і підвищує захист усієї системи. Основна мета селективності – забезпечити стабільну та безпечну роботу електроустановок.

Величина струму для трифазної мережі з нейтраллю визначається за такою формулою:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi} \quad (3.5)$$

для кожної фази двофазної та трифазної мережі з нейтральним проводом:

$$I = \frac{P}{U_{\text{ф}} \cdot \cos \varphi} \quad (3.6)$$

де $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження, що приймається 0,9;

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

P – активна потужність, кВт.

Визначення номінального струму та його перевірка для ділянки АБ. Відома загальна потужність даної ділянки, що становить $P = 33,8$ кВт, тоді:

$$I_{\text{АБ}} = \frac{33,8}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,9} = 55,23$$

Струм апарату захисту, згідно з довідковими даними, дорівнює $I_{\text{а.в.}} = 125$ А. Допустимий струм для кабелю ВВГ у сталевій трубі становить $I_{\text{ДД}} = 150$ А.

Необхідно здійснити розрахунок струмів для всіх сегментів електричної мережі; результати даного аналізу наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок струмів апарату захисту

Ділянка	P, кВт	Розраховане значення струму I, А	I _{ав.} , А	Тип автоматичного вимикача	Марка кабелю, проводу	I _{дд.} , А
АБ	33,1	55,23	125	S 262-C 63	АВВГ-4(1×10)	150
БВ	1,75	3,33	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×4)	22
БГ	2,75	4,91	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×4)	22
БД	2,2	3,73	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×4)	24
Б`Е	0,35	0,6	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×2,5)	18
Б`Ж	0,85	1,8	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×2,5)	18
Б`З	0,55	0,94	6	S 192-C 6	АВВГ-4(1×2,5)	17
ЩО – 1:						
1	0,82	3,33	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	26
3	0,61	2,6	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	26
5	0,61	2,7	6	F271-B 6/0,03	ПВ-2(1×2,5)	26
ЩО – 2:						
1	1,4	5,5	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	26
3	0,82	3,4	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	26
5	0,34	1,33	6	F271-B 6/0,03	ПВ-2(1×1,5)	20
ЩО – 3:						
1	0,93	4,11	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	25
3	0,75	3,21	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×2,5)	25
5	0,45	1,75	6	F271-B 6/0,03	ПВ-2(1×1,5)	20
ЩОА-1:						
1	0,9	3,73	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×1,5)	20
ЩОА-1:						
1	0,9	3,8	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×1,5)	21
ЩОА-1:						
1	0,97	3,9	6	S 192-B 6	ПВ-2(1×1,5)	21

3.7 Керування освітленням

Системи управління освітленням є структурою інтелектуальних компонентів, об'єднаних в єдину систему, здатну гарантувати ефективне управління освітленням у різних приміщеннях та просторах. На сьогоднішній день розроблені та впроваджуються різноманітні рішення в галузі управління освітленням, які підбираються та налаштовуються відповідно до індивідуальних потреб, уподобань та вимог замовника.

Ефективність освітлювальної системи насамперед визначається здатністю підтримувати заданий рівень освітленості, оптимальний

спектральний склад джерел світла, і навіть контролювати пульсацію і частоту мерехтіння.

Сьогодні у сфері освітлювальних технологій виділяються два ключові напрями розвитку. Перше пов'язане з розробкою та впровадженням як самих джерел світла, так і різноманітних світлових приладів, включаючи інноваційні світлодіодні та інтелектуальні рішення. Другий напрямок охоплює вдосконалення та оптимізацію систем керування освітленням, що дозволяє підвищити енергоефективність, гнучкість та функціональність систем освітлення [6].

Технології управління освітленням широко застосовуються в готелях, ресторанах, кафе, торгово-розважальних комплексах, адміністративних приміщеннях та багатоповерхових житлових будинках, сприяючи оптимізації енергетичних витрат та підвищенню комфорту користувачів.

Системи управління освітленням класифікуються на чотири типи, що розрізняються за функціональністю, ступенем складності та принципами дії: місцеві, централізовані, дистанційні та автоматичні [9].

