

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
В.П.Квасніков \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»**

**Тема:** «Розрахунок освітлення коттеджа світлодіодними елементами»

Виконавець \_\_\_\_\_ студент групи 416, Сичевський Микола Петрович  
(підпис) (студент, група, прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Борковська Любов Олексіївна  
(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по-батькові)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Катаєва Марія Олександрівна  
(підпис) (П. І. Б.)

Київ 2021

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра: комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Квасніков В.П. \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Сичевського Миколи Петровича

(П.І.Б. випускника)

1. Тема проекту: «Розрахунок освітлення коттеджа світлодіодними елементами» затверджена наказом ректора від «29.04.2021 686/ст»
2. Термін виконання проекту: з 10.05.2021р по 14.06.2021р
3. Вихідні дані до проекту: планове розташування коттеджу.
4. Зміст пояснювальної записки: Реферат; Вступ; Розділ 1; Розділ 2; Розділ 3; Розділ 4; Висновки.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: залежність світлового потоку світлодіода від температури, залежність терміну служби світлодіодів від температури, вольт-амперна характеристика світлодіода, схема послідовного включення світлодіодів, схема паралельного включення світлодіодів, часові діаграми світлодіодів, ілюстрації світильників, план приміщення, результати розрахунків в програмі DIALux.
6. Календарний план-графік

№з /п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Вивчення та аналіз інформативних та технічних документів щодо світлодіодних елементів.	10.05.2021	
2	Написання вступу та Розділу 1.	15.05.2021	
3	Написання Розділу 2, Розділу 3, Розділу 4.	20.05.2021	
4	Написання висновків та реферату.	30.05.2021	
5	Підготовка доповіді та презентації для захисту дипломної роботи	07.05.2021	

7. Дата видачі завдання: «10» травня 2021 р.

Керівник дипломної роботи (проекту)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Борковська Л. О.

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

Сичевський М. П.

(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Розрахунок освітлення коттеджа світлодіодними елементами» містить: 38 с., 24 рис., 3 табл., 0 графіків, 12 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: система освітлення коттеджу на світлодіодних елементах. Забезпечення мешканців коттеджу оптимальним та комфортним освітленням за нормами.

Мета роботи: розрахунок системи освітлення коттеджу світлодіодними елементами. Енергозбереження за допомогою використання світлодіодних ламп та елементів. Забезпечення мешканців коттеджу оптимальним та комфортним освітленням за нормами.

Методи дослідження: під час виконання дипломної роботи проведено освітлення коттеджа світлодіодними елементами, аналіз роботи світлодіода та виконані розрахунки освітленості, що дають можливість обрати кількість потрібних світильників для заданого приміщення.

Результати роботи можуть бути використані для проектування житлової будівлі типу коттедж.

СВІТЛОДІОД, СВІТЛОДІОДНИЙ ЕЛЕМЕНТ, КОТТЕДЖ,  
ОСВІТЛЕННЯ, РОЗРАХУНОК, ОСВІТЛЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ДЖЕРЕЛО  
ЖИВЛЕННЯ.

## ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ РОБОТИ ТА ЖИВЛЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	7
1.1. Фізичні основи роботи світлодіода.....	7
1.2. Умови ефективної роботи світлодіодів .....	7
1.3. Живлення світлодіодів.....	9
Висновок	
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ТА ОПИС ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ОБРАНИХ ДЛЯ КОТТЕДЖУ.....	14
2.1. Вибір освітлювальних приладів.....	14
2.2. Норми освітленості та вибір параметрів освітлення.....	19
Висновок	
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕНОСТІ КОТТЕДЖУ СВІТЛОДІОДНОЮ СИСТЕМОЮ.....	22
3.1. Аналіз роботи програми DIALux.....	22
3.2. Результат розрахунку коттеджу програмою DiaLux.....	23
3.3. Розрахунок освітленості методом коефіцієнту використання на прикладі спальної кімнати.....	29
Висновок	
РОЗДІЛ 4. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	34
4.1. Вимоги до живлення світлодіодів.....	34
4.2. Розробка структурної схеми джерела живлення.....	34
ВИСНОВКИ	
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

**ПК** – пристрій керування.

**ВАХ** – вольтамперна характеристика.

**ОУ** – освітлювальна установка.

**ОП** – освітлювальний прилад.

**ДЖ** – джерело живлення.

**ККД** – коефіцієнт корисної дії.

**СП** – світловий прилад.

**КСС** – крива сили світла.

**ДС** – джерело світла

## ВСТУП

Сучасне світлодіодне джерело світла відрізняється малими габаритами, високою надійністю, міцністю, хорошими оптичними характеристиками і високою світловіддачею.

Світлодіодне освітлення - один з перспективних напрямків технологій штучного освітлення, засноване на використанні світлодіодів в якості джерела світла. Світлодіоди є ключем до вирішення проблеми енергозбереження, а також є екологічно чистими та мають великий термін служби.

Споживача насамперед цікавить досягнення необхідних проектних значень світлових параметрів у визначеному приміщенні та із заданими світильниками. Зрозуміло, що це завдання є в загальному вигляді дуже складним, маючи на увазі різноманіття конфігурацій приміщень, їхній склад, геометрію розміщувачів світильників, співвідношення між розмірами світильників і відстанями до освітлювальних поверхонь, поглинаючих і відбиваючих характеристик стін, стелі, підлоги тощо.

Гарне освітлення тонізує, підвищує настрій і працездатність. Недолік світла навпаки призводить до швидкої стомлюваності, зниження рівнозбудженості центральної нервової системи. У проектуванні інтер'єру дуже важливим завданням виступає організація його освітлення. Світлодизайн визначає раціональний розподіл джерел штучного світла в приміщеннях. Штучне освітлення виявляє і підкреслює внутрішній простір, забезпечує єдність стилістичного вирішення.

Правильна організація освітлення багато в чому залежить від типу освітлювальних приладів і їх розташування. Тому при виборі системи освітлення коттеджу необхідно враховувати світлотехнічні вимоги, які забезпечують оптимальні умови зорового сприйняття, архітектурно-художні іті, які пов'язані у співвідношенні із введеною системою освітлення щодо характеру архітектури житлових приміщень.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ РОБОТИ ТА ЖИВЛЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

#### 1.1 Фізичні основи роботи світлодіода

Світлодіодом називається напівпровідниковий діод, призначений для перетворення електричної енергії в енергію некогерентного світлового випромінювання. У світлодіодах використовується принцип генерації світла при проходженні електричного струму через кордон напівпровідникового і провідникового матеріалів. [1]

Світлодіоди випромінюють не тільки унікальний за своїми характеристиками світло, а й завидний оптимізм з приводу свого місця на ринку

Світлодіодні лампи, є енергоощадними та споживають від 3 % до 60 % потужності, необхідної для звичайних ламп розжарення, аналогічної яскравості та станом на 2021 рік, мають високий індекс передавання кольору. Удароміцна конструкція твердотілих випромінювачів (світлодіодів), дозволяє використовувати світлодіодні лампи за підвищених вібрацій. Світлодіоди не бояться частих вмикань і вимикань. Термін служби світлодіодної лампи— до 50 000 годин.

Використовуючи світлодіоди можна одержати світло з високою насиченістю кольору. Світлодіоди застосовують в індикаційній техніці (світлові індикатори та інше), при побудові світлодіодних джерел світла (інформаційні табло, світлофори, ліхтарики, гірлянди тощо) та для освітлення житлових і нежитлових приміщень використовуючи їх в світильниках.



## 1.2. Умови ефективної роботи світлодіодів

Параметри всіх джерел світла так чи інакше залежать від температури навколишнього повітря. Найменше це проявляється в лампах розжарювання, найсильніше - в люмінесцентних лампах і світлодіодах.

Типова залежність світлового потоку і терміну служби від температури р-n переходу вказана на рис. 1.1. та рис. 1.2.

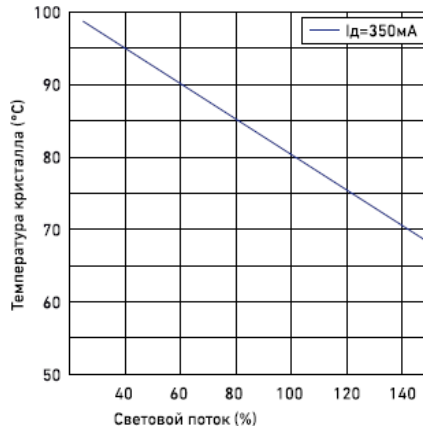
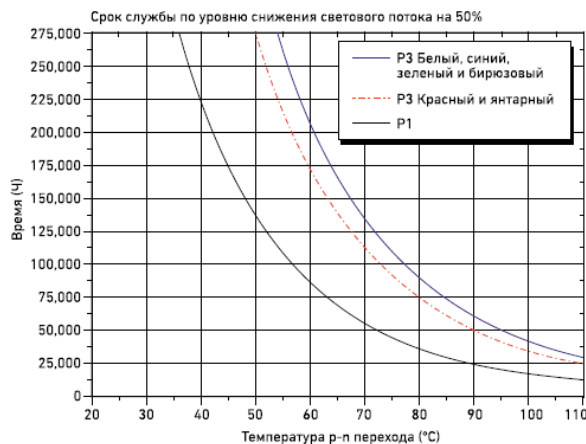


Рис. 1.1. - Залежність світлового потоку світлодіода від температури (по горизонтальній осі - температура кристала, ° C; по вертикальній осі -світлові потік,%).



P1 – світодиоди на основе соединений AlAsP;

P2 – світодиоди красного и янтарного цвета на основе соединений InGaP;

P3 – світодиоди зеленого, синего и белого цвета на основе соединений InGaN.

Рис.1.2.Залежність терміну служби світлодіодів від температури.

З цих малюнків видно, що при температурі переходу  $+75^{\circ}\text{C}$  світлова віддача знижується приблизно на 30%, прогнозований термін служби - приблизно так само. При подальшому зростанні температури відбувається ще більш помітне зниження основних параметрів світлодіодів. Граничною температурою переходу можна вважати  $+150^{\circ}\text{C}$ . Звідси можна зробити однозначний висновок: щоб створити ефективний освітлювальний прилад, необхідно, перш за все, подбати про температурний режим світлодіодів.[5]

### **1.3. Живлення світлодіодів**

Для живлення світлодіодів потрібен постійний струм низької напруги, величина якого залежить від кольоровості випромінювання: у червоних світлодіодів це 1,9-2,1 В, у зелених 2,5-3 В, у синіх і білих - близько 4-х В. Тому для включення їх в мережу потрібні спеціальні джерела живлення - пристрої керування (ПК) або конвертори. Крім цього, є ще один параметр - це пульсації вихідного струму або напруги. Світлодіоди - практично безінерційний джерело світла, тому що випромінюється ними світловий потік, повністю повторює форму протікає через світлодіод струму. Це призводить до пульсацій освітленості на освітленому місці. Санітарні правила і норми жорстко регламентують глибину пульсацій освітленості. Наприклад, для робочих приміщень з комп'ютерами глибина пульсацій освітленості повинна бути не більше 5% [1]. Розглянемо особливості живлення білих світлодіодів. Як відомо, світлодіод має нелінійну ВАХ з характерною «П'ятою» на початковій ділянці.



Рис. 1.3. Вольт-амперна характеристика світлодіода(білого світіння).

Як можемо бачити, світлодіод починає світитися, якщо на нього подано напругу більше 2,7 В. При перевищенні порогового напруги (вище 3В) струм через світлодіод починає швидко рости і тут потрібно обмежити струм, стабілізувати його на певному рівні. Найпростішим обмежувачем струму через світлодіод є резистор. Існує кілька варіантів схематичного включення світлодіодів. Вони діляться на схеми з паралельним, послідовним і змішаним включенням.[7]

Послідовне включення має на меті або підвищити потужність випромінювання, або збільшити випромінюється поверхню.

На рис. 1.4. показана схема послідовного включення випромінюючих діодів.

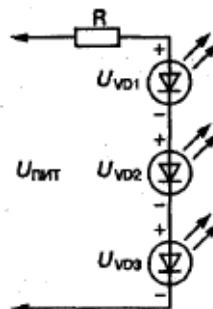


Рис.1.4. Схема послідовного включення світлодіодів.

Недоліки послідовного включення наведені в табл. 1.1.

## Недоліки послідовного включення

№	Недолік
1	Зі збільшенням числа світлодіодів збільшується і напруга живлення, тому що для проходження струму через послідовно включені світлодіоди необхідне дотримання умови $U_{пит} > U_{vd1} + U_{vd4} + U_{vd3}$ .
2	Збільшення числа світлодіодів знижує надійність системи, при виході з ладу одного з світлодіодів перестають працювати всі послідовно включені світлодіоди.

При паралельному включенні світлодіодів через кожен випромінювач протікає окремий струм, що задається окремим токозадаючим резистором. На рис. 1.5. показана схема паралельного включення випромінюючих діодів.

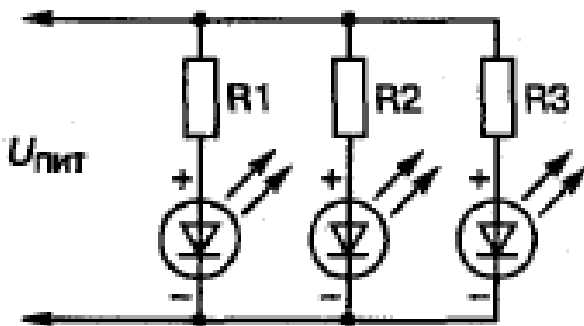


Рис. 1.5. Схема паралельного включення світлодіодів.

Перевагою паралельного включення є висока надійність, так як при виході з ладу одного з випромінювачів інші продовжують працювати.

## Недоліки паралельного включення

№	Недолік
1	Кожен світлодіод споживає окремий ток і підвищується енергоспоживання.
2	Збільшуються втрати на токозадаючих резисторах.

Найбільш ефективним є змішане (комбіноване) послідовно-паралельне включення, показане на рис. 1.6.

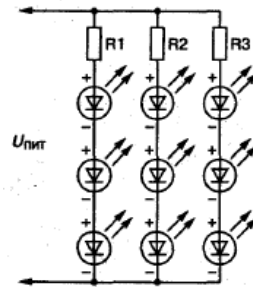


Рис. 1.6. Схема послідовно-паралельного включення світлодіодів.

У цьому випадку число послідовно включених випромінювачів обмежена напругою живлення, а число паралельних гілок вибирається залежно від необхідної потужності. Змішане з'єднання включає в себе позитивні властивості варіантів паралельного і послідовного включення. У зв'язку з тим, що зоровий апарат людини є інерційним, досить часто при живленні світлодіодів використовують імпульсний струм. На рис. 1.7. показані тимчасові діаграми імпульсного струму.

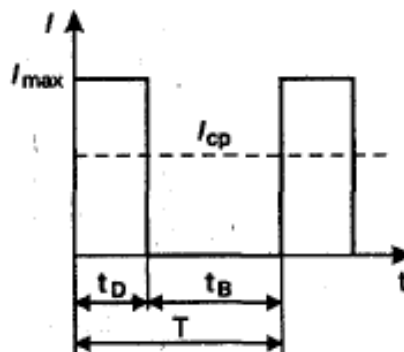


Рис.1.7. Часові діаграми імпульсного струму

Резистