

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 ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ЖИТЛОВОГО
ПРИМІЩЕННЯ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ПРОСТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ
СВІТЛА**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Здобувач:

Дмитро МИХАЙЛОВ

гр. СДС 2023-1у

Керівник:

Роман ВОРОНОВ

доц., к.т.н.

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О. М. Бекетова

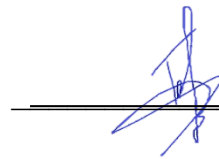
Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури

Кафедра світлотехніки і джерел світла

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма Світлотехніка та дизайн світлового
середовища



ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри СДС
Віталій ГЕРАСИМЕНКО
«__» червня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Михайлов Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка освітлювальної установки житлового приміщення з оптимізацією простору за допомогою світла».

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи: Воронов Роман Володимирович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом університету від «22» травня 2026 року № 440-03

2. Строк подання студентом роботи: «18» червня 2026 року

3. Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: 3.1. Теоретичний базис та науково-технічна література. 3.2. Матеріали та результати переддипломної практики. 3.3. Державно-будівельні норми, галузевих стандартів та міжнародних рекомендацій щодо освітлення в житлових приміщеннях. 3.4. Архітектурно-планувальна інформація. 3.5. Техніко-експлуатаційні параметри освітлювальної системи.

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

4.1. Аналітична частина: провести аналіз сучасних тенденцій та концептуальних підходів до проєктування світлового середовища в житлових інтер'єрах, зокрема використання багаторівневих систем освітлення та світлового зонування.

4.2. Світлотехнічна частина: виконання комплексного аналізу архітектурно-планувальних особливостей та функціонального зонування квартири, розробка технічного обґрунтування вибору світлотехнічного обладнання, а також здійснення комп'ютерного моделювання світлового середовища з наступним аналізом результатів розрахунків. Запропонувати рішення щодо декоративного та акцентного освітлення.

4.3. Електротехнічна частина: провести розрахунок навантажень, обрати кабелі та апарати захисту.

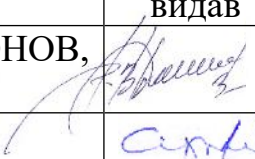
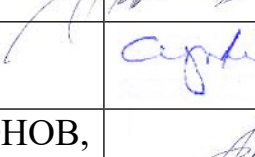
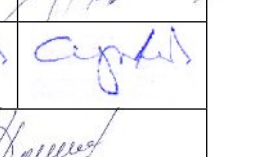
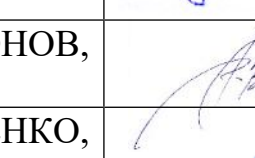
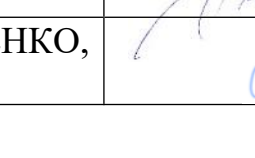
4.4. Охорона праці: проаналізувати умови безпеки та комфорту житлового приміщення і розробити заходи щодо забезпечення безпеки життєдіяльності мешканців.

5. Перелік графічного матеріалу: 5.1. Актуальність, мета та завдання роботи.

5.2. Архітектурний план. 5.3. Світлові прилади. 5.4. Результати моделювання.

5.5. Електротехнічні розрахунки.

6. Консультанти розділів бакалаврської кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Роман ВОРОНОВ, доцент		
Охорона праці та БНС	Яків СЕРІКОВ, доцент		
Нормоконтроль	Роман ВОРОНОВ, доцент		
Антиплагіат	Олена ДІДЕНКО, ст. викладач		

7. Дата видачі завдання: «21» травня 2026 рік

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітична частина	21.05.26 – 25.05.26	
2.	Світлотехнічна частина	26.05.26 – 30.05.26	
3.	Електротехнічна частина	31.05.26 – 04.06.26	
4.	Охорона праці	05.06.26 – 09.06.26	
5.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	10.06.26 – 13.06.26	
6.	Підготовка доповіді та презентації	14.06.26 – 18.06.26	

Здобувач

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи


(підпис)

(підпис)

Дмитро МИХАЙОВ

(прізвище та ініціали)

Роман ВОРОНОВ

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі представлена розробка світлого середовища сучасної квартири відповідно до сучасних напрямків розвитку світлотехніки та світлого дизайну та передбачено функціональну оптимізацію приміщень за рахунок різних світлових сцен, які адаптовані до різних сценаріїв життєдіяльності людини.

У першій, аналітичній частині роботи здійснено ґрунтовний аналіз провідних напрямів формування візуального сприйняття людиною внутрішнього простору засобами освітлення, у межах якого розглянуто основні методи візуальної корекції геометрії приміщень, акцентування уваги на архітектурних особливостях та елементах декору, а також створення відчуття комфорту, що в сукупності знаходять своє широке застосування в сучасних дизайнерських рішеннях для інтер'єрів квартир у новобудовах.

У другій частині (Світлотехнічна частина) представлені результати аналізу архітектурно-планувальних особливостей квартири та визначено ключові нормативні світлотехнічні параметри, необхідні для формування раціонального та комфортного світлового середовища, на основі яких здійснено обґрунтований підбір освітлювального обладнання для загального, акцентного та декоративного типів освітлення, що в подальшому було доповнено світлотехнічним моделюванням з метою підтвердження ефективності обраних технічних рішень.

У третій, електротехнічній частині роботи, здійснено проектування схеми живлення квартири, що охоплює обґрунтування вибору системи заземлення, розподіл електричних навантажень за функціональними групами та визначення оптимальних місць розташування електроустановчих виробів (вимикачі, розетки, світлові прилади), а також наведено електротехнічні розрахунки, які включають визначення розрахункових навантажень, електричних моментів і перерізів провідників, на підставі чого було обрано

відповідні марки кабелів необхідного перерізу та апарати захисту для надійної експлуатації групових мереж.

У розділі «Охорона праці» визначено основні завдання у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності під час експлуатації житлового приміщення. Проведено аналіз параметрів мікроклімату, акустичного середовища та освітленості відповідно до чинних нормативних вимог, розроблені технічні заходи щодо забезпечення комфортних і безпечних умов перебування людей, підвищення рівня пожежної безпеки, а також розглянуто порядок надання домедичної допомоги у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Основними результатами бакалаврської кваліфікаційної роботи є: є розробка світлового середовища сучасної квартири на основі багатоваріантних світлових сценаріїв для оптимізації функціонального простору.

Результати роботи апробовані: Воронов Р. В., Михайлов Д. С. АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ В КОНЦЕПЦІЇ СУЧАСНОГО ЖИТЛОВОГО ПРОСТОРУ // Інноваційні технології в світлотехніці та електроенергетиці: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 15-16 травня 2026 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. С. 191–193.

Ключові слова: світлове середовище, загальне освітлення, декоративне та акцентне освітлення, освітлювальна установка.

Загальний обсяг роботи становить: сторінок – 75, формул – 14, рисунків – 26, таблиць – 10, літературних джерел – 23.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Роль системи освітлення у формуванні житлового простору	9
2 СВІТЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1 Архітектурно-планувальна характеристика житлового простору	21
2.2 Аналіз нормативних вимог та критерії якості освітлення	25
2.3 Вибір та параметри виконання світлових приладів	27
2.4 Комп'ютерне моделювання системи загального освітлення квартири	32
2.5 Рекомендації щодо формування декоративного освітлення	36
2.6 Світлотехнічний розрахунок	41
3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	46
3.1 Вибір напруги і джерел живлення	46
3.2 Аналіз схеми живлення	48
3.3 Вибір марки проводу та спосіб прокладки електропроводки	51
3.4 Формування групових мереж освітлення та вибір комутаційно-захисної апаратури	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
4.1 Основні задачі охорони праці	61
4.2 Аналіз умов мікроклімату в приміщенні	62
4.3 Аналіз освітленості	63
4.4 Аналіз акустичного клімату в житловому приміщенні	64
4.5 Розробка заходів щодо забезпечення нормативних параметрів мікроклімату. Підбір необхідного типу кондиціонера	65
4.6 Розробка заходів забезпечення пожежної безпеки	67
4.7 Надання долікарської допомоги при нещасних випадках	69
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку світлотехнічного напрямку, завдяки впровадженню передових технологій у сфері освітлення, світло перестало бути лише функціональним засобом підтримки необхідного рівня освітлення в житлових зонах, а стало важливим і стратегічним інструментом формування комфортного середовища проживання, забезпечення функціональності простору та створення естетично привабливого інтер'єру. Завдяки широкому різноманіттю світлових приладів та сучасних оптичних систем дозволяє реалізувати візуально-психологічні зміни простору: змінювати сприйняття геометрії приміщення, робити акцент на окремі зони, здійснювати функціональне зонування площ, а також покращувати загальне сприйняття інтер'єру та взагалі створювати сприятливу атмосферу для життя. Світло сьогодні виступає вже не просто традиційним технічним засобом освітлення, а це вже цілісна система, що є невід'ємною складовою дизайнерського проєкту будь-якої сучасного житлового приміщення.

З урахуванням сучасних тенденцій архітектурно-дизайнерського проєктування житлових приміщень, де все частіше застосовують відкриті простори, у яких окремі функціональні зони об'єднані в єдину площину без чітких перегородок і зональних розмежувань, виникає необхідність забезпечення візуального поділу простору за допомогою світлового зонування, що дозволяє покращити не лише естетичне сприйняття інтер'єру, а й підвищити його функціональність та комфортність для людини.

Таким чином актуальність теми полягає у необхідності розробки освітлювальних установок для сучасних житлових приміщень, які б гармонійно поєднували принципи ергономічності, вимоги функціональності та елементи дизайнерської виразності. Рациональне використання світла дає можливість не лише забезпечити нормативні показники освітленості, а й оптимізувати внутрішній простір приміщення, створити комфортні умови для проживання та підвищити рівень візуального комфорту людини.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка освітлювальної установки сучасного житлового приміщення із застосуванням сучасних світлотехнічних рішень для оптимізації внутрішнього простору за допомогою світлового зонування.

Задачі роботи:

1. Проаналізувати сучасні тенденції та методи організації освітлення житлових приміщень.
2. Розробити світлотехнічне рішення приміщення шляхом вибору освітлювального обладнання, моделювання світлового середовища та організації світлового зонування простору.
3. Виконати електротехнічний розрахунок освітлювальної системи житлового приміщення, що включає визначення розрахункових навантажень, вибір перерізів провідників, перевірку їх за допустимим струмовим навантаженням, а також підбір захисних апаратів.
4. Проаналізувати умови безпеки та комфортності житлового приміщення, оцінити параметри мікроклімату, акустичного середовища й освітлення, розробити заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, а також визначити порядок надання домедичної допомоги при нещасних випадках.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Роль системи освітлення у формуванні житлового простору

Історично склалося так, що освітлення розглядалося переважно як спеціальний засіб подолання темряви, компенсації нестачі природної інсоляції та забезпечення базової видимості навколишніх об'єктів. Проте на сьогоднішній час, у сучасній інженерній та архітектурній практиці ця парадигма суттєво змінилася, змістивши свій фокус на розширення функціональних можливостей освітлювальних установок. Зараз раціонально спроектована система освітлення виступає безпосереднім інструментом формування просторової ергономіки, тектоніки, психологічного клімату та естетичну цінність будь-якого приміщення. А інтеграція світлового дизайну в загальну архітектурно-планувальну концепцію, дозволяє не лише гарантувати нормативний зоровий комфорт, а й ефективно оптимізувати житлові площі, маніпулювати візуальною вагою об'єктів, розставляти композиційні акценти та можливість впливати на підсвідомість людини. Використання продуманих світлових сценаріїв, локального зонування та керованого розподілу яскравості дає змогу візуально коригувати геометрію простору, підкреслювати його переваги, функціональність та створювати адаптивне середовище, яке здатне динамічно підлаштовуватися під актуальні потреби користувача.

Слід зазначити, що вихідні архітектурно-планувальні дані житлових просторів (складна конфігурація планів, низькі стелі, непропорційне співвідношення довжини та ширини зон тощо), як правило, не відповідають ідеальним пропорціям. Відповідно, для виправлення таких просторових проблем та планувальних недоліків, застосовують відповідні фізичні перепланування або складні архітектурні рішення, проте їх реалізація часто з економічної точки є недоцільною, обмеженою несучими конструкціями будівлі або ж невиправданою з естетичної точки зору тощо. Це зумовлює об'єктивну потребу в пошуку альтернативних варіантів вирішення цих завдань.

Ефективним і гнучким інструментом у цьому контексті виступає професійний світловий дизайн, який за допомогою раціонального застосування основних законів оптики, грамотному підборі освітлювальних приладів, керуванню фундаментальними світлотехнічними параметрами (такими як рівень освітленості, розподіл яскравості та напрямок світлового потоку), освітлювальна установка дозволяє візуально трансформувати, розширити, звужити або гармонійно збалансувати наявні об'єми без будь-якого будівельного втручання. Такий метод просторової світлової корекції базується на особливостях зорового сприйняття: яскраво освітлена поверхня візуально віддаляється від спостерігача, створюючи ілюзію збільшення об'єму, тоді як темна або затінена площа оптично наближається, звужуючи та стискаючи простір. Таким чином, цілеспрямований розподіл світла і тіні перетворюється на дієвий засіб безконтактного моделювання архітектурного середовища [1].



Рисунок 1.1 – Вплив візуальної корекції на зорове сприйняття геометрії, структури та фактури приміщення засобами світлового дизайну

Світлове середовище відіграє ключову роль у візуальній оптимізації та розширенні малогабаритних приміщень. Дуже часто можна побачити у

практиці облаштування житлових інтер'єрів, застосування лише одного типу освітлення – загального, за допомогою єдиного джерела світла, розташованого в геометричному центрі приміщення. Така світлова схема є неефективною з точки зору ергономіки простору, тому що генерує локальну зону високої яскравості по центру, залишаючи інші частини приміщення та кути в глибокій тіні. Утворені тіньові зони діють як візуальні бар'єри, що чітко окреслюють фізичні межі приміщення, психологічно стискаючи його та посилюючи відчуття замкнутості. Для усунення цього ефекту доцільно використовувати техніку «Wall Washing». Вона передбачає розташування світильників із широкою оптикою та матовими розсіювачами на відстані щонайменше 30-40 см від вертикальної поверхні (стіни). Світловий потік спрямовується на вертикальну поверхню під певним кутом, створюючи рівномірне, надзвичайно м'яке, безтіньове покриття. Цей ефект, так би мовити, змиває текстурні неоднорідності стіни, перетворюючи її на суцільний світловий екран, що оптично розсуває межі кімнати та додає їй об'єму. Зазначений просторовий ефект багаторазово підсилюється у синергії з використанням оздоблення стін у світлих тонах холодного спектра, які характеризуються найвищим коефіцієнтом відбиття [2].



Рисунок 1.2 – Приклад застосування техніки «Wall Washing»

Ще одним потужним інструментом оптимізації об'єму є цілеспрямована інтеграція освітлювальної установки з відбиваючими та заломлюючими поверхнями. Розташування, наприклад, дзеркал або використання глянцевих панелей навпроти джерел штучного світла забезпечує направлене відбиття світлових променів та їх ефективний перерозподіл у найменш освітлені зони [3]. Це не лише підвищує загальну освітленість, але й фізично створює ілюзію подвоєння об'єму. Додатково застосування підсвічування по периметру за допомогою прихованих лінійних світлодіодних систем уздовж стельових карнизів, по периметру стелі або підлогових плінтусів дозволяє візуально дематеріалізувати жорсткі лінії стику між архітектурними площинами та надати приміщенню ефекту візуальної безперервності, архітектурної легкості та невагомості [4].



Рисунок 1.3 – Приклад формування контурного освітлення

Наступним важливим вектором впливу світлового дизайну на зорове сприйняття простору є візуальна корекція його висоти – ілюзію підняття або,

за необхідності, зниження рівня стелі. Об'єктивно низькі стелі часто стають причиною психологічного дискомфорту, провокуючи у користувачів відчуття тиску та замкнутості середовища. Базовим світлотехнічним кроком для зниження цього ефекту є відмова від класичних масивних підвісних світильників (люстр), які фізично перетинають простір та обтяжують інтер'єр. Для збереження об'єму приміщення доцільно використовувати освітлювальні прилади, що не створюють зорових перешкод: вбудовані точкові системи прихованого монтажу [5].



Рисунок 1.4 – Точковий світильник VASMAR 54585 та приклад його застосування на стелі

Натомість головним інструментом саме візуального збільшення висоти приміщення є застосування відбитого освітлення, що передбачає чітку спрямованість світлових потоків знизу вгору. Практична реалізація цього прийому досягається шляхом інтеграції настінних світильників із наведеною верхньою напівсферою випромінювання (змонтованих вище рівня очей), підлогових приладів або систем прихованого карнизного [6].

Взаємодіючи зі світлою поверхнею покриття, що має високий коефіцієнт відбиття, промені візуально дематеріалізують жорсткі межі стику стін і стелі. Таким чином, покриття перетворюється на масштабне вторинне джерело розсіяної фонові люмінесценції, що формує стійку ілюзію легкості та архітектурної невагомості.



Рисунок 1.5 – Застосування настінних світильників

Зазначений просторовий ефект багаторазово підсилюється шляхом інтеграції в інтер'єр вертикальних світлових ліній або направлених по вертикалі вузьких променів. На практиці цей підхід реалізується за допомогою вбудованих у площини стін лінійних LED-профілів, настінних світильників із вузькоспрямованою двосторонньою оптикою або через застосування архітектурного прийому *wall grazing*, що акцентує увагу на вертикальній направленості фактури оздоблювальних матеріалів [7]. Такі акценти створюють ритм і задають вектор для зорового сприйняття, змушуючи погляд спостерігача ковзати вгору та підсвідомо завищувати реальні геометричні параметри кімнати.



Рисунок 1.6 – Застосування світлових ліній

Слід зазначити, що приміщення непропорційно витягнутої форми (довгі за довжиною та вузькі коридори, кімнати-тунелі) є досить таки складними архітектурними об'єктами з точки зору реалізації ефективних дизайнерських концепцій. В більшості випадках, підхід до проектування системи освітлення в таких просторах дуже простий: встановлення світильників по центральній лінії приміщення уздовж стелі. Однак, така світлотехнічна схема руйнує сприйняття просторості, створюючи напрямну вісь, яка підкреслює та підсилює перспективу і робить простір ще довшим і вужчим. Для того, щоб виправити створення таких ефектів необхідно застосовувати методи просторової корекції, направляючи світловий потік на поперечні площини приміщення. Ключовим рішенням, в даному випадку, є інтенсивне підсвічування дальньої (короткої) торцевої стіни. Це може бути реалізовано шляхом рівномірного заливаючого освітлення всієї поверхні або через створення локальної яскравої акцентної плями (наприклад, підсвічування об'єкта мистецтва або декоративного елемента тощо). Відповідно до законів оптики, яскрава освітлена площа, так би мовити, візуально наближається до

спостерігача, що ефективно скорочує сприйману довжину кімнати. Слід виділити ще один дієвий інструмент для візуального розширення вузьких просторів – це монтаж поперечних лінійних світильників на стелі або застосувати техніку Wall Grazing, спрямовуючи світлові промені на довгі бічні стіни. Такий прийом виявляє фактуру поверхні та створює рівномірне освітлення площини по периметру, що в комплексі дозволяє візуально розсунути стіни та надати простору більш гармонійних пропорцій.

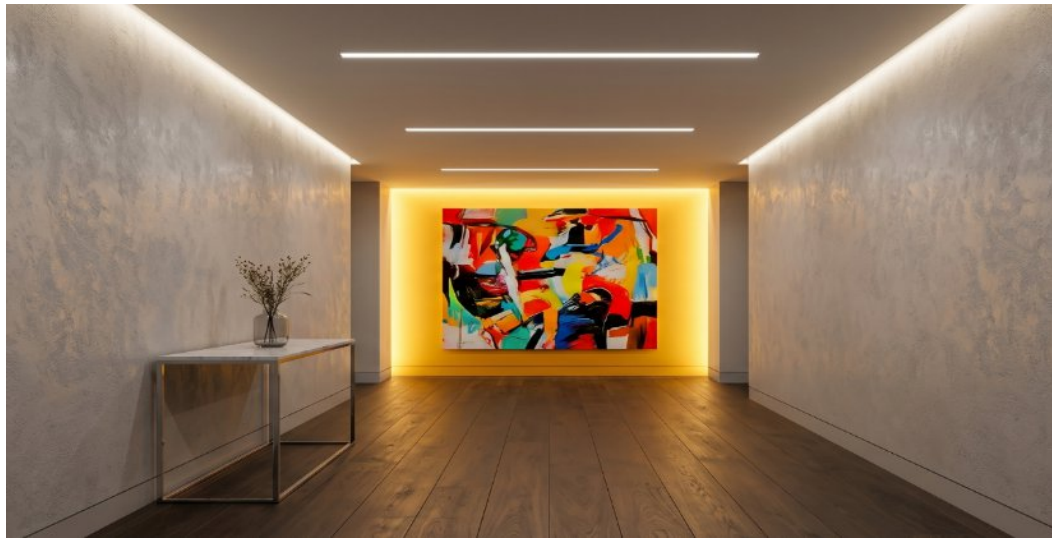


Рисунок 1.7 – Приклади світлотехнічних схем коридорів

На сучасному етапі розвитку архітектурного проектування, дуже актуальним напрямком є концепція відкритого простору, що передбачає поєднання декількох окремих функціональних зон у межах єдиної площі, наприклад об'єднання вітальні з кухнею, або поєднання спальні з робочим кабінетом чи зоною відпочинку. Тому тенденція до створення мультифункціональних просторів, створює певний виклик для традиційних методів розрахунку та проектування освітлювальних систем, які зазвичай орієнтовані на рівномірне заповнення ізольованих кімнат. З огляду на економічну доцільність та технічну складність фізичного перепланування приміщень, дедалі більшого значення набуває світлове зонування.

Світлове зонування – це комплекс інженерно-технічних рішень та засобів, які налаштовуються та адаптуються відповідно до конкретного функціонального призначення певної ділянки житлового простору, формуючи функціональні островці та забезпечуючи плавні транзити між ними. Практична реалізація цієї концепції в інтер'єрі приміщення вимагає системного та деталізованого опрацювання кожного елемента світлотехнічного проєкту. Процес проектування передбачає професійної роботи з фотометричними характеристиками джерел світла, маніпулювання рівнями яскравості та зміну векторів поширення випромінювання для створення необхідних світлових сценаріїв, колірною температурою тощо. Ключовим аспектом тут виступає раціональна організація світлового поля в синергії з гнучким використанням спектральних параметрів випромінювання. Такий підхід дозволяє створювати автономні функціональні сегменти, що забезпечують високу ергономіку та візуальний комфорт без застосування фізичних перегородок [8].

Для створення гармонійного та функціонального середовища застосовується принцип світлової багатошаровості, що базується на комплексному поєднанні декількох рівнів освітлення, кожен з яких виконує свою безпосереднє завдання: загальне (забезпечує базовий рівень візуального комфорту), робоче (проєктується локально для забезпечення необхідної освітленості в зонах із підвищеним зоровим навантаженням) та акцентне або

декоративне освітлення (використовується для візуального виділення архітектурних особливостей, предметів мистецтва або створення певного емоційного фону).



Рисунок 1.8 – Приклади освітлення квартири з багатофункціональним житловим простором

В об'єднаному просторі кожна функціональна зона потребує свого унікального світлового середовища:

1. Кухонна зона за своєю функціональністю є інтенсивним робочим простором, відповідно пріоритет тут повинен надаватися безпеці та високій функціональності. Для забезпечення процесів необхідно реалізовувати яскраве, без будь-яких тіней робоче освітлення, яке досягається за рахунок застосування комбінованих вбудованих спотів, що формують загальний рівень горизонтальної освітленості та LED-стрічок під навісними шафами для освітлення поверхонь стільниць. Спектральний склад випромінювання у цій зоні має відповідати нейтральному або злегка прохолодному діапазону з колірною температурою близько 4000 К, що сприяє підвищенню концентрації уваги та точності візуального сприйняття.

2. Обідня зона, яка виконує, в основному, комунікаційні функції. Проектування світлового середовища для такої групи має зовсім інший характер. Найбільш ефективним інструментом зонування тут виступає акцентне освітлення, реалізоване за допомогою підвісних світильників, розташованих безпосередньо над центром обіднього столу або багатолампова люстра арт-об'єкт, розташовані безпосередньо над центром обіднього стола. За рахунок чого формується чітко спрямований світловий потік, який створює локальну світлову пляму на поверхні столу, тоді як зони, розташовані позаду, залишаються у м'якій напівтіні.

3. Вітальня являє собою зону відпочинку та релаксації. Зона вимагає найбільш делікатного підходу щодо формування світлового середовища. Тут необхідно відмовитись від домінуючого центрального освітлення на користь локальних джерел середнього та нижнього ярусів. Використання локальних джерел освітлення, зокрема підлогових торшерів у зоні відпочинку, настільних ламп та настінних бра, сприяє формуванню комфортного світлового середовища та зменшенню різких контрастів яскравості. Додаткове застосування точкових світильників потребує обґрунтованого розташування та відповідних світлотехнічних характеристик для запобігання зоровому дискомфорту. Перехід до теплого спектру випромінювання з колірною температурою 2700 К є фізіологічно обґрунтованим, оскільки таке світло сприяє зниженню активності нервової системи та налаштовує організм на відпочинок.

Важливим аспектом проектування сучасних світлотехнічних установок є здатність системи освітлення підтримувати та відтворювати природні циркадні ритми людини. За реалізацію цієї функціональності відповідає концепція HCL (Human Centric Lighting) – людиноорієнтоване освітлення. Технічне забезпечення сучасних систем HCL включає інтелектуальне керування світловими приладами, здатними динамічно та плавно змінювати інтенсивність випромінювання та колірну температуру протягом доби. Основною метою впровадження таких рішень є максимально точна імітація

динаміки природного денного світла, що дозволяє синхронізувати внутрішній біологічний годинник людини з навколишнім середовищем.

Застосування HCL у житловому просторі реалізується через добові сценарії:

Таблиця 1.1 – Параметри добових сценаріїв системи HCL та їхній вплив на організм людини

Час доби	Світловий сценарій	Фізіологічний та емоційний вплив
Ранок (06:00 – 09:00)	Висока інтенсивність (500 – 1000 лк), холодне блакитно-біле світло (5000K-6000K).	Пригнічення секреції мелатоніну. Забезпечення енергійного пробудження та усунення ранкової інерції.
День (10:00 – 15:00)	Високий рівень освітленості, наближений до природного денного світла (>1000 лк), нейтральне яскраве світло (4000K-5000K).	Підтримка високого рівня концентрації, зорового комфорту, профілактика денної сонливості та стабілізація настрою.
Вечір (17:00 – 21:00)	Знижена інтенсивність (100-200 лк), тепле світло (2700K-3000K).	Зняття робочого стресу, релаксація, підготовка організму до сну.
Ніч (22:00 – 05:00)	Мікросвітло (до 10-50 лк), теплий спектр (1800K-2200K) або повна темрява.	Забезпечення глибокої фази сну, створення умов для відновлення організму.

Дослідження підтверджують, що впровадження HCL у житлових приміщеннях дозволяє на 15-20% підвищити продуктивність, суттєво покращити якість нічного відпочинку та мінімізувати прояви зорової втоми [9].

2 СВІЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Архітектурно-планувальна характеристика житлового простору

Розробка та проектування освітлювальної установки будь-якого приміщення потребує аналізу його планувальних рішень. Саме такий аналіз закладає фундамент для формування якісного світлового середовища та закладає подальший напрямок для світлотехнічних розрахунків.

Важливо провести аналіз саме за геометричними параметрами житлового простору, що включає оцінку габаритів, конфігурації стін, висоти стелі. Саме перелічені параметри є визначальними при виборі світлотехнічного обладнання та їх оптичних систем. Наприклад, наявність нерівномірних пропорцій приміщення (зокрема, надмірна довжина приміщення або нестандартна висота стелі) призводить до вибору світильників із специфічними кривими світла та спеціалізованою оптики, тому нехтувати архітектурними особливостями призводить до виникнення небажаних світлотехнічних ефектів, таких як надмірна яскравість, глибокі тіні або нерівномірність освітлення тощо.

В наш час спостерігається тенденція планування житлових приміщень у форматі open space, тому такий підхід вимагає від проектувальника чіткого визначення функціонального призначення кожної окремої зони в межах єдиного об'єму, так як світло у такому випадку стає інструментом вторинного архітектурного планування, що створює візуальні межі та функціональні сценарії.

Слід зазначити, що коефіцієнти відбиття поверхонь, фактура оздоблювальних матеріалів та розташування меблевих груп є невід'ємною частиною архітектурної характеристики. Вони безпосередньо впливають на розрахункові значення освітленості та загальний світловий баланс приміщення.

Крім того, необхідно також враховувати і конструктивні особливості перекриття та наявність суміжних інженерних комунікацій, які суттєво обмежують можливості монтажу світлових приладів. Аналіз планувальних рішень на початковому етапі дозволяє уникнути технічних помилок при встановленні, наприклад, вбудованих, накладних чи підвісних освітлювальних систем.

Об'єктом проєктування є двокімнатна квартира площею 58 м², яка розташована в сучасному багатоповерховому житловому комплексі.

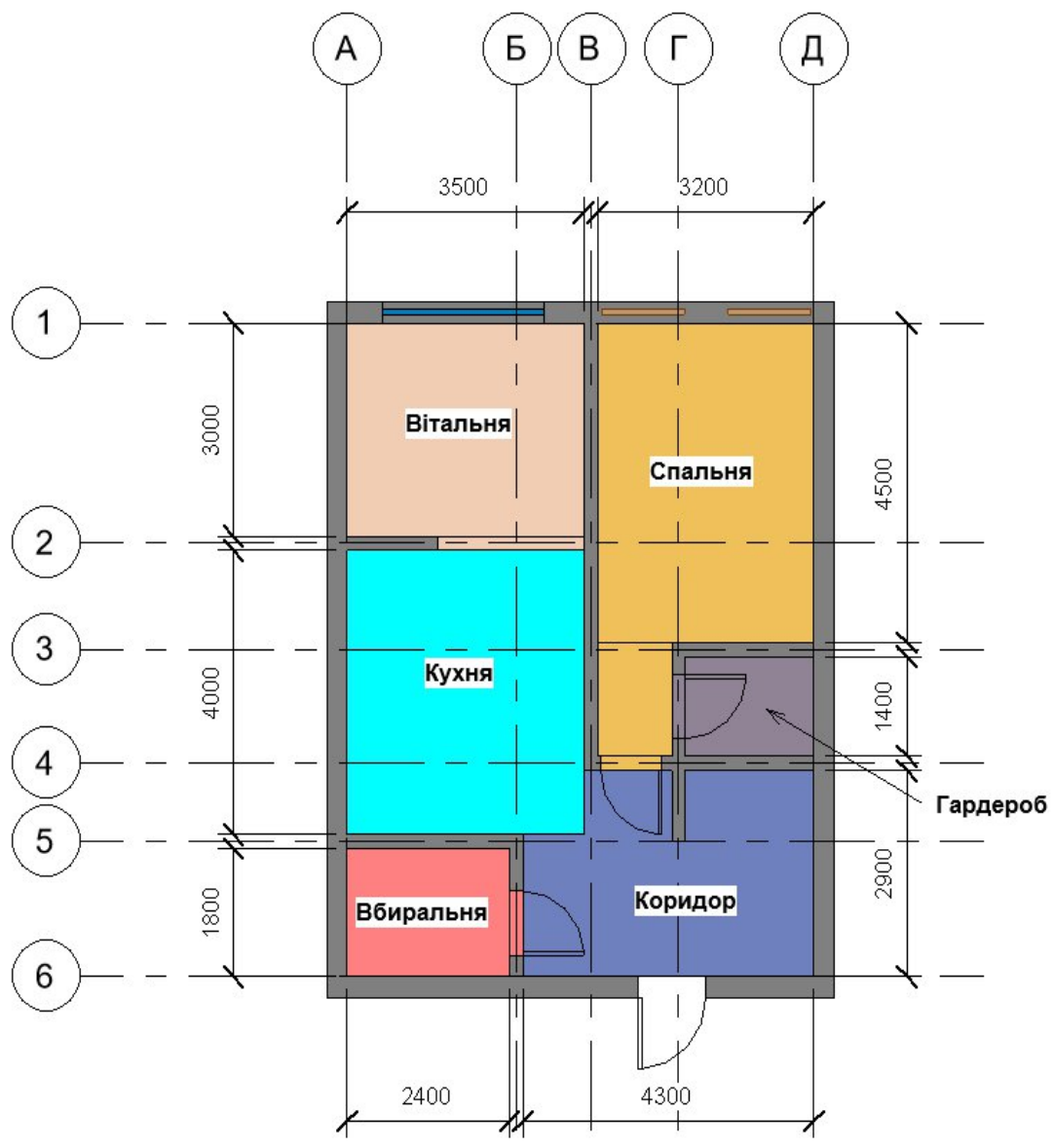


Рисунок 2.1 – План двокімнатної квартири

Квартира, розташована у будівлі, яка зведена за монолітно-каркасною конструкцією, що забезпечує високу конструкційну надійність та довговічність. Зовнішні стіни квартири мають загальну ширину 300 мм і виконані з використанням керамічних блоків, які характеризуються високими теплоізоляційними властивостями та створюють сприятливий мікроклімат у житловому просторі. Внутрішні міжквартирні стіни завтовшки 200 мм забезпечують необхідний рівень звукоізоляції. Висота стель – 2,8 м.



Рисунок 2.2 – Візуалізація квартири

Планувальна схема квартири передбачає:

Таблиця 2.1 – Технічні параметри житлових зон

Назва приміщення	Площа, м ²	Призначення	Розряд зорової роботи та розряд
Вхідна зона	12	Організація міжквартирних комунікацій	Ж-2
Вбиральня	4,3	Особиста гігієна та санітарно-побутові потреби	Ж-2
Кухня	14	Процеси приготування їжі та споживання страв	В-1
Вітальня	10,5	Активний відпочинок та дозвілля	В-1
Спальня	14,5	Відпочинок, сон та епізодична розумова праця	В-1
Гардероб	3,0	Зберігання та систематизація особистих речей	Ж-1

Однією з особливостей архітектурного планування зазначеної квартири є формування мультифункціонального простору, який поєднує в собі зони вітальні та кухні в межах єдиного планувального об'єму. Враховуючи, що технічно дані локації не відокремлені, проте вони кардинально відрізняються за своїм функціональним призначенням, що вказує на необхідність застосування різних підходів до проектування світлового середовища для кожної з них. Зокрема, зона кухні – це простір, що потребує використання іншої колірної температури, а на стільницях і більшого значення освітлення, тоді як вітальня, в свою чергу, орієнтована на забезпечення психофізіологічного комфорту, відпочинку та соціальної взаємодії, що потребує значно меншої яскравості та іншого спектрального складу світла.

2.2 Аналіз нормативних вимог та критерії якості освітлення

Проектування освітлювальної установки ґрунтується на суворому дотриманні положень нормативно-правових документів, які безпосередньо регламентують гранично допустимі та оптимальні значення параметрів світлового середовища. Основним нормативним документом, що регулює питання природного та штучного освітлення в Україні, є ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», що встановлює значення показників освітлення для широкого спектра об'єктів, охоплюючи житлові, громадські, промислові та сільськогосподарські будівлі, а також відкриті території та зони спеціального призначення тощо.

Даний документ регламентує мінімально допустимі рівні освітленості, методи обмеження прямої та відбитої близькості, а також встановлює вимоги до індексу кольоропередачі джерел світла та коефіцієнтів природної освітленості. Одним із ключових параметрів при цьому виступає освітленість робочих поверхонь, оскільки саме вона є визначальним чинником у забезпеченні зорової працездатності та профілактиці втоми органів зору. Рациональне нормування цих показників дозволяє створити комфортне середовище та забезпечити відповідність проєктних рішень сучасним стандартам гігієни праці та ергономіки житлового простору.

Відповідно до положень ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», для об'єкта проектування встановлюються такі нормативні вимоги (рисунок 2.3).

Окрему увагу слід приділити нормуванню освітленості для зони кухні. Оскільки кухня відноситься до робочого простору, що вимагає підвищеної зорової концентрації. Пропонується крім загального освітлення, також додати місцеве (локальне) освітлення над стільницею з рівнем освітленості 200 лк для комфортної тривалої роботи, індексом кольоропередачі не менше 80 для природного сприйняття вигляду продуктів [11].



Рисунок 2.3 – Норми освітленості кімнат у квартирі

Також слід зазначити, що індекс передачі кольору (R_a) для всіх інших житлових зон та місць тривалого перебування людей, має становити не менше 80, оскільки цей показник безпосередньо впливає на достовірність сприйняття кольорової гами інтер'єру, природний вигляд відтінків шкіри тощо. Використання джерел світла з високим рівнем кольоропередачі є необхідною умовою для створення психологічно комфортного середовища, що дозволяє мінімізувати зорову втому та забезпечити відповідність освітлювальної установки сучасним вимогам до якості життя в житлових просторах.

Варто додати і про коефіцієнт пульсації (K_p), який є критично важливим аспектом створення біологічно адекватного та безпечного світлового середовища, оскільки тривалий вплив невидимих оком коливань світлового потоку безпосередньо впливає на центральну нервову систему та загальне самопочуття людини. Відповідно до нормативного документа житлові приміщення, яке характеризується довготривалим перебуванням, K_p не повинен перевищувати 15%, що забезпечує необхідний рівень візуального комфорту та запобігає прихованій зоровій втомі. Тоді як для приміщень з підвищеним зоровим навантаженням K_p обмежується рівнем 10%.

2.3 Вибір та параметри виконання світлових приладів

Вибір світлових приладів є визначальним етапом проєктування, що не лише формує візуальну цілісність інтер'єру квартири, а й створює підґрунтя для підтримки здорового психофізіологічного стану людини. Підбір відповідного обладнання базується на комплексному аналізі світлотехнічних характеристик та конструктивних особливостей приладів, які мають забезпечувати стабільність світлового середовища у кожній функціональній зоні. Окрему увагу необхідно також приділити і параметрам виконання приладів, наприклад, ступеню захисту від пилу та вологи для таких приміщень, як кухня і санвузол, а також особливостям світлорозподілу, що визначається типом використаних розсіювачів та оптичних систем. Крім того, під час вибору необхідно враховувати загальну методику виконання освітлювальної установки, яка передбачає функціональне зонування простору та контроль контрастів освітленості на межах робочих поверхонь і зон відпочинку.

Для проєкту освітлення квартири пропонується використання комбінації вбудованих світлових приладів, що дозволяє поєднати сучасні стилістичні рішення з високою функціональністю інтер'єру. Основу освітлювальної установки становить обладнання італійської компанії iGuzzini – одного зі світових лідерів у сфері світлотехнічного дизайну, відомого своїми інноваційними оптичними системами. Вибір даного виробника обумовлений високою якістю виконання приладів та використанням передових технологій, що забезпечують ефективний розподіл світлового потоку та високий рівень візуального комфорту.

1. Вбудовані круглі світильники моделі Reflex двох серій – Q961.01 та P510. Даний тип приладу оснащений світлодіодним джерелом світла з технологією С.О.В. (спеціальний метод виробництва світлодіодів), що забезпечує стабільний світловий потік теплого білого спектра. Важливою особливістю обраної моделі є дуже широкий кут світлорозподілу, що дозволяє

сформувати рівномірне загальне освітлення простору. Також даний тип світильників характеризується високим ступенем кольорової передачі, що сприяє природному сприйняттю інтер'єру. Корпус світильника виготовлений із литого під тиском алюмінію з пасивною системою тепловідведення, а оптична частина захищена пофарбованим у білий колір рефлектором із покриттям проти подряпин [12].

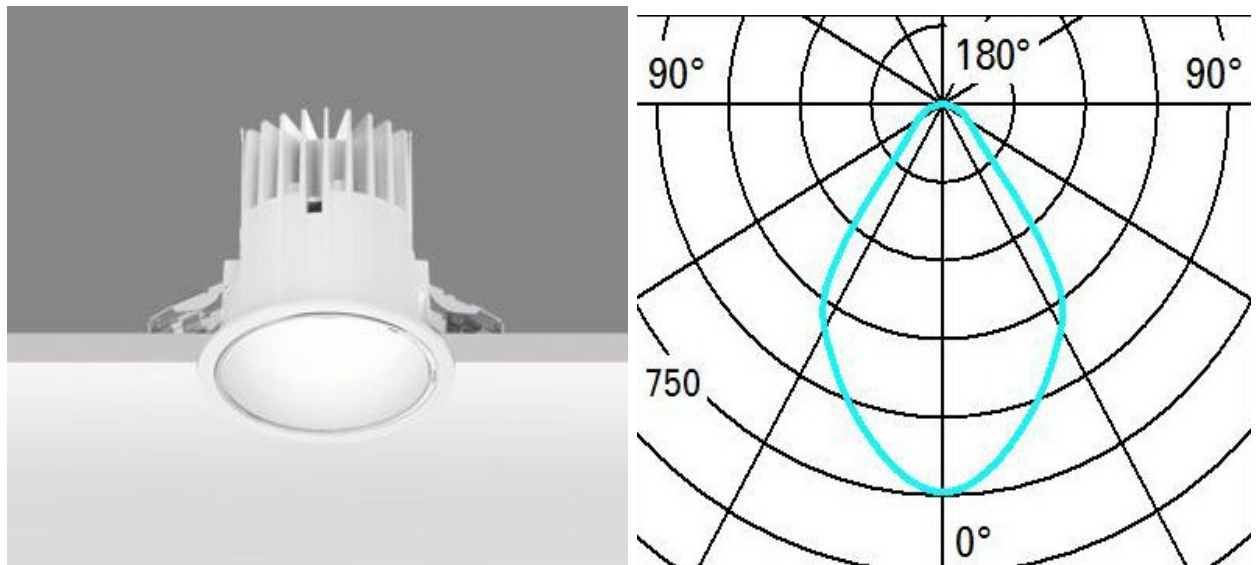


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд та крива сили світла світильника моделі Reflex

Таблиця 2.2 – Технічні параметри світильників

Параметр	Модель Reflex серії Q961.01	Модель Reflex серії P510
Світловий потік	1000	1620
Споживана потужність	14	18
Світлова віддача	72	84
Колірна температура	2700	3500
Оптика та кут випромінювання	VWF (Very Wide Flood) 74°	VWF (Very Wide Flood) 74°
Індекс кольоропередачі (CRI)	80	90

Продовження таблиці 2.2

Ступінь захисту (IP)	IP20	IP44
Тип керування	DALI-2	DALI
Габаритні розміри	Діаметр: 109 мм; висота: 95 мм; врізний отвір: 96 мм	Діаметр: 109 мм; висота: 95 мм; врізний отвір: 96 мм

У зоні кухні передбачено застосування світильників серії P510, що характеризуються підвищеним ступенем захисту та відповідною колірною температурою, що є критично важливим для забезпечення безпеки та комфорту в умовах даного приміщення, а для освітлення коридору пропонується використання світильників серії Q961.01, технічні параметри яких дозволяють створити рівномірне та якісне світлове середовище у прохідних зонах.

2. Вбудований круглий світильник Laser (модель P318). Світлотехнічне рішення даного світильника базується на використанні світлодіодного джерела світла з колірною температурою 3000 K та високим індексом кольоропередачі CRI 90, що забезпечує природне відтворення відтінків. Конструктивна особливість моделі із заглибленим розташуванням світлодіода та наявністю захисного скла дозволяє мінімізувати пряму сліпучу дію та підвищити рівень візуального комфорту. Завдяки використанню високоефективної оптичної системи та алюмінієвого корпусу з оптимізованим тепловідведенням, дозволяє формувати якісне загальне освітлення. Зазначений світловий прилад пропонується встановити у зоні ванної кімнати. Слід зазначити, що даний тип приміщення характеризується високим ступенем вологості, тому забезпечення надійного захисту світильника від такого впливу є необхідною умовою проектування. Відповідно, обраний прилад має ступінь захисту IP44, що повністю відповідає поставленим технічним вимогам щодо безпечної експлуатації в умовах вологого середовища [12].

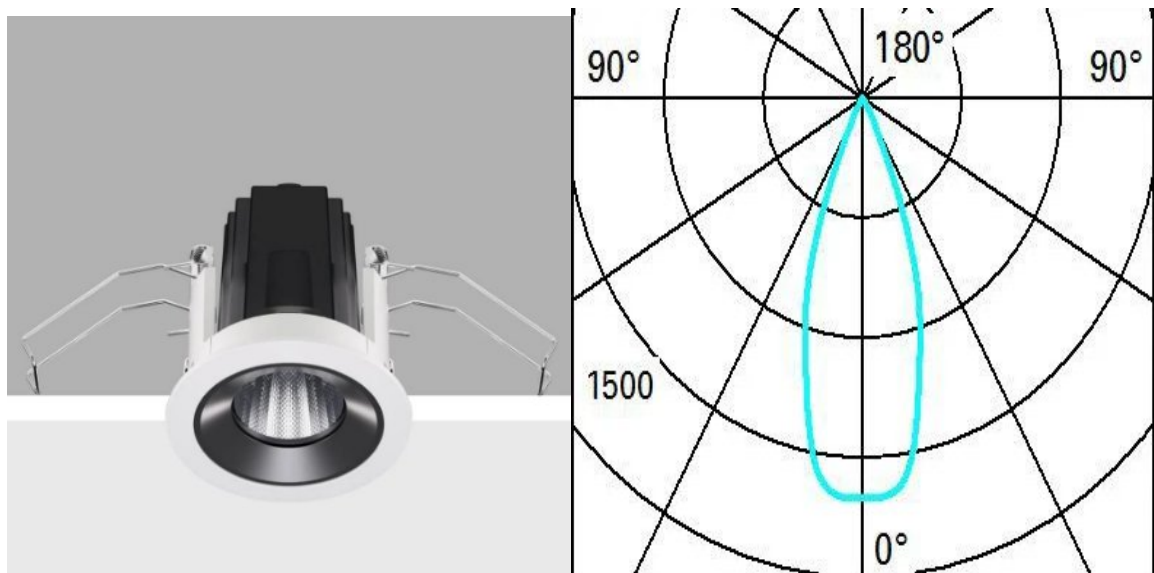


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд та крива сили світла світильника моделі Laser

Таблиця 2.3 – Технічні параметри світильника

Параметр	Модель Laser серія P318
Світловий потік	800
Споживана потужність	9
Світлова віддача	95
Колірна температура	3000
Оптика та кут випромінювання	Flood 38°
Індекс кольоропередачі (CRI)	90
Ступінь захисту (IP)	IP44
Габаритні розміри	Діаметр: 83 мм; висота: 80 мм; врізний отвір: 75 мм

3. Круглий стельових світильників серії Isola (модель QL66). Головною технічною перевагою обраної моделі є підтримка технології Tunable White (2500K–6500K), що дозволяє динамічно змінювати колірну температуру залежно від часу доби або сценарію використання приміщення, забезпечуючи

психофізіологічний комфорт мешканців. Світильник оснащений сатиновим метакрилатним дифузором, який формує м'яке розсіяне випромінювання з високим індексом кольоропередачі. Конструкція приладу виконана на базі екструдованого алюмінієвого профілю з пасивним відведенням тепла, що гарантує стабільність роботи світлодіодів [12].

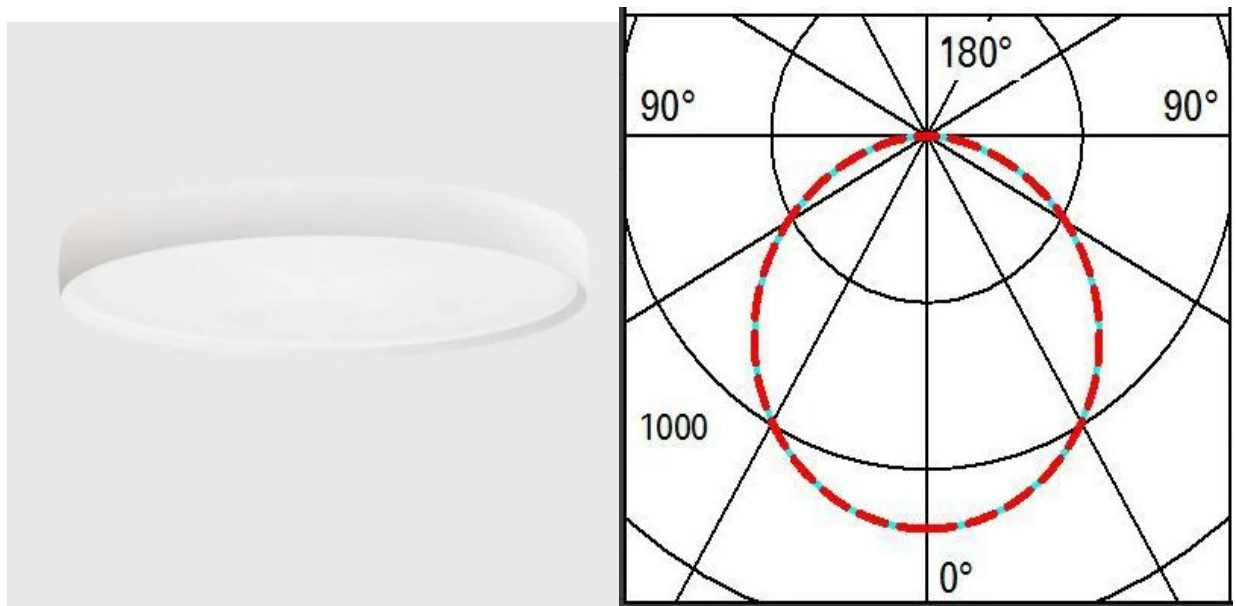


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд та крива сили світла світильника моделі Isola

Таблиця 2.4 – Технічні параметри світильника

Параметр	Модель Isola
Світловий потік	3200
Споживана потужність	18
Світлова віддача	95
Колірна температура	Можливість вибору від дуже теплого до холодного білого світла (технологія Tunable White)
Оптика та кут випромінювання	GL
Індекс кольоропередачі (CRI)	90
Ступінь захисту (IP)	IP20

Продовження таблиці 2.4

Тип керування	DALI-2
Габаритні розміри	Діаметр: 597 мм; висота: 110 мм

Застосування світильників серії Isola пропонується у якості загального освітлення в зонах вітальні та спальні, що дозволяє ефективно оптимізувати світловий простір житлових просторів завдяки поєднанню інноваційних функцій та сучасного дизайну. Завдяки інтеграції у світлого приладу технології Tunable White робить його ідеальним інструментом для багатофункціональних житлових зон. Дизайн серії Isola створює ефект невагомості та візуальної легкості приладу, що для інтер'єру квартири є критично важливим для збереження відкритості стельового простору та уникнення його перевантаження масивними конструкціями. Висока якість світлового середовища гарантується індексом кольоропередачі CRI 90, який забезпечує насичене та природне відображення текстур інтер'єру. Окрему увагу приділено забезпеченню зорового комфорту через низький показник засліплення ($UGR < 19$), що є визначальним для житлових зон, оскільки запобігає прямому сліпучому ефекту та виключає дискомфорт для очей при перебуванні людини у стані спокою.

2.4 Комп'ютерне моделювання системи загального освітлення квартири

Після завершення етапу підбору світлотехнічного обладнання необхідно провести моделювання системи освітлення для обґрунтування прийнятих рішень щодо системи освітлення та підтвердження відповідності обраних світлових приладів встановленим нормам освітленості. Цей етап передбачає побудову цифрової моделі квартири, що включає максимально точне відтворення її геометрії, конфігурації приміщень та характеристик інтер'єру.

Моделювання проводиться у спеціальному програмному забезпеченні DIALux. Це сучасний програмний продукт для професійного розрахунку та

моделювання світлового середовища, який здатний забезпечувати високу точність фотометричних обчислень та відповідність міжнародним стандартам.

Спочатку імпортуємо відповідний план квартири до програмного забезпечення, щоб надалі його використовувати як базу для точного відтворення ліній стін, дверних отворів, та іншої геометрії квартири. На наступному етапі моделювання за допомогою спеціальних інструментів формується загальний зовнішній контур всієї квартири, що в кінцевому результаті дозволяє створити об'ємну структуру приміщення із заданою висотою. Далі робота ведеться з формуванням безпосередньо внутрішнього простору квартири: окреслюються кожне приміщення по внутрішнім контурам стін, при цьому DIALux автоматично розраховує площу кожного приміщення та розрахункові площини на нормативній висоті. Після формування стін у модель додаються активні елементи, що впливають на світлорозподіл, зазвичай це вікна та двері (програма може враховувати проникнення природного світла), різноманітні вирізи, ніші тощо. Наступним етапом відбувається формування внутрішнього інтер'єру кімнат, шляхом додавання тривимірних об'єктів (меблі, технологічного обладнання, елементів декору тощо), що дозволяє програмі точно розрахувати зони затінення та визначити показник дискомфорту у конкретних точках перебування людей. Також можна налаштувати фізичні властивості поверхонь (коефіцієнт відбиття) та задати параметри текстур (ступінь матовості або дзеркальності), що також є важливим для коректного розрахунку непрямого (відбитого) світла та формування достовірного світлового середовища [13].

Після послідовного виконання всіх зазначених етапів моделювання було сформовано модель квартири, яка враховує архітектурні особливості приміщень, розташування меблів. Отримана тривимірна модель квартири, представлена на рисунках 2.6, 2.7.

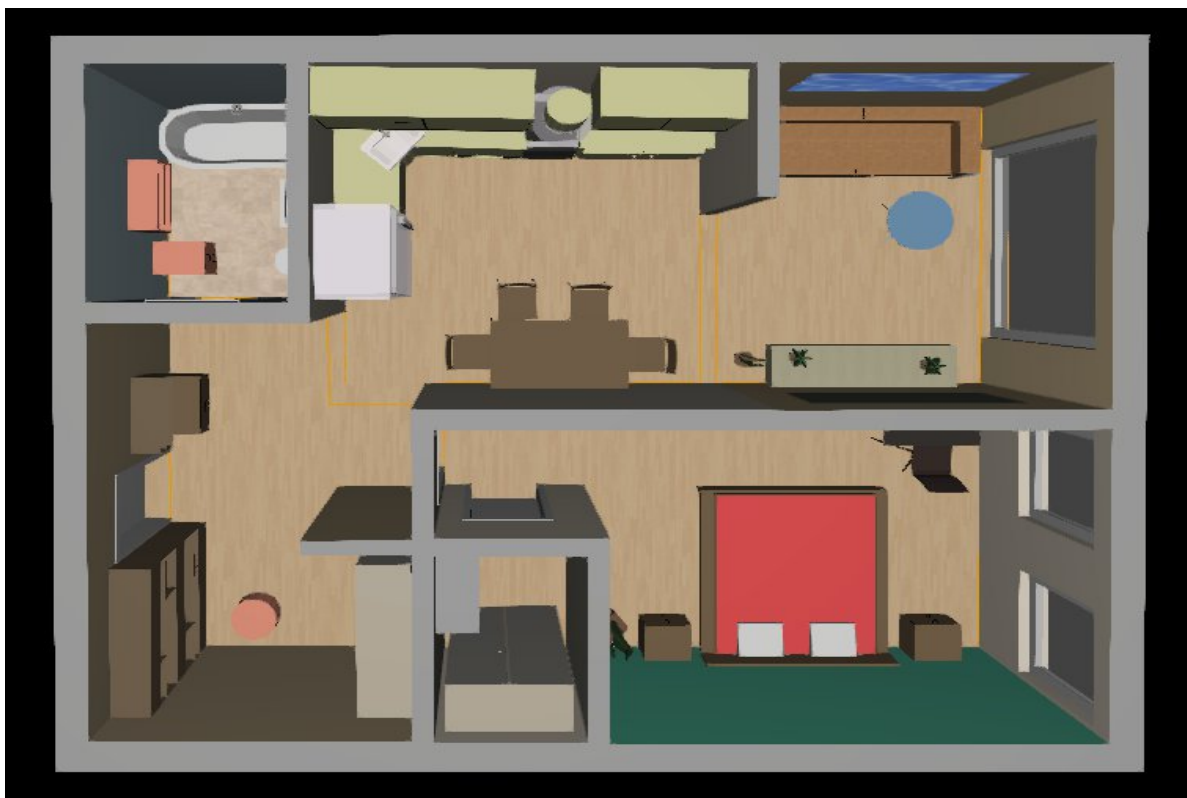


Рисунок 2.7 – Модель квартиры (вид сверху)



Рисунок 2.8 – Модель квартиры (вид спереду)

Коли вже сформована модель квартири, наступним етапом є розміщення обраних світлових приладів на основі реальних фотометричних даних (файли форматів .ldt та .ies), наданих виробниками. Використання специфікацій конкретних фотометричних тіл дозволяє отримати достовірні дані про розподіл світлового потоку, визначити рівні освітленості, а також проаналізувати рівномірність освітлення робочих поверхонь. Після чого здійснюється процес розрахунку освітлення, результати якого формуються у вигляді детальних звітів, наприклад в ізолюксних діаграм або фіктивних кольорах тощо.

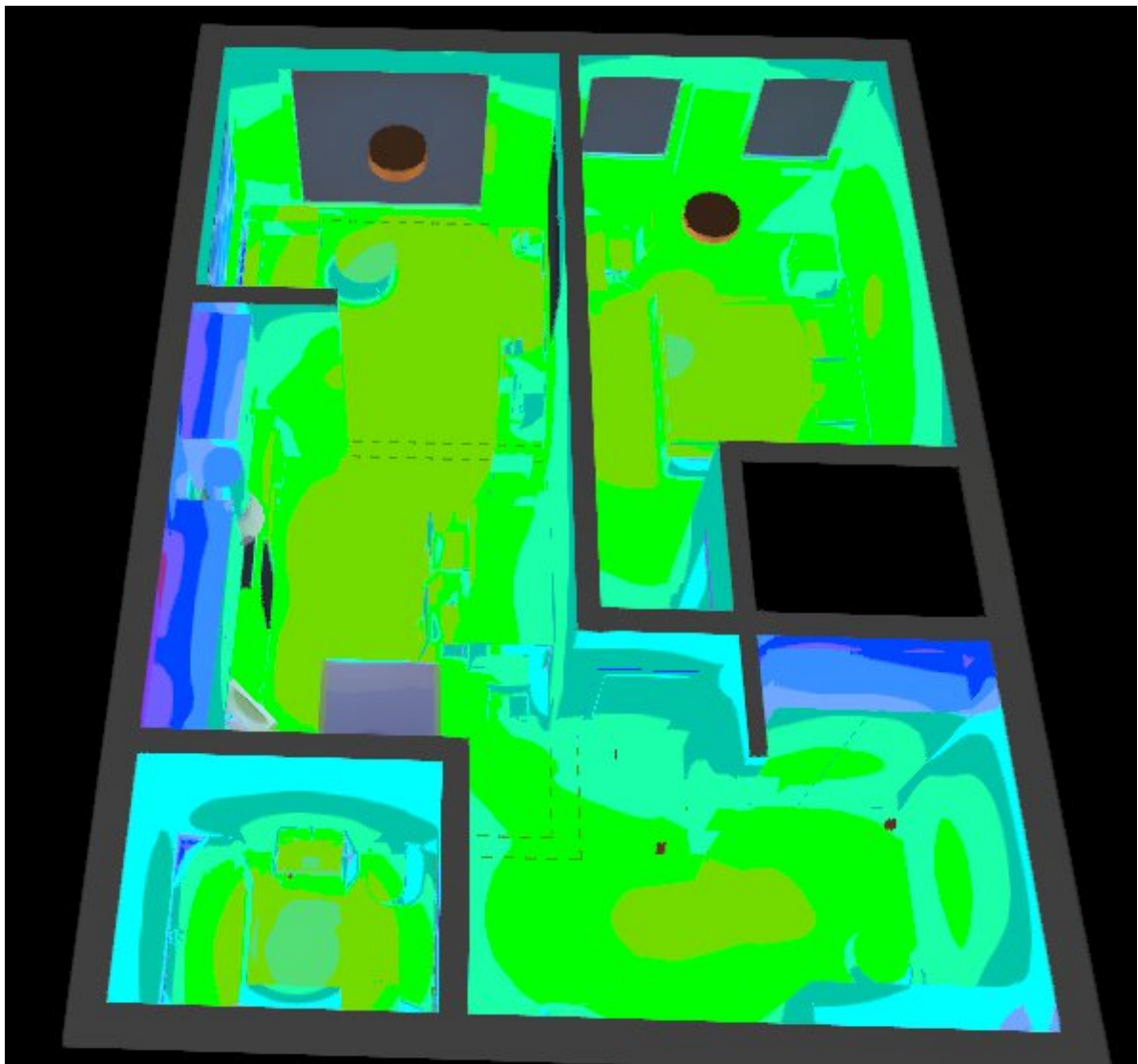


Рисунок 2.9 – Результати моделювання системи загального освітлення у фіктивних кольорах

Аналіз отриманих результатів моделювання підтверджує ефективність прийнятих проєктних рішень та правильність вибору світлотехнічного обладнання. Візуалізація демонструє рівномірний розподіл світлового потоку в межах розрахункових площин приміщень, де переважають зелений та жовтий спектри, що відповідають встановленому діапазону освітленості і задовольняє нормативні вимоги для житлових зон, кухні та коридору.

2.5 Рекомендації щодо формування декоративного освітлення

Аналіз результатів моделювання вказує на наявність у приміщеннях певних локальних зон із недостатнім рівнем прямої освітленості та утворенням тіней, що зумовлено особливостями планування та розміщення об'єктів інтер'єру. Для того щоб прибрати або зменшити наявність тіней та забезпечити нормативні показники освітленості у таких зонах, а також підвищити візуальний рівень комфорту, виникає необхідність у розробці додаткового декоративного та акцентного освітлення. Впровадження таких світлотехнічних рішень дозволить не лише вирівняти загальний світловий фон, а й створити необхідні художні акценти, що підкреслюють функціональне зонування простору та покращують його загальну естетичну привабливість.

Аналізуючи систему освітлення в зоні кухні, можна спостерігати недостатній рівень освітленості безпосередньо над обідньою групою. Згідно з вимогами до ергономіки житлового простору, над поверхнею столу необхідно забезпечити інтенсивне акцентне освітлення, оскільки цей функціональний вузол потребує особливого світлового сценарію. Недостатня освітленість у обідній зоні є неприпустимою, оскільки належний рівень світлового потоку не лише формує сприятливу психологічну атмосферу для споживання їжі, а й забезпечує коректне сприйняття природних кольорів та текстур продуктів. Освітлення цієї ділянки потребує застосування приладів, які поєднують у собі естетичну привабливість із високими технічними характеристиками, зокрема

високим індексом кольоропередачі. Такий підхід дозволяє інтегрувати декоративні світильники як акцентні елементи інтер'єру, одночасно гарантуючи якісне та функціональне світлове середовище, що відповідає сучасним вимогам ергономіки житлового простору. Тому пропонується у якості світильника обрати підвісну декоративну люстру Bellita, яка складається з каскаду алюмінієвих елементів різного діаметру.



Рисунок 2.10 – Візуалізація обідньої зони з люстрою Bellita

Обов'язково необхідно забезпечити організацію локального освітлення та відповідний рівень освітлення над робочою поверхнею кухонної стільниці. Дана зона характеризується виконанням точної роботи, пов'язаних з приготуванням їжі та користування гострим приладдям, що зумовлює

необхідність високої зорової концентрації та дотримання вимог безпеки. До того ж відповідно рівень освітленості на цій зоні повинен бути не менше 300 лк. Тому для забезпечення заданих умов пропонується встановити вбудовані точкові світильники безпосередньо у нижню частину навісних меблевих модулів.



Рисунок 2.11 – Візуалізація робочої зони кухні

Особливої уваги потребує формування світлового середовища у вітальні, яка виконує функцію основної зони відпочинку та релаксації, що вимагає застосування спеціалізованих світлодизайнерських рішень. З метою створення затишної атмосфери та забезпечення високого рівня візуального комфорту, пропонується використання комбінованих прийомів декоративного

та локального освітлення у відповідних локаціях. Пропонується у зоні розміщення телевізора облаштувати контурне підсвічування екрану за допомогою LED-стрічки, що дозволить створити комфортний м'який світловий фон. У доповнення до такого освітлення пропонується симетрично розташувати настінні світильники-бра моделі Goldlux 324412 Elissa G9 з двостороннім (спрямованим вгору та вниз) світлорозподілом, що створить світлові акценти, підкреслюючи архітектурні рельєфи та дадуть почуття простору візуальної глибини.



Рисунок 2.12 – Візуалізація декоративного та акцентного освітлення вітальні

Спальня – це особлива зона, головною метою якої є забезпечення психофізіологічного відновлення та повноцінного відпочинку людини. Тому крім базової системи загального освітлення, критично важливим є

проектування багаторівневого світлового середовища, що включає продумані сценарії локального, акцентного та декоративного освітлення. Для створення затишної та індивідуальної атмосфери пропонується реалізувати комплекс кількох світлотехнічних рішень: для створення м'якого світла та візуального збільшення об'єму кімнати застосовано LED-підсвічування штор теплого спектра (закарнизна підсвітка); використання сучасних декоративних настінно-підвісні світильники по обидві сторони спального місця (це світлові спрямовані модулі та циліндричні елементи розсіяного світіння); зона робочого місця виділена локальним джерелом світла – настільною лампою.



Рисунок 2.13 – Візуалізація системи освітлення спальні

Відповідно до архітектурно-планувального рішення вхід до спальні здійснюється через такий вузький коридор, який через свою особливість, обмежені геометричні параметри, створює психологічний дискомфорт та відчуття замкненого простору, тому необхідно запропонувати такі рішення, які б забезпечили оптичне розширення меж приміщення та сформували відчуття просторової легкості. З метою цього пропонується, крім традиційного

і звичного стельового освітлення, застосувати настінних світильників-бра з двостороннім світлорозподілом або м'яким розсіяним світінням (модель світильник-бра Matteo S01412AG). Розміщення таких приладів на стінах дозволяє створити ефект відбитого ковзного світла: спрямовані вгору та вниз світлові потоки візуально піднімають стелю та начебто розсувають стіни.



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд світильник-бра Matteo S01412AG та розміщення його на стіні спальні

2.6 Світлотехнічний розрахунок

Світлотехнічний розрахунок пропонується провести методом коефіцієнта використання, який є класичним підходом для розрахунку загального освітлення в житлових приміщеннях. Основна мета розрахунку полягає у визначенні необхідної кількості світильників або одиничної потужності джерел світла для забезпечення нормативного рівня освітленості, який встановлений нормативними документами. Також зазначений метод

базується на значенні коефіцієнта використання, який дорівнює відношенню світлового потоку до повного світлового потоку джерел світла. Даний параметр є інтегральним і враховує геометричні характеристики приміщення, що визначаються через індекс приміщення; світлорозподіл світильників (криві сили світла); коефіцієнт відбиття поверхонь [12]. Для проведення такого світлотехнічного розрахунку для прикладу візьмемо зону кухні. Алгоритм розрахунку наступний:

1. Збір необхідний даних щодо приміщення, де планується провести відповідний розрахунок: визначається площа приміщення, встановлюється нормативна освітленість відповідно до регулюючих документів, визначаються типи світильників та їх світловий потік, визначаються коефіцієнти відбиття стелі, підлоги та стін.

Вхідні дані:

- площа приміщення – 14 м^2 ;
- висота стелі – $2,8 \text{ м}$;
- нормативна освітленість $E_n = 150 \text{ лк}$;
- коефіцієнти відбиття – $\rho_{\text{ст}} = 70\%$, $\rho_{\text{сн}} = 40\%$, $\rho_{\text{п}} = 20\%$.
- джерело світла – LED.
- світловий потік – 1620 лм .

2. Визначення розрахункової висоти. Для розрахунку необхідно знати відстань від світильника до робочої площини за формулою:

$$h_p = H - h_{\text{рп}} - h_{\text{зв}}, \quad (2.1)$$

де H – загальна висота приміщення, м;

$h_{\text{рп}}$ – висота робочої площини від підлоги, м;

$h_{\text{зв}}$ – вертикальна відстань від основної площини стелі до світлового центру світильника, м.

$$h_p = 2,8 - 0,8 = 2,0 \text{ м}$$

3. Далі проводиться розрахунок для визначення індексу приміщення – безрозмірна величина, що характеризує його геометричні пропорції за наступним вираженням:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (2.2)$$

де A, B – довжина та ширина приміщення, м.

$$i = \frac{4 \cdot 3,5}{2 \cdot (4 + 3,5)} = \frac{14}{15} \approx 0,93$$

4. Наступним етапом проводиться вибір коефіцієнта використання світлового потоку, який визначається за довідковими таблицями виробника або стандартами залежно від вищевказаних даних.

На основні нормативних документів обираємо $\eta = 0,42$.

5. Далі визначається кількість необхідних світильників, щоб забезпечити встановлену освітленість. Розрахунок ведеться за основною формулою методу для визначення кількості точок освітлення:

$$N = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot k \cdot z}{F_d \cdot \eta \cdot n}, \quad (2.3)$$

де E_n – встановлена нормована освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу, що враховує старіння (деградацію) ламп та забруднення;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості (коефіцієнт нерівномірності), що враховує падіння освітленості між світильниками;

$F_{\text{л}}$ – повний потік світла, який випромінює обрана модель світильника, лм;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

n – кількість ламп, які встановлені у відповідному світильнику, шт.

Коефіцієнт запасу для світильників з LED становить 1,2. А коефіцієнт нерівномірності – 1,1. Тоді:

$$N = \frac{150 \cdot 4 \cdot 3,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{1620 \cdot 0,42} = \frac{2772}{680,04} = 4,07$$

Після визначення розрахункової кількості світлотехнічного обладнання, отримане значення підлягає округленню до найближчого цілого числа, виходячи з міркувань симетрії розміщення світильників та конструктивних особливостей стелі. Тобто, розрахункова кількість світильників становить $N = 4$ шт.

Також далі можна провести перевірку, шляхом розрахунку фактичної освітленості за такою формулою:

$$E_{\text{факт}} = \frac{N \cdot F_{\text{л}} \cdot \eta}{A \cdot B \cdot k \cdot z} \quad (2.4)$$

Згідно з інженерними нормами, допустиме відхилення фактичної освітленості від нормованої має перебувати в межах $-10\% \dots +20\%$.

$$E_{\text{факт}} = \frac{4 \cdot 1620 \cdot 0,42}{4 \cdot 3,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1} = \frac{2721,6}{18,48} \approx 147,27$$

$$\Delta E = \frac{147,27 - 150}{150} \cdot 100\% = -1,82\%$$

Отриманий результат знаходиться в межах допустимого діапазону відхилень, що підтверджує коректність вибору кількості та потужності світильників для даного приміщення.

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір напруги і джерел живлення

В процесі проектування сучасної освітлювальної установки для житлових приміщень пріоритетним завданням є комплексне науково-технічне обґрунтування вибору номінальної напруги живлення, оскільки цей параметр виступає фундаментальним фактором забезпечення електробезпеки мешканців, енергетичної ефективності системи та тривалості експлуатаційного ресурсу світлотехнічного обладнання. Також важливим аспектом є вибір раціональних електричних схем живлення. Під час цього процесу необхідно провести детальний аналіз архітектурно-планувальної особливості об'єкта та врахування принципів селективності захисту, що дозволяє оптимізувати розподіл електричних навантажень і мінімізувати втрати потужності в мережі.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (далі – ПУЕ) та нормативних правових документів (ДСТУ EN 50160:2023 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності» – основний стандарт, який встановлює номінальні напруги мереж; ДСТУ ІЕС 60038:2015 «Еталонна напруга за ІЕС» – визначає стандартні ряди напруг для систем змінного та постійного струму; ДБН В.2.5-23:2020 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення» – інтегрував в собі сучасні стандарти енергоефективності та забезпечити високий рівень надійності внутрішньобудинкових мереж») вибір системи живлення для сучасної квартири у новобудові визначається ще на етапі підключення об'єкта до зовнішніх мереж електропостачання. Стандартною для України є напруга 220 В при однофазному вводі або 380 В при трифазному вводі (частота 50 Гц). Для квартири площею 59 м² з сучасним набором побутової техніки зазвичай передбачається однофазний ввід з виділеною потужністю 10–12 кВт.

Але слід зазначити, що в межах реалізації стратегічного курсу України на інтеграцію до європейського енергетичного простору та повної гармонізації національної нормативної бази з вимогами ENTSO-E, починаючи з 2025 року, здійснюється остаточний перехід на європейський стандарт номінальної напруги низьковольтних мереж, що становить 230 В. Також слід додати, що такий перехід є технічно прозорим для кінцевого споживача, оскільки переважна більшість сучасного світлотехнічного обладнання та побутових електроприладів, виготовлених за останні роки, розроблені з урахуванням міжнародних стандартів і здатні підтримувати номінальні робочі характеристики в межах зазначених коливань. Відповідно до положень допустиме відхилення напруги в точці приєднання становить 10%, що фактично визначає розрахунковий робочий діапазон функціонування внутрішньобудинкової системи від 207 В до 253 В.

Для забезпечення безаварійної експлуатації електротехнічного комплексу, необхідно обрати раціональну систему заземлення. Дана система заземлення повинна гарантувати не лише високий рівень індивідуального захисту мешканців, а й стабільне функціонування прецизійного електронного обладнання. Для житлового будинку застосовано систему заземлення TN-C-S, яка є раціональним та технічно обґрунтованим рішенням для об'єктів житлового сектору. Дана система передбачає використання комбінованого PEN-провідника на ділянці від трансформаторної підстанції до ввідно-розподільчого пристрою (ВРП) будівлі, де виконується його розщеплення на нульовий робочий (N) та нульовий захисний (PE) провідники [16].

Архітектура енергоспоживання проєктованої освітлювальної установки базується на дворівневій ієрархічній структурі, що дозволяє забезпечити оптимальну трансформацію електричної енергії відповідно до специфічних потреб напівпровідникових джерел світла. Первинний рівень – це безпосередньо мережа змінного струму з номінальною напругою 220(230) В та частотою 50 Гц, яка виступає базовим енергетичним ресурсом для об'єкта, проте потребує подальшого перетворення для забезпечення стабільної роботи

світлотехнічного обладнання. Вторинний рівень складається з комплексу електронних перетворювальних пристроїв – драйверів та блоків живлення, головним завданням яких є адаптація мережевих параметрів до робочих характеристик світлодіодів. Так як в освітлювальній установці квартири обрані світильники є світлодіодними, то виникає особлива необхідність щодо забезпечення високій якості фільтрації напруги для мінімізації коефіцієнта пульсації світлового потоку та використання пониженої напруги 12 В або 24 В постійного струму. Для цього встановлюються у світлотехнічні модулі драйвери. Також для більшості обраних світильників передбачається функція димування, в якій застосовуються драйвери з підтримкою процесу керування, заснованих на інструкціях DALI-2 і DALI. Світильники з таким керування можна інтегрувати у систему розумного будинку.

3.2 Аналіз схеми живлення

Традиційний приклад зовнішнього постачання багатоповерхових будинків являє собою ієрархічний принцип розподілу електричної енергії. Одним з основним системним елементами тут можуть виступати:

1. Головний розподільчий щит (ГРЩ) – це низьковольтний комплектний пристрій, що являє собою сукупність комутаційної, захисної, вимірювальної та регулювальної апаратури, змонтованої на єдиній конструктивній основі, і призначений для прийому, обліку та подальшого розподілу електричної енергії певного значення номінальної напруги.
2. Ввідно-розподільний пристрій (ВРП) – це низьковольтний комплектний пристрій, інтегрований у точку вводу живильної лінії в будівлю (або її окрему частину), що призначений для прийому електричної енергії, її розподілу за функціональними групами споживачів, а також для оперативного керування електроустановкою та забезпечення багаторівневого захисту відхідних ліній від перевантажень, струмів короткого замикання та диференційних струмів витоку [16].

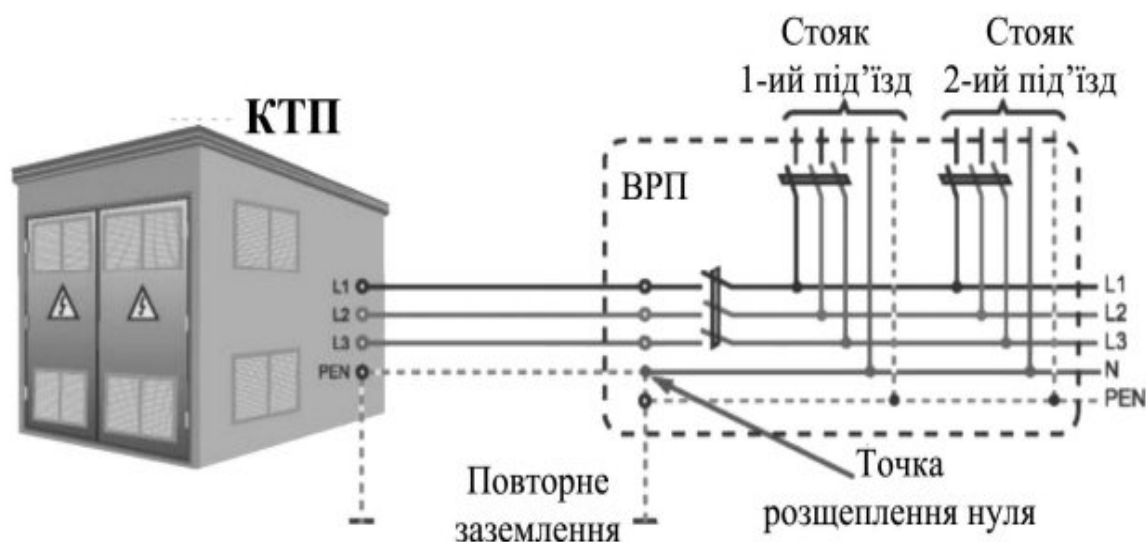


Рисунок 3.1 – Схема живлення багатоквартирного будинку

В зазначені схемі КТП – комплектна трансформаторна підстанція (є первинним джерелом енергії), яка отримує високу напругу з міської або районної мережі і за допомогою силового трансформатора знижує її до побутового рівня, з системою глухозаземленої нейтралі, що є базовою умовою для реалізації обраної схеми заземлення. Від КТП до будівлі прокладається чотирипровідна магістральна лінія, що складається з трьох фазних провідників та суміщеного нульового провідника PEN. Центральним конструктивним елементом безпосередньо на схемі є ввідно-розподільчий пристрій (ВРП), який зазвичай виконується у вигляді металевої шафи з розміщеною всередині комутаційною апаратурою та головною заземлювальною шиною. Від ВРП відходять вертикальні ділянки мережі – стояки першого та наступних під'їздів, які конструктивно реалізовані як п'ятипровідні лінії. Система також включає зовнішній контур заземлення підстанції та локальний контур повторного заземлення біля вводу в будинок, фізично з'єднаний із заземлювальною шиною ВРП.

Функціонально схема забезпечує поетапне перетворення та безпечний розподіл електричної енергії. На початковому етапі система працює за схемою TN-C, де нульовий робочий і захисний провідники об'єднані в одному PEN-провіднику магістральної лінії. Ключова функціональна трансформація

відбувається у ввідно-розподільчому пристрої (ВРП), де здійснюється розщеплення PEN-провідника на окремі нульовий робочий (N) та нульовий захисний (PE) провідники. У результаті цього внутрішні мережі будівлі функціонують за системою TN-S, що забезпечує підвищений рівень електробезпеки споживачів.

Після цього процес електропостачання переходить до стадії внутрішньобудинкового розподілу електричної енергії через систему вертикальних магістралей – стояків. Для даного проєкту прийнято рішення про улаштування одного магістрального стояка на кожну секцію будівлі, що відповідає розрахунковому навантаженню та вимогам нормативних документів. Вертикальна магістраль (стояк) розміщується поза межами житлових приміщень, у зонах загального користування (коридорах або інженерних шахтах).

Стояк виконується як трифазна п'ятижильна лінія (L1, L2, L3, N, PE). Для забезпечення рівномірного розподілу навантаження між фазами підключення квартир здійснюється з чергуванням фаз.

На кожному поверсі від стояка передбачаються відгалуження до поверхових розподільчих щитів. Поверховий щиток виконує функції прийому електроенергії, її розподілу між квартирами, а також забезпечує вузол комутаційної апаратури, захисту та індивідуального обліку електроенергії (лічильники), а також додаткове відділення для розміщення слабкострумівих мереж.

Далі електроенергія подається до квартирної розподільчої щитка, який встановлюється всередині квартири. У квартирному щитку здійснюється остаточний розподіл електроенергії на групові лінії (освітлення, розеткові групи, силові обладнання тощо), а також забезпечується їх індивідуальний захист за допомогою автоматичних вимикачів та пристроїв захисного вимкнення.

3.3 Вибір марки проводу та спосіб прокладки електропроводки

Вибір матеріалів для кабельно-провідникової продукції безпосередньо впливає на надійність, пожежну безпеку та термін експлуатації всієї електроустановки. У сучасній практиці для виготовлення провідників найчастіше використовують два метали: мідь і алюміній.

Мідь є найбільш поширеним матеріалом для виготовлення кабелів завдяки своїм позитивним сторонам:

1. Має високу електропровідність. Мідь має один із найнижчих показників питомого опору серед металів. Це дозволяє передавати більші струми при меншому перерізі провідника.
2. Стійкість до окислення. Оксидна плівка на міді незначно впливає на перехідний опір через свою малу товщину.
3. Має високу стабільність контактних з'єднань.

До основних недоліків можна віднести її досить таки відносно велику вартість та питому вагу (мідні кабелі важчі, що створює додаткове навантаження на конструкції при прокладанні магістральних ліній).

Щодо другого металу, який також використовується у якості матеріалів – алюміній – традиційно використовується у промисловості та для прокладання магістральних повітряних і кабельних ліній. До основних переваг можна віднести:

1. Невелику вагу.
2. Низька вартість.
3. Достатня провідність для великих перерізів. При використанні жил великого діаметра різниця в опорі нівелюється за рахунок збільшення площі провідника [16].

Використання алюмінієвих провідників має суттєві недоліки, що знижують надійність мережі. По-перше, швидко утворює стабільну оксидну плівку Al_2O_3 , яка має високий електричний опір і ускладнює контактні з'єднання. По-друге, має схильність до повзучості (деформації в місцях

затиску), що потребує періодичного підтягування контактів або застосування спеціальних клем. По-третє, механічна крихкість алюмінію ускладнює монтаж через ризик перелому жил при перегибах.

Згідно з сучасними стандартами України, всередині житлових будівель дозволяється використання лише мідних кабелів, що не поширюють горіння та мають низьке виділення диму і токсичних газів. Для стаціонарної прокладки мереж освітлення пропонується обрати кабель марки ВВГнг-LS (три монолітні мідні жили, синій колір – нульовий робочий провідник (N), білий – фазний провідник (L), жовто-зелений — захисний провідник (PE)).



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд кабелю ВВГнг-LS

Даний кабель зовнішня оболонка (ізоляція), а також ізоляція кожної окремої струмопровідної жили виготовлена з полівінілхлоридного пластикату. Немає захисної броні (металевих стрічок чи обплетення). Не розповсюджує горіння. До того ж при термічному впливі або тлінні матеріал оболонки виділяє мінімальну кількість диму та токсичних газів.

Прокладка за підвісною стелею є одним із основних способів монтажу освітлювальних електромереж у досліджуваному об'єкті. Кабелі прокладаються в гнучких гофрованих трубах із ПВХ, що забезпечує додатковий механічний захист та зменшує ризик пошкодження ізоляції під час експлуатації та монтажу.

Гофротруба не виконує функцію основного вогнезахисту, оскільки цю роль забезпечує сам кабель з негорючою ізоляцією типу ng-LS, однак сприяє локальному обмеженню поширення пошкоджень і підвищує загальну надійність прокладки.

Кріплення гофрованих труб здійснюється до бетонного перекриття за допомогою пластикових кліпс або металевих хомутів з ізоляційними вставками, що запобігає механічному пошкодженню кабелю та забезпечує надійну фіксацію траси.

Прокладка кабельних ліній до вимикачів у межах житлових приміщень виконується прихованим способом, що забезпечує естетичність інтер'єру та відповідність сучасним вимогам електромонтажу. Найбільш доцільним рішенням є прокладання кабелю у вертикальних штробах у стінах від рівня стелі безпосередньо до місць встановлення вимикачів. Такий спосіб дозволяє повністю приховати електропроводку в конструкціях будівлі, забезпечуючи відсутність відкритих кабельних трас у житлових зонах.

У випадку використання конструкцій із гіпсокартону прокладання кабельних ліній здійснюється всередині каркасної системи по металевих профілях з фіксацією кабелю до елементів каркаса. Вимикачі підключаються через вертикальні спуски, що виконуються безпосередньо до монтажних підрозетників. Такий підхід забезпечує мінімальну видимість електропроводки, спрощує монтажні роботи та підвищує рівень електробезпеки. Загалом обидва варіанти прокладання відповідають сучасним вимогам до інженерного оснащення житлових будівель і дозволяють забезпечити надійну та естетично виконану систему електропостачання.

Усі кабельні лінії в межах житлових приміщень прокладаються по вертикальних і горизонтальних трасах із поворотами під прямим кутом 90°, що відповідає вимогам електромонтажних норм. Такий підхід забезпечує уніфікацію трасування електропроводки, полегшує її подальше обслуговування та дозволяє точно визначати розташування кабельних ліній при виконанні ремонтних або монтажних робіт.

3.4 Формування групових мереж освітлення та вибір комутаційно-захисної апаратури

Першим етапом проєктування освітлювальної установки квартири є раціональне розміщення світлових приладів, штепсельних розеток та пристроїв керування освітленням на плані приміщень. Це є необхідною умовою для коректного визначення розрахункових електричних навантажень, на основі яких здійснюється подальший вибір перерізів провідників та комутаційно-захисної апаратури.

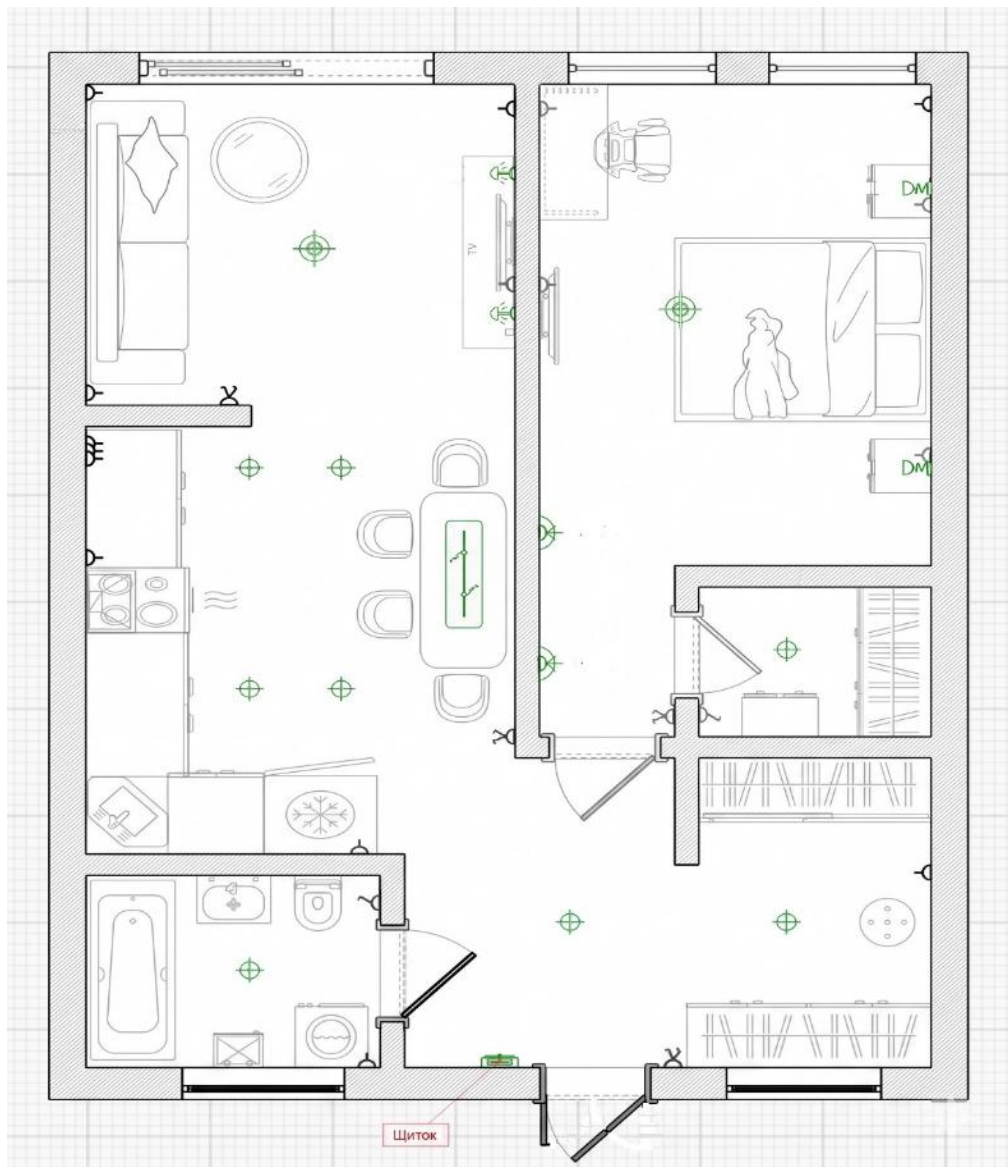


Рисунок 3.3 – План розміщення електроустановчих виробів та світлових приладів

Далі необхідно провести формування групових мереж шляхом розподілу споживачів (світлових приладів та розеток) на окремі функціональні групи. Такий підхід забезпечує селективність захисту, підвищує надійність електропостачання та спрощує подальшу експлуатацію системи. Пропонується наступний розподіл:

1. Група № 1 – призначена для живлення штепсельних розеток кухонної зони. Виділення кухонних розеток в окрему групу є важливим, тому що існує велика ймовірність того, що можливе одночасне використання декількох побутових приладів, що створює значне сумарне пікове навантаження на мережу.
2. Група № 2 – розеткова мережа ванної кімнати. Виділення даної розетки в окрему групу обґрунтовано підключенням пральної машини, яка є потужним електроприймачем із тривалим циклом роботи. Слід зазначити, що ванна кімната класифікується як зона з підвищеною вологістю, тому необхідно обов'язково передбачити використання розетки з відповідним ступенем захисту.
3. Група № 3 – охоплює мережу штепсельних розеток загального призначення в інших приміщеннях квартири (вітальня, спальня).
4. Група № 4 – живлення світлових приладів коридору.
5. Група № 5 – живлення світлових приладів кухні.
6. Група № 6 – забезпечує електроживлення світлових приладів вітальні. Виділення вітальні в окрему лінію створює умови для гнучкого керування світловими сценаріями.
7. Група № 7 – призначена для живлення освітлювальної установки спальні та прилеглої до неї гардеробної зони.

На основі запропонованих технічних рішень та архітектурного планування було проведено схему трасування групових мереж, яка представлена на рисунку 3.4. Прокладання трас виконано з дотримання вимог щодо ортогональності та геометричної прив'язки.

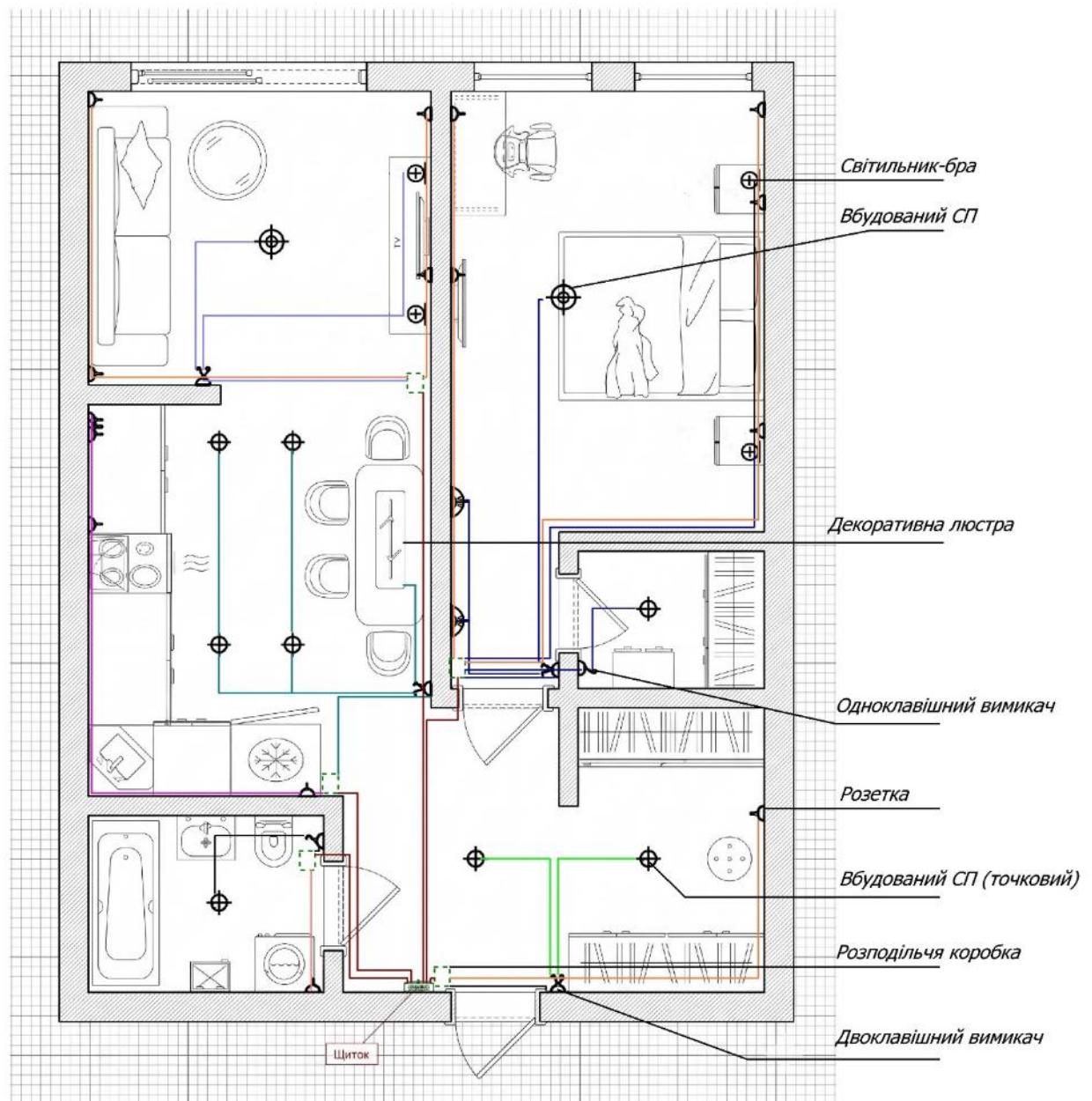


Рисунок 3.4 – План розміщення трас групових мереж

Визначення розрахункової потужності виконується на основі підсумовування навантажень усіх сформованих груп. Основним завданням на даному етапі є коректне визначення потужності розеточної мережі за формулою:

$$P_{\text{роз}} = N \cdot P_{1\text{розетки}}, \quad (3.1)$$

де N – кількість розеток;

$P_{\text{розетки}}$ – розрахункова потужність однієї розетки, кВт.

Так як у проєкті пропонується три групи, які живлять розетки, то для кожної розраховується навантаження:

1 група

$$P_{L1} = 5 \cdot 0,3 = 1,5 \text{ кВт}$$

2 група

$$P_{L2} = 1 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ кВт}$$

3 група

$$P_{L3} = 10 \cdot 0,06 = 0,6 \text{ кВт}$$

Для визначення загального навантаження використаємо наступну формулу:

$$P_{\text{роз}} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}, \quad (3.2)$$

$$P_{\text{роз}} = 1,5 + 2,2 + 0,6 = 4,3 \text{ кВт}$$

Наступні групові мережі призначені для живлення освітлення в кімнатах. Тому розрахунок проводиться за наступною формулою:

$$P_{Ln} = P_{Oy} = (N \cdot P_L) \quad 3.3$$

Таблиця 3.1 – Розрахунок навантажень для групових ліній

	4 група	5 група	6 група	7 група
P_{Ln}	0,028 кВт	0,124 кВт	0,08 кВт	0,112 кВт

$$P_{\text{ЩО}} = 4,3 + 0,028 + 0,124 + 0,08 + 0,112 = 4,6 \text{ кВт}$$

Далі необхідно розрахувати моменти навантажень для кожної групи. Момент навантажень розраховується за наступною формулою:

$$M = L \cdot P, \quad (3.4)$$

де L – відстань від щитка до відповідного споживача, м

P – встановлена потужність окремого споживача або ділянки мережі, кВт

Розрахуємо моменти навантажень для групи, які живлять штепсельні розетки у квартирі:

1 група

$$M_1 = 12,6 \cdot 1,5 = 18,75 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

2 група

$$M_2 = 2,2 \cdot 10,5 = 26,25 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

3 група

$$M_3 = 0,6 \cdot 18,6 = 11,16 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Наступні групи призначені для живлення світлових приладів у квартирі.

Таблиця 3.2 – Розрахунок моментів для групових ліній

	4 група	5 група	6 група	7 група
M_n	0,12 кВт · м	0,95 кВт · м	1,12 кВт · м	2,02 кВт · м

$$M_{\text{що}} = 18,75 + 26,25 + 11,16 + 0,12 + 0,95 + 1,12 + 2,02 = 60,12 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Наступним етапом розраховуємо площу перетину проводів для групових мереж квартирної щитки освітлення. Відповідна зазначена площа розраховується за наступною формулою:

$$S = \frac{\alpha \cdot M}{c \cdot \Delta U_{\text{доп}}}, \quad (3.5)$$

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

M – приведений момент, кВт · м

c – коефіцієнт, що залежить від матеріалу провідника, напруги та системи живлення

$\Delta U_{\text{доп}}$ – допустима втрата напруги, %

Таблиця 3.3 – Розрахунок площ перетинів проводів

	1 група	2 група	3 група	4 група	5 група	6 група	7 група
S	1,7	2,38	1,41	0,76	0,81	0,86	0,98

Відповідно до існуючих стандартів щодо перерізів обираємо наступні значення:

Таблиця 3.4 – Обрані площі перетинів проводів

	1 група	2 група	3 група	4 група	5 група	6 група	7 група
S	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5

На основі розрахунків для формування внутрішніх мереж обрано мідний кабель марки ВВГнг-LS. Для розетних груп (Гр. № 1–3) прийнято переріз жил 3 на 2,5 мм², що забезпечує необхідну пропускну здатність для побутових приладів. Для груп освітлення житлових та транзитних зон (Гр. № 4–7) обрано кабель перерізом 3 на 1,5 мм², що повністю задовольняє вимогам механічної міцності та допустимого нагріву провідників.

Особливо важливо правильно підібрати апарати захисту для групових ліній, тому що від цього залежить надійність роботи електропроводки. Дані технічні прилади забезпечують захист кабелів від перевантаження,

перегрівання та горіння, завдяки їх здатності своєчасно розривати ланцюг живлення у разі аварійної роботи. Для цього в електричному щитку встановлюють відповідні автоматичні вимикачі.

Підбір автоматичних вимикачів виконується на основі розрахункового струму навантаження та допустимого тривалого струму обраного кабелю, при цьому номінальний струм автоматичного вимикача повинен бути більшим або рівним робочому струму лінії, але не перевищувати допустимого струмового навантаження провідника, що забезпечує надійний захист кабельної лінії від перевантаження та короткого замикання.

Відповідно до допустимого струмового навантаження, пропонується для груп (1, 3), які призначені для живлення розеткової мережі, встановити автоматичні вимикачі з номіналом 16 А та з характеристикою спрацювання С, тому що розетки, наприклад в кухні, характеризуються можливістю підключення одночасно побутових приладів, що може призвести до збільшення навантаження та виникнення короточасних пускових струмів. Слід зазначити, що для електроживлення ванної кімнати (група 2), враховуючи специфіку приміщення з підвищеною вологістю, передбачено встановлення диференційного автоматичного вимикача, який поєднує в собі функції захисту від перевантажень і коротких замикань із функціями пристрою захисного вимкнення зі струмом витoku 30 мА, що дозволяє забезпечити надійний рівень електробезпеки та захистити людину від ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції. Для груп електропостачання систем освітлення (групи 4–7) передбачено встановлення індивідуальних автоматичних вимикачів з номінальним струмом 10 А та часо-струмовою характеристикою типу В, оскільки такий вибір забезпечує підвищену чутливість захисту до струмів короткого замикання невеликих значень, що є критично важливим для швидкого знеструмлення лінії та гарантування пожежної безпеки в житлових приміщеннях, де навантаження не характеризується високими пусковими струмами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні задачі охорони праці

Подальше вдосконалення умов праці та підвищення рівня безпеки виробничої діяльності є одними з ключових соціально-економічних завдань розвитку сучасної держави. Ефективна система охорони праці можлива лише за умови неухильного дотримання чинного трудового законодавства, державних нормативно-правових актів, а також встановлених правил і стандартів, що спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників. Важливим фактором у цьому процесі виступає виробнича дисципліна та відповідальне ставлення кожного учасника трудового процесу до вимог безпеки [17].

Основні положення у сфері охорони праці закріплені на конституційному рівні. Зокрема, стаття 43 Конституції України гарантує кожному громадянину право на належні, безпечні та здорові умови праці. Це право є базовою передумовою формування сучасної системи організації праці на підприємствах та в установах.

Створення сприятливих умов для ефективної професійної діяльності передбачає комплексний підхід до організації робочого середовища, який включає як технічні, так і організаційні заходи. Оптимальні умови праці безпосередньо впливають на продуктивність, зменшення рівня виробничого травматизму та професійних захворювань, а також сприяють збереженню фізичного і психологічного здоров'я працівників.

З цією метою розробляється та впроваджується система нормативів і вимог з охорони праці, дотримання яких забезпечує мінімізацію шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Реалізація цих заходів дозволяє не лише підвищити ефективність праці, а й значною мірою подовжити активний трудовий період працівників та зберегти їхнє здоров'я на довгострокову перспективу.

4.2 Аналіз умов мікроклімату в приміщенні

Проектоване приміщення відноситься до житлових кімнат, де основні функції пов'язані з відпочинком, побутовою діяльністю та частковим використанням електронних пристроїв. Такі приміщення не належать до виробничих зон, однак потребують забезпечення нормативних параметрів мікроклімату відповідно до санітарних вимог і будівельних норм, зокрема ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки» та чинних санітарних регламентів щодо мікроклімату житлових приміщень [18, 19].

На відміну від виробничих приміщень, у житловому середовищі відсутні значні теплові навантаження від технологічного обладнання. Основними джерелами тепловиділень є побутові електроприлади, система штучного освітлення, а також самі мешканці. Сучасні світлодіодні джерела світла характеризуються низьким тепловиділенням, що мінімізує вплив на загальний тепловий баланс приміщення.

Відповідно до санітарних норм, для житлових приміщень встановлюються оптимальні параметри мікроклімату, які забезпечують комфортні умови проживання, нормальне самопочуття людини та підтримання її працездатності у побутовій діяльності [19].

Таблиця 4.1 – Оптимальні параметри мікроклімату житлового приміщення

Параметр	Холодний період року	Теплий період року
Температура повітря	20–22 °C	22–25 °C
Відносна вологість повітря	40–60 %	40–60 %
Швидкість руху повітря	до 0,1 м/с	до 0,2 м/с

Забезпечення зазначених параметрів досягається за рахунок ефективної роботи систем опалення, природної або механічної вентиляції, а також раціонального планування приміщення та використання енергоефективних джерел освітлення. Дотримання норм мікроклімату є важливим фактором формування комфортного та безпечного житлового середовища, а також запобігання негативному впливу на стан здоров'я людини.

4.3 Аналіз освітленості

Освітлення проєктованого житлового приміщення формується за рахунок поєднання природного та штучного джерел світла. Природне освітлення є основним у денний час і надходить через віконні прорізи, забезпечуючи достатній рівень освітленості для повсякденної діяльності людини. У вечірній та нічний час, а також при недостатньому рівні природного світла, використовується система штучного загального та локального освітлення.

Нормування освітлення житлових приміщень здійснюється відповідно до вимог будівельних норм та санітарних регламентів, зокрема ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Для житлових кімнат основним критерієм є забезпечення комфортних умов зорового сприйняття під час побутової діяльності, відпочинку та роботи з дрібними предметами.

У межах житлового приміщення характер зорової роботи відноситься до робіт невисокої точності, однак у випадках читання, роботи з гаджетами або виконання дрібних побутових операцій вимагається достатній рівень освітленості для запобігання зоровому напруженню. Орієнтовний рекомендований рівень штучного освітлення для житлових кімнат становить 150–200 лк, а в зонах підвищеної зорової активності (робоче місце, зона читання) – до 300 лк [11].

Раціональне поєднання природного та штучного освітлення, а також правильне розташування світильників у просторі дозволяє забезпечити

рівномірний розподіл світлового потоку, зменшити контрастність та створити комфортні умови перебування в приміщенні протягом доби.

4.4 Аналіз акустичного клімату в житловому приміщенні

Акустичний комфорт у житлових приміщеннях є важливим фактором забезпечення сприятливих умов проживання, оскільки рівень шуму безпосередньо впливає на якість відпочинку, психофізіологічний стан людини та загальне самопочуття. У житловому середовищі джерела шуму поділяються на зовнішні (вуличний транспорт, інженерна інфраструктура будівель) та внутрішні (побутова техніка, системи вентиляції, електронні пристрої, а також робота систем освітлення та живлення).

У житловому приміщенні основними внутрішніми джерелами шуму є малопотужні побутові електроприлади, блоки живлення імпульсного типу тощо. Сучасне електрообладнання характеризується низьким рівнем акустичного впливу, а високочастотні складові шуму, як правило, знаходяться поза межами чутності людського вуха або мають мінімальний вплив на акустичний комфорт.

Нормування шумового навантаження у житлових та громадських будівлях здійснюється відповідно до вимог ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» та Наказу МОЗ України № 463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будівель і на території житлової забудови» [20, 21].

Відповідно до зазначених нормативних документів, допустимі рівні шуму в житлових приміщеннях становлять:

- у денний час (08:00–22:00): еквівалентний рівень до 40 дБА, максимальний – до 55 дБА;
- у нічний час (22:00–08:00): еквівалентний рівень до 30 дБА, максимальний – до 45 дБА.

Аналіз акустичного середовища житлового приміщення показує, що рівень шуму від внутрішніх джерел є незначним і не перевищує допустимих нормативних значень. Це забезпечує комфортні умови для відпочинку, сну та повсякденної життєдіяльності. Додаткове зниження акустичного навантаження досягається за рахунок використання сучасного малошумного електрообладнання, якісної звукоізоляції огорожувальних конструкцій та раціонального функціонального зонування простору.

4.5 Розробка заходів щодо забезпечення нормативних параметрів мікроклімату. Підбір необхідного типу кондиціонера

Системи вентиляції та кондиціонування повітря у житлових приміщеннях застосовуються для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, підтримання належної якості повітря та створення комфортних умов проживання. Основні параметри, що регламентуються будівельними та санітарними нормами (зокрема ДБН В.2.2-15:2019 та чинними санітарними вимогами) включають температуру повітря, відносну вологість та швидкість повітряних потоків.

Для оцінки потреби у вентиляції виконується розрахунок теплового балансу житлового приміщення, який дозволяє визначити надлишкові тепловиділення та відповідну кратність повітрообміну або необхідну продуктивність системи кондиціонування.

Сумарне надходження тепла в приміщення визначається за формулою:

$$Q = Q_{\text{поб}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{поб}}$ – виділення тепла від побутових приладів;

$Q_{\text{л}}$ – надходження тепла від людей;

$Q_{\text{осв}}$ – виділення тепла від електричного освітлення;

$Q_{\text{рад}}$ – надходження тепла через зовнішні конструкції.

$$Q_{\text{поб}} = 860 \cdot N \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.2)$$

де N – кількість обладнання ;

P – потужність;

K_1 – коефіцієнт використання потужності;

K_2 – коефіцієнт одночасності роботи.

$$Q_{\text{поб}} = 860 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 68,8 \text{ ккал/год}$$

Тепловиділення від людей:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q, \quad (4.3)$$

де n – кількість людей у приміщенні;

q – кількість тепла, виділюваного однією людиною, 125 ккал/година.

$$Q_{\text{л}} = 3 \cdot 125 = 375 \text{ ккал/год}$$

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot P \cdot K, \quad (4.4)$$

де P – сумарна настановна потужність освітлювальної установки;

K – коефіцієнт способу установки приладів електроосвітлення.

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot 0,56 \cdot 0,5 = 240,8 \text{ ккал/год}$$

Величина $Q_{\text{рад}}$ для західної півкулі 50-й широти береться рівної 135 ккал/годину. Підставляючи відповідні значення у формулу для розрахунку надходження тепла в приміщення, одержимо:

$$Q = 68,8 + 375 + 240,8 + 135 = 819,6 \text{ ккал/год}$$

Зробимо розрахунок необхідної кратності повітрообміну по надлишкам тепла, що надходить:

$$L = \frac{Q}{C \cdot P \cdot t}, \quad (4.5)$$

де C – питома теплоємність повітря ккал/кг $\times$ град;

p – щільність повітря в приміщенні кг/м³;

t – різниця температури повітря в приміщенні і приточного повітря $^{\circ}\text{C}$.

$$L = \frac{819,6}{0,24 \cdot 1,3 \cdot 5} = 525,3 \text{ (м/година)}$$

Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату та створення комфортних умов проживання доцільно передбачити встановлення побутового кондиціонера з холодопродуктивністю не менше 2,0 кВт.

4.6 Розробка заходів забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека є однією з найважливіших складових безпечної експлуатації житлових приміщень. Пожежа являє собою неконтрольований процес горіння, який супроводжується виділенням значної кількості теплової

енергії, продуктів згоряння та диму, що можуть становити загрозу життю і здоров'ю людей, а також призводити до значних матеріальних збитків.

Основними причинами виникнення пожеж у житлових будинках є несправності електропроводки, короткі замикання, перевантаження електричних мереж, порушення правил експлуатації електроприладів тощо.

Житлове приміщення містить певну кількість горючих матеріалів, до яких належать меблі, декоративні елементи інтер'єру, текстильні вироби, оздоблювальні матеріали та побутові предмети. Наявність електрообладнання та горючого навантаження обумовлює необхідність впровадження комплексу організаційних і технічних заходів щодо запобігання виникненню пожежі та мінімізації її наслідків.

Відповідно до вимог пожежної безпеки, електропроводка повинна виконуватися кабелями з негорючою ізоляцією або такою, що не поширює горіння, а всі електричні кола мають бути захищені автоматичними вимикачами, які забезпечують відключення живлення при перевантаженнях та коротких замиканнях. Для додаткового захисту людей від ураження електричним струмом доцільно передбачити встановлення пристроїв захисного вимкнення [22].

Для оперативної ліквідації можливих загорянь доцільно передбачити використання первинних засобів пожежогасіння. Для житлових приміщень найбільш ефективними є порошкові або вуглекислотні вогнегасники, призначені для гасіння електрообладнання, що перебуває під напругою, а також твердих горючих матеріалів. Рекомендовано встановлення одного вогнегасника місткістю не менше 5–6 кг у доступному та легкодоступному місці поблизу виходу з квартири.

Важливим елементом забезпечення пожежної безпеки є також своєчасне виявлення загоряння. З цією метою рекомендується встановлення автономних димових пожежних сповіщувачів, які дозволяють виявити пожежу на ранній стадії та своєчасно попередити мешканців про небезпеку.

4.7 Надання долікарської допомоги при нещасних випадках

Одним із важливих елементів забезпечення безпечної експлуатації житлового приміщення є готовність до надання домедичної допомоги у разі виникнення нещасних випадків. Домедична допомога являє собою комплекс невідкладних заходів, спрямованих на збереження життя потерпілого, попередження ускладнень та підтримання життєво важливих функцій організму до прибуття медичних працівників [21].

У межах житлового приміщення найбільшу небезпеку можуть становити ураження електричним струмом, опіки, травми внаслідок падіння, а також надзвичайні ситуації, пов'язані з виникненням пожежі. Для своєчасного надання допомоги рекомендується забезпечити наявність у квартирі аптечки першої допомоги, укомплектованої відповідно до чинних рекомендацій.

У разі ураження людини електричним струмом необхідно насамперед припинити дію небезпечного фактора, відключивши електроживлення або безпечним способом відокремивши потерпілого від струмопровідних частин. При цьому забороняється торкатися потерпілого голими руками, якщо він продовжує перебувати під дією електричного струму.

Після усунення небезпеки слід оцінити стан потерпілого: перевірити свідомість, наявність дихання та ознаки кровообігу. Одночасно необхідно викликати екстрену медичну допомогу за номером 103 або доручити це іншій особі.

Якщо потерпілий перебуває без свідомості та не дихає або його дихання є ненормальним, необхідно негайно розпочати серцево-легеневу реанімацію. Реанімаційні заходи включають виконання натискань на грудну клітку з рекомендованою частотою 100–120 натискань за хвилину та глибиною приблизно 5–6 см у дорослої людини. За наявності відповідної підготовки допускається поєднання компресій грудної клітки зі штучною вентиляцією легень.

У разі відновлення самостійного дихання потерпілого необхідно перевести у стабільне бокове положення та постійно контролювати його стан до прибуття медичних працівників. При наявності кровотечі слід вжити заходів для її зупинки, а у випадку опіків – усунути джерело ураження та охолодити пошкоджену ділянку чистою прохолодною водою.

ВИСНОВКИ

1. Було проведено аналіз сучасних підходів до організації освітлення житлових приміщень. Встановлено, що світло в сучасному інтер'єрі є важливим інструментом формування просторового середовища. Визначено, що ефективне проєктування освітлення базується на використанні світлового зонування, багаторівневого освітлення та прийомів візуальної корекції простору, що дозволяє оптимізувати його сприйняття без фізичного перепланування.
2. Було проаналізовано архітектурно-планувальні та функціональні особливості об'єкта проєктування з урахуванням сучасної структури житлового простору. Встановлено, що розглянута квартира має змішану функціональну організацію з поєднанням відкритих і ізольованих зон, що потребує диференційованого підходу до формування світлового середовища.
3. Визначені значення нормованої освітленості для кожного приміщення квартири та зроблено підбір світлових приладів для подальшого їх впровадження у світлове середовище.
4. Проведення моделювання освітлення у програмному забезпеченні DIALux, результати якого підтверджують правильність прийнятих світлотехнічних рішень та обґрунтування вибору освітлювального обладнання.
5. Запропоновано рішення світлового зонування, що базується на поєднанні декоративного, акцентного та локального освітлення для візуального та функціонального розмежування простору, зберігаючи при цьому цілісність інтер'єру.
6. Було виконано електротехнічний розрахунок освітлювальної установки, за результатами якого визначено основні параметри групових електричних ліній та навантажень. На основі отриманих даних обґрунтовано вибір типу кабелів, їх перерізів, а також підібрано відповідні апарати захисту. Отримані результати підтверджують правильність прийнятих рішень та забезпечують

надійну й безпечну експлуатацію освітлювальної системи відповідно до чинних нормативних вимог.

7. Праналізовані умови мікроклімату, освітлення, акустичного клімату. Розраховано необхідну кратність повітрообміну, підібраний необхідний тип кондиціонера. Надані рекомендації з забезпечення пожежної безпеки в приміщенні. Визначені основні правила надання домедичної допомоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zahariev R. The Impact of Interior Lighting on Health and Visual Comfort / Radi Zahariev // SETSCI Conference Proceedings : 7th International Symposium on Innovation in Architecture, Planning and Design (SIAP2025) (Gaziantep, Türkiye, June 27–28, 2025). – 2025. – Vol. 23. – P. 155–158.
2. Wall Washer Lights: The Unsung Heroes of Lighting Design [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.nslusa.com/news/wall-washer-lights-unsung-heroes-of-lighting-design/> (дата звернення 13.05.2026).
3. Литвиненко А. С. Світлові прилади : навч. посіб. для студ. вищ. техн. навч. закл. / А. С. Литвиненко, О. Л. Черкашина ; М-во освіти і науки України, Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 126 с.
4. Ю. Л. Новосилецький. Інноваційні технології в системах зовнішнього та внутрішнього освітлення // Інноваційні технології в світлотехніці та електроенергетиці: сучасні тенденції та виклики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 15–16 трав. 2025 р. / Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова – Харків : 2024. – С. 34 – 37.
5. Вбудовані точкові світильники: особливості та переваги [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://svetilnikof.com.ua/ua/blog/vstroennye-tochechnye-svetilniki-osobennosti-i-preimushchestva> (дата звернення: 15.05.2026).
6. Як візуально розширити простір за допомогою світла [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ledtest.vestum.ua/uk/study/jak-vizualno-rozshiriti-prostir-za-dopomogoj-svitla/> (дата звернення: 15.05.2026).
7. Thanos Balafoutis. Architectural Lighting Simulations as a Method to Evaluate Emotions on Cultural Heritage Building Facades. *Architecture*. 2025. № 5. P. 2 – 22.

8. Намчук О. В. Світловий майстер-план як інструмент сталого розвитку міського середовища. *Регіональні проблеми архітектури та містобудування*. 2025. № 19. С. 35–43.
9. Mansoureh Sadat Jalali, James R. Jones, Elif Tural and Ronald B. Gibbons. Human-Centric Lighting Design: A Framework for Supporting Healthy Circadian Rhythm Grounded in Established Knowledge in Interior Spaces. *Buildings*. 2024. № 14(4).
10. Праслова В. Світло як художній засіб проєктування архітектурного та міського середовища. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. 2023. №66. С. 58–69.
11. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».
12. iGuzzini professional lighting systems/ Architectural lighting, lamps and design [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.iguzzini.com/> (дата звернення: 25.05.2026).
13. Hangga A., Nisa A. M., Apriliyanto M., Afandi M., Pratama D., Aziz M. A., Wijanarko A., Witrianto S. Modelling of lighting system utilizing natural and artificial lighting using DIALux. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 969. P. 12–24.
14. І. Олейнікова, А. Дерев'яновський. Особливості моделювання освітлення зонованого простору в DIALUX // Інноваційні технології в світлотехніці та електроенергетиці: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 16–17 трав. 2024 р. / Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова – Харків : 2024. – С. 83 – 84.
15. Світлотехнічні розрахунки: навч. посібник / Л. А. Назаренко, Т. В. Можаровська, В. С. Чернець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 142 с.
16. Салтиков В. О. Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» та «магістр» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В. О. Салтиков, В. М.

Поліщук, О. Ю. Коляда ; Харків. нац. унів. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 95 с.

17. Закон України «Про охорону праці» : офіційний вебпортал Державної податкової служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tax.gov.ua/pro-sts-ukraini/robota-z-personalom/profesiyniy-rozvitok-personalu/vnutrishni-navchannya/prezentatsii/764197.html> (дата звернення: 07.06.2026).

18. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 46 с.

19. ДСН 3.3.6.042-99. Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1999. 24 с.

20. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 39 с.

21. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будівель і на території житлової забудови : Наказ МОЗ України від 22.02.2019 № 463. [Чинний від 2019-04-12]. Офіційний вісник України. 2019. № 29. С. 98. Стаття 1039.

22. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2015-04-10]. Вид. офіц. Київ : МВС України, 2015. 116 с.

23. Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій : Наказ МОЗ України від 21.05.2007 № 246. [Чинний від 2007-08-03]. Офіційний вісник України. 2007. № 55. С. 91. Стаття 2244.