Місьцеве управління освітленням є базовою та найпоширенішою формою контролю. Воно доцільне у приміщеннях з невеликими габаритами та обмеженою площею, оскільки забезпечує простоту експлуатації та безпосередній доступ до джерел світла. Регулювання, як правило, здійснюється за допомогою традиційних перемикачів та вимикачів, що обмежує можливості гнучкого налаштування та автоматизації освітлення. Вимикач знаходиться біля входу або всередині кімнати на висоті близько 1,5 м і дозволяє вмикати та вимикати освітлення, надаючи базовий функціонал.

Для великих приміщень переважно застосовувати централізоване керування. Такі системи часто називають інтелектуальними, оскільки вони ґрунтуються на мікропроцесорній технології, що дозволяє гнучко керувати безліччю світлових приладів. У централізованих системах управління освітленням здійснюється за допомогою сигналів, що формуються для освітлювальних приладів на основі даних місцевих датчиків. У таких системах

живлення ланцюгів керування підводиться від тієї ж лінії, що й живлення освітлення.

Дистанційне керування є додатковим способом регулювання роботи освітлення, при якому включення та відключення світла здійснюється за допомогою магнітних пускачів або контакторів, забезпечуючи зручність управління на відстані та можливість інтеграції з автоматизованими системами.

Автоматизоване керування освітленням здійснюється без безпосереднього втручання людини та визначається змінами рівня освітленості. Таке регулювання враховує умови природного освітлення всередині будівлі або задається на основі попередньо встановленого добового графіка. Подібні системи застосовуються у багатоповерхових будинках та сприяють підвищенню комфорту перебування.

Впровадження подібної системи керування дозволяє підвищувати ефективність експлуатації освітлювальних установок за рахунок автоматичного відключення освітлення у приміщеннях без присутності людей, регулювання рівнів світлового потоку та інтеграції енергоефективних світлодіодних ламп.

Враховуючи відносно невеликі розміри приміщень кафе, відсутність складного технологічного процесу та специфічних вимог до зорової роботи, як метод управління освітленням обрано локальне управління з використанням одно- і двополюсних вимикачів. Вимикачі розміщені біля входу до приміщення з дверної сторони на висоті 1,5 м, що забезпечує зручний доступ для користувачів. Освітлення в коридорах та переходах регулюється безпосередньо через групові розподільні щитки.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Завдання в галузі охорони праці

Система охорони праці ґрунтується на фундаментальних правах працівників, визначених Конституцією та законами України. Проте цілком безпечних умов праці досягти неможливо через неминучу присутність виробничих ризиків.

Право на забезпечення безпечних та здорових умов праці є невід'ємним правом кожної людини, закріпленим у Конституції та розвиненим у системі нормативно-правових актів. Його реалізація здійснюється за допомогою комплексу правових, організаційно-технічних та санітарно-гігієнічних заходів, що включають встановлення обов'язкових вимог безпеки, функціонування державних та відомчих органів контролю, а також діяльність фахівців у сфері охорони праці.

Основними законодавчими актами з охорони праці в Україні є Конституція України, Закони України «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про обов'язкове державне соціальне страхування від законів про працю України [12-14].

Усі підприємства, установи та організації, незалежно від форми власності та характеру діяльності, що виконується, зобов'язані керуватися положеннями Закону України «Про охорону праці» при організації своєї виробничої та господарської діяльності.

Створення стабільного, захищеного та сприятливого робочого середовища знижує втому співробітників та підвищує їх продуктивність. Це ключовий фактор ефективного функціонування підприємств та організацій, який сприяє покращенню умов праці та, зрештою, стимулює зростання економіки та виробничих показників.

В економічно розвинених промислових регіонах, у тому числі в країнах Євросоюзу, безпека праці підтримується на високому рівні завдяки системному контролю та ефективному усуненню стандартних виробничих небезпек.

Подібні заходи безпеки значною мірою зумовлені суворими законодавчими вимогами в галузі охорони праці, а також системою контролю за їх виконанням та високою відповідальністю роботодавців за дотримання стандартів безпеки.

Даний розділ бакалаврської роботи присвячений вивченню гігієнічних та санітарних характеристик зовнішньої виробничої атмосфери, технічної підготовленості персоналу під час встановлення та експлуатації системи освітлення, а також організації заходів протипожежного захисту.

4.2 Аналіз умов праці. Виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Система освітлення є критично важливим фактором для забезпечення оптимальних умов візуального сприйняття та безпеки як у приміщеннях, так і на відкритих просторах. При монтажі та експлуатації світлових приладів необхідно суворо дотримуватись стандартів та нормативів електробезпеки.

Надійність та стійкість функціонування світлотехнічного обладнання залежать від безлічі умов та вимог, які можна розділити на чотири основні категорії: проектно-конструкторські, монтажно-установчі, виробничо-технологічні та експлуатаційно-обслуговуючі.

Працездатність та фізичний стан працівників значною мірою формуються умовами виробництва, в яких вони виконують свої трудові функції. Працюючи у несприятливих виробничих умовах співробітник виконує як свої трудові обов'язки, а й відчуває додаткові навантаження на організм, оскільки йому доводиться здійснювати фізіологічні дії адаптації до різних умов.

Істотне підвищення рівня трудової безпеки досягається через автоматизацію та механізацію виробничих процесів, а також через дистанційне управління операціями в умовах впливу небезпечних та шкідливих факторів [17].

Будівлю кафе слід віднести до приміщень із звичайним рівнем електричної безпеки, які не підпадають під категорії підвищеної небезпеки ураження електричним струмом, оскільки в ньому відсутні фактори підвищеної вологості, високих температур та струмопровідні металеві частинки.

По завершенні аналізу виробничого процесу необхідно виявити фактори небезпеки та шкідливого впливу, які можуть виявлятися в ході технологічних операцій та негативно впливати на умови праці та здоров'я працівників.

На працівників, які виконують електромонтажні роботи, впливають різні фізичні та психофізіологічні фактори: робота на значній висоті, вплив електричного струму на тіло, слабе освітлення робочого місця у сутінках, підвищений рівень шуму та вібрацій, фізичне навантаження, а також нервово-психічна напруга. Все це може знижувати ефективність роботи, викликати стомлюваність та підвищувати ризик травматизму.

4.3 Розробка та реалізація заходів щодо підтримки безпечних умов праці

Системи освітлення необхідно експлуатувати у стані, що відповідає їх світлотехнічним та електротехнічним параметрам, що забезпечують нормативні вимоги освітленості, рівномірності світлорозподілу, відсутності сліпучої дії та зорового дискомфорту; режими їхньої роботи повинні відповідати вимогам чинних стандартів. Кожна електроустановка повинна бути оснащена комплексом захисних засобів і рішень, спрямованих на запобігання відмовам, аварійним режимам, ураження електричним струмом, травматизму та інших небезпечних наслідків для персоналу.

Забезпечення електробезпеки є ключовим аспектом охорони праці та захисту матеріальних цінностей. Вимоги до електробезпеки в організації підлягають суворому дотриманню без винятків [18].

Розглянемо обґрунтовані підходи до профілактики нещасних випадків:

1. Призначення відповідальних за координацію та виконання монтажних робіт.
2. Регламентоване оформлення дозволів для персоналу у процесі підготовки до виконання монтажних робіт.
3. Класифікація та визначення обсягу робіт на електроустановці з урахуванням її технічних параметрів та вимог безпеки.
4. Організація допуску працівників до виконання трудових завдань.
5. Система моніторингу та управління персоналом.
6. Дотримання правил перерв, переміщень робочими місцями та часу завершення роботи.

Дотримання заходів щодо охорони праці персоналу безпосередньо пов'язане із застосуванням монтажниками спецвзуття, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту.

Для зберігання засобів індивідуального захисту слід використовувати закриті приміщення. Засоби з гуми та синтетики, що знаходяться в експлуатації, рекомендується тримати в спеціальних шафах, на стелажах, контейнерах, кошиках, чохлах або футлярах.

Перед кожним застосуванням електрозахисних засобів необхідно проводити їхню перевірку. У ході огляду потрібно переконатися у їх справності, відсутності тріщин, механічних пошкоджень та спотворень ізоляційних матеріалів, а також перевірити актуальність термінів наступної перевірки [13].

4.4 Розробка технічних заходів з охорони праці

Безпечні умови праці комплектуються рахунок системного підходу, який об'єднує організаційні рішення та технічні засоби захисту. Це зумовлено тим, що на робочому місці людина піддається не тільки ризику електротравм, а й впливу багатьох інших небезпечних та шкідливих факторів.

Усі пристрої, що використовуються в системі розподілу електроенергії, повинні бути технічно справними та відповідати встановленим вимогам надійної та безпечної експлуатації.

У процесі організації робочого місця під час зняття напруги слід поетапно здійснити необхідні заходи: виконати відключення та забезпечити заходи, що запобігають випадковому або ненавмисному включенню електроустановки; встановлені заборонні знаки; перевірено відсутність напруги на струмопровідних частинах, що підлягають заземленню для захисту від ураження електричним струмом; виконано заземлення (включаючи встановлення переносних заземлень); встановлені огорожі, а при необхідності позначені та огорожені ділянки, що залишаються під напругою, з розміщенням на них знаків безпеки [13].

На рисунку 4.1 представлено приклад заборонного плакату.



Рисунок 4.1 – Інформаційно-попереджувальний плакат про проведення робіт

З урахуванням конкретних місцевих умов струмопровідні частини можуть бути огорожені як до заземлення, і після нього. Під час оперативного обслуговування електроустановок, яке виконується двома або більше

працівниками протягом зміни, всі заходи, передбачені цим пунктом, повинні здійснюватися двома особами [14].

4.5 Забезпечення електробезпеки

Електробезпека є однією з форм захисту людини від несприятливих факторів, здатних вплинути на її життєдіяльність. Вона забезпечується комплексом організаційних та технічних заходів, а також спеціальних засобів, спрямованих на запобігання шкідливому та небезпечному впливу електричного струму, дугових розрядів, електромагнітних полів та статичної електрики на людей [12].

Електробезпека повинна забезпечувати такий рівень захисту людини від шкідливих впливів електричного струму, при якому зберігається нормальне функціонування організму, не перевищуються допустимі межі його фізіологічної стійкості та не знижується загальна витривалість та працездатність.

Шкідливий та потенційно небезпечний вплив електричного струму може проявлятися у формі електротравматизму, електричних опікових уражень та професійних патологій.

Електробезпека під час встановлення освітлювальних систем означає забезпечення умов, за яких персонал не наражається на ризик ураження електричним струмом та загрозу життю та здоров'ю [13].

Заходи електробезпеки на робочому місці повинні неухильно дотримуватися у всіх організаціях та установах, де застосовується електроустаткування. Співробітники обов'язково зобов'язані щорічно проходити перевірку знань (іспит) та медичний огляд.

Навчання правилам техніки безпеки повинні здійснювати компетентні фахівці – медичний персонал або інженери з охорони праці, які пройшли спеціальну підготовку та уповноважені проводити інструктаж. Організація процесу навчання входить до обов'язків керівника підприємства.

Установка електрообладнання є комплексом інженерно-технічних робіт, що виконуються на підставі проєктних рішень і спрямованих на приєднання обладнання до електричних мереж або на поліпшення діючих систем електропостачання. Під час виконання робіт може передбачатися прокладання додаткових кабельних ліній, а також встановлення розподільчих та контрольно-вимірювальних пристроїв. У разі модернізації зазначені роботи слід класифікувати як виконувані в діючих електроустановках. При цьому до зон підвищеної небезпеки необхідно відносити всі види робіт, що здійснюються в безпосередній близькості від струмопровідних частин електроустановки, що знаходиться в експлуатації.

Для здійснення робіт цього типу потрібно оформлення наряду-допуску. У разі їх проведення необхідне суворе дотримання встановлених організаційних та технічних вимог щодо забезпечення електробезпеки.

У зонах виконання монтажних робіт мають бути передбачені: медична аптечка, укомплектована необхідними засобами та виробами для надання першої допомоги; а також наочні інформаційні матеріали (плакати), що містять інструкції з надання першої медичної допомоги, проведення штучної вентиляції легень і непрямого масажу серця, що розміщені в місцях з хорошою видимістю.

Відсутність напруги перевіряють за допомогою покажчика напруги. Перед використанням необхідно переконатися, що він працює справно: це роблять або із застосуванням спеціальних перевірочних приладів, або короткочасним піднесенням до частин, що знаходяться поруч, які свідомо знаходяться під напругою [11].

Головним фундаментом виконання робіт на високому рівні якості та з дотриманням усіх вимог електробезпеки є професійна підготовка, досвід та висока кваліфікація кожного працівника, а також строга дисципліна всього персоналу без винятку. Важливу роль відіграє неухильне дотримання встановлених правил і норм техніки безпеки при здійсненні електромонтажних робіт, оскільки саме це є ключовою умовою запобігання

аварійним ситуаціям та забезпечує надійний захист життя та здоров'я працівників.

Після завершення всіх монтажних та перевірочних заходів електроустановка проходить обов'язкову процедуру контролю та перевірки на відповідність чинним нормативним вимогам.

4.5.1 Захисне заземлення

Формування небезпечного електричного потенціалу на конструктивних елементах електроустановок, не призначених для струму в штатному режимі, обумовлено деградацією або пошкодженням ізоляції і виникненням замикання на корпус. Одним із основних способів захисту у таких випадках є захисне заземлення, що знижує ризик ураження електричним струмом.

Заземлювач – це система взаємозалежних провідних елементів, що у контакті з ґрунтом. Заземлювальні пристрої можуть встановлюватися в ґрунті як у вертикальній, так і горизонтальній орієнтації. Їх електричне та механічне з'єднання здійснюється, як правило, методом зварювання. Залежно від конструктивного виконання та схеми розміщення розрізняють заземлювачі виносного та контурного типів [13].

Застосування захисного заземлення спрямоване зниження до малого значення напруги щодо землі на металевих нетоковедущих частинах устаткування, які внаслідок пошкодження ізоляції виявляються під напругою. В електроустановках застосовується захисне заземлення, якщо вони живляться від мережі з ізольованою від землі нейтраллю при напрузі до 1000, а також у всіх установках з напругою вище 1000 В, незалежно від режиму нейтралі живильної мережі.

Як заземлювальні пристрої електроустановок зазвичай використовують природні заземлюючі елементи: металеві та залізобетонні конструкції об'єктів, міцно з'єднані з землею споруди, а також підземні

трубопроводи (крім газових та призначених для горючих рідин) та інші інженерні комунікації.

На рисунку 4.2 представлено принцип дії захисного заземлення.

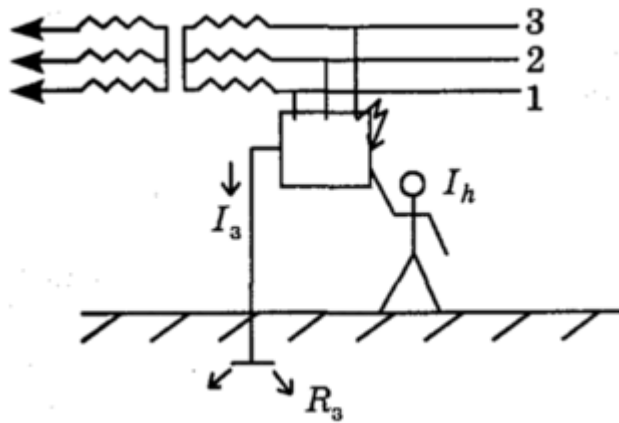


Рисунок 4.2 – Принцип дії захисного заземлення

На кожен діючий пристрій підлягає оформленню технічна документація, в якій фіксуються його схема, результати контрольних перевірок технічного стану, відомості про виконані ремонтні роботи, а також внесені конструктивні зміни. При оцінці працездатності заземлювального пристрою виконують візуальний огляд і проводять вимірювання опору захисного заземлення, а також параметрів розтікання струму в ґрунт. Строки проведення перевірок регламентуються чинними нормативними правовими документами.

4.6 Забезпечення пожежної безпеки

У нинішній ситуації, обумовленій бойовими діями, що продовжуються на території України, ймовірність виникнення пожеж, пов'язаних з авіаударами, артилерійськими обстрілами та детонацією боеприпасів, суттєво

зросла. У цьому контексті пожежна безпека стає вкрай важливою, оскільки в умовах воєнних дій на території нашої країни вона безпосередньо впливає на безпеку та виживання людей.

Нормативно-правову основу в галузі пожежної безпеки формують різні документи, включаючи стандарти, правила, норми, положення, статутні акти, інструкції, переліки та інші матеріали, що регламентують, де всебічно розкриваються вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки. В Україні діє Державний реєстр нормативних документів, присвячених питанням пожежної безпеки [15-16].

Згідно зі статистичними даними, понад чверть усіх пожеж щороку виникають внаслідок недотримання правил експлуатації електроустаткування, що робить цю причину однією з найпоширеніших. При цьому понад 50% випадків займань, пов'язаних з електротехнічними пристроями, обумовлені порушеннями вимог щодо використання, монтажу та технічного стану продукції.

Загоряння освітлювальних приладів можуть виникати внаслідок електричного пробою та перегріву, утворення ненадійних контактних з'єднань, іскріння між струмопровідними елементами та корпусом, а також через окислення контактів та збільшення перехідного опору у місцях підключення джерел світла.

У приміщеннях кафе як освітлювальне обладнання передбачено використання світлодіодних ламп, у зв'язку з чим потрібен окремий розгляд питань пожежної безпеки під час експлуатації світлодіодних світильників.

Світлодіодні світильники зобов'язані відповідати нормам технічної та пожежної безпеки як у процесі експлуатації, так і у разі несправності. З метою забезпечення пожежної безпеки до таких приладів висувається низка умов: LED-світильники не повинні сильно нагріватися, щоб не виникала загроза займання, у вузлах з'єднання проводів необхідно встановлювати захисні елементи, що запобігають коротким замиканням та нестабільності напруги; при внутрішньому монтажі проводів, що нагріваються вище від номіналу,

потрібен термостійкий захист; освітлювальний прилад повинен бути оснащений запобіжником та термовимикачем; освітлювальний елемент повинен забезпечувати надійний контакт.

Ефективна система пожежної безпеки неможлива без комплексного підходу, який включає не лише технічне оснащення приміщень, а й навчання персоналу, а також підвищення його професійної та технічної компетентності. Особливе значення має формування у працівників навичок безпечної поведінки на виробництві та вміння запобігати виникненню пожежонебезпечних ситуацій.

Для забезпечення протипожежного захисту на кожному поверсі кафе встановлено вогнегасники ВВК-1,4. На рисунку 4.3 представлений зовнішній вигляд вогнегасника.



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд вогнегасника ВВК-1,4.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікованої дипломної роботи було проведено аналіз наукових джерел і нормативної документації, присвячених питанням підвищення енергоефективності освітлювальних систем, сучасним методам автоматизованого керування освітленням громадських будівель, використанню природного освітлення, а також впливу світлового середовища та кольорової гами на комфорт відвідувачів закладів громадського харчування. Окрему увагу приділено сучасним принципам проєктування систем освітлення кафе та лаунж-зон.

У світлотехнічній частині роботи виконано комплексний аналіз приміщень кафе з урахуванням характеру зорових робіт та функціонального призначення зон. Проведено вибір джерел світла і світильників, визначено нормативні значення освітленості та коефіцієнта запасу, досліджено якісні й кількісні показники освітлення. На основі виконаних розрахунків обґрунтовано оптимальне розташування світильників і сформовано ефективну конфігурацію системи освітлення.

У електротехнічній частині розроблено схему електропостачання освітлювальної установки, виконано вибір напруги живлення та електрообладнання, обґрунтовано тип і спосіб прокладання електропроводки. Проведено розрахунок освітлювальних мереж, здійснено підбір захисних апаратів і визначено місця їх встановлення. Також розглянуто принципи керування освітленням для забезпечення раціонального використання електроенергії та зручності експлуатації.

У розділі з охорони праці розроблено комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці під час монтажу, технічного обслуговування та експлуатації системи освітлення. Передбачено заходи щодо підвищення рівня електробезпеки, пожежної безпеки, а також забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці персоналу відповідно до чинних нормативних вимог.

Запропоновані технічні рішення забезпечують надійну та безпечну роботу освітлювальної установки, зменшують енергоспоживання та створюють комфортне світлове середовище для відвідувачів і персоналу закладу.

Розроблена система освітлення лаунджафе у місті Житомир відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо якісних і кількісних характеристик освітлення. Реалізація проєкту дозволяє забезпечити необхідний рівень зорового комфорту, покращити естетичне сприйняття інтер'єру та підвищити енергоефективність освітлювальної установки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ляшенко О. М., Васильєва Ю. О. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій (для претендентів на перший (бакалаврський) рівень вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка). – 2021. – 137 с.
2. Козаков Г. В. Сучасна світлова архітектура: підручник. – Львів: Растр-7, 2013. – 530 с.
3. Прядко О. М. Світлотехніка: навч. посібник. – Київ: КНУКіМ, 2017. – 343 с. – ISBN 966-602-207-6.
4. Назаренко Л. А., Колесник А. І. Фізика та техніка світлодіодів: навч. посібник [для бакалаврів, магістрів, аспірантів та наук.-техн. працівників спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"] / М-во освіти та науки України, Харків. нац. ун-т. госп-ва ім. А. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 254 с.
5. Юденич Л. М. Світлотехніка і електротехнологія : навч. посіб. – 2020. – ~250 с.
6. ДБН В.2.5-28-2018. Природне та штучне освітлення. – Чинний від 01.03.2019. – Київ: НДІБК, 2018.
7. Гаран Я. А. Світлотехніка (промислова світлотехніка): курс лекцій [Електронний ресурс] / Я. А. Гаран; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2022. – 269 с.
8. Козирський В. В., Савенко О. І. Електричні мережі та системи : навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2020. 250 с.
9. Мельник О.В., Гриценко С.І. Світлотехнічні прилади та системи: навч.-метод. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 110 с.
10. Wu, L., He, Z., King, C., & Mattila, A. S. (2021). In darkness we seek light: The impact of focal and general lighting designs on customers' approach intentions toward restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102735.

11. Іванов О. Л., Петренко С. М. Електропостачання та електроспоживання : навчальний посібник. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. 270 с.
12. Puspita, D. D., Dewi, O. C., Sandrasari, J., & Widyarta, M. N. (2020, April). The role of artificial lighting in the commercial heritage buildings: restaurant. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 452, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
13. Балічева Н. В. Основи охорони праці та безпеки життєдіяльності: навчальний посібник. – Умань: Візаві, 2023. – 273 с.
14. Farooq, S., Ahmed, A., & Kamal, M. A. (2020). Assessment of lighting design of restaurants with reference to its aesthetics and function. *Civil Engineering and Architecture*, 8(4), 714-720.
15. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-XII. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 18.05.2026).
16. Серіков Я. О., Діденко О. М., Лісичин В. Е. Інформаційні технології у вирішенні завдань забезпечення безпеки життєдіяльності людини, ергономіки, охорони праці і навколишнього середовища: монографія у 2-х ч. / за ред. Серікова Я. О.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2013. – 183 с.
17. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Сафонов В. В., Беліков А. С., Серіков Я. О. [та ін.]; за ред. Сафонова В. В. – Київ: Основа, 2011. – 480 с.
18. Серіков Я. О. Основи електробезпеки: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: СМІТ, 2011. – 285 с.
19. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004): наказ МНС України від 19.10.2004 № 126. – Київ: МНС України, 2004. – 120 с. (дата звернення: 20.05.2026).

20. Ngah, H. C., Rosli, N. F. M., Lotpi, M. H. M., Samsudin, A., & Anuar, J. (2022). A review on the elements of restaurant physical environment towards customer satisfaction. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(11), 818-828.

Додаток А Світлотехнічна відомість

№ з/п	Назва приміщення	S, м ²	h _р , м ²	Відбиваючі характеристики			Точність зорових робіт	Умови середов. приміщення	Тип джерела світла	Сис-ма освіт-ня	Нормов. освітле-ність Е _н , Лк	Тип СП і потуж-ність ламп	К-ть світл о-точок	Якісні характеристики				Встано в. потуж-ність, кВт	Пито-ма потуж-ність, кВт/м ²
				ρ _{с.}	ρ _{ст.}	ρ _{р.л.}								М	С	К _п	Е _п		
1	Кабінет завідувача кафе	26	2,2	0,7	0,5	0,3	I	норм	СД	З.Р.	200	VIDEX	3	60	-	15	-	0,24	0,07
2	Складське приміщення	12	2,2	0,7	0,5	0,3	V	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	2	40	-	15	-	0,16	0,010
3	Кухня	22	2,2	0,7	0,5	0,3	V	норм	СД	З.Р.	200	VIDEX	2	40	-	15	-	0,16	0,010
4	Приміщення для зберігання товару	15	2,2	0,7	0,5	0,3	V	норм	СД	З.Р.	200	VIDEX	2	40	-	15	-	0,16	0,09
5	Венткамера	12	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	50	VIDEX	1	-	-	-	-	0,06	0,005
6	Електрощитова	3	2	0,7	0,5	0,3	IV	норм	СД	З.Р.	200	VIDEX	1	40	-	20	-	0,09	0,02
7	гардероб	10	3	0,7	0,5	0,3	VI	норм	СД	З.Р.	150	VIDEX	2	-	-	-	-	0,08	0,006
8	гардероб	15	3	0,7	0,5	0,3	VI	норм	СД	З.Р.	150	VIDEX	2	-	-	-	-	0,08	0,004
9	Сан. вузол	4	3	0,7	0,5	0,3	VIII	вол.	СД	З.Р.	75	VIDEX	2	-	-	-	-	0,04	0,01
10	Приміщення для зберігання посуду/контейнерів	12	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	1	-	-	-	-	0,02	0,002
11	Інвентарна	6	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	50	VIDEX	1	-	-	-	-	0,02	0,002 5
12	Коридор	36	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	7	-	-	-	-	0,28	0,006

№ з/п	Назва приміщення	S, м ²	h _р , м ²	Відбиваючі характеристики			Точність зорових робіт	Умови середов. приміщення	Тип джерела світла	Сис-ма освіт-ня	Нормов. освітленість E _н , Лк	Тип СП і потужність ламп	К-ть світл. о-точок	Якісні характеристики				Встано-в. потужність, кВт	Пито-ма потужність, кВт/м ²
				ρ _{с.}	ρ _{ст.}	ρ _{р.п.}								M	S	K _п	E _п		
1	Святкова зала	112	3	0,7	0,5	0,3	III	норм	СД	З.Р.	300	VIDEX	20	40	-	15	100	1,58	0,011
2	Коридор	33	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	7	-	-	-	-	0,28	0,006
3	Посудомийне приміщення	6	2,4	0,7	0,5	0,3	IV	вологі	СД	З.Р.	200	VIDEX	2	60	-	20	-	0,16	0,023
4	Приміщення для зберігання посуду/контейнерів	6	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	1	-	-	-	-	0,02	0,003
5	Приміщення для обслуговуючого персоналу	2	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	50	VIDEX	1	-	-	-	-	0,01	0,004

№ з/п	Назва приміщення	S, м ²	h _p , м ²	Відбиваючі характеристики			Точність зорових робіт	Умови середов. приміщення	Тип джерела світла	Сис-ма освіт-ня	Нормов. освітле-ність Е _н , Лк	Тип СП і потуж-ність ламп	К-ть світл о-точок	Якісні характеристики				Встан ов. потуж-ність, кВт	Пито-ма потуж-ність, кВт/м ²
				ρ _{с.}	ρ _{ст.}	ρ _{р.п.}								М	S	К _п	Е _ц		
1	Великий зал	63	2,4	0,7	0,5	0,3	III	норм	СД	З.Р.	300	VIDEX	15	40	-	15	100	1,19	0,014
2	Коридор	25	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	75	VIDEX	4	-	-	-	-	0,16	0,04
3	Адмін-кабінет	18	2,4	0,7	0,5	0,3	III	норм	СД	К	300	VIDEX	4	40	-	15	-	0,32	0,014
4	Складське приміщення	5	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	50	VIDEX	1	-	-	-	-	0,01	0,002
5	Комора	5	3	0,7	0,5	0,3	VIII	норм	СД	З.Р.	50	VIDEX	1	-	-	-	-	0,01	0,002
6	Мийна	6	2,4	0,7	0,5	0,3	IV	вологі	СД	З.Р.	200	VIDEX	2	60	-	20	-	0,16	0,023
7	Малий зал	28	2,4	0,7	0,5	0,3	V	норм	СД	З.Р.	200	VIDEX	4	60	-	15	-	0,32	0,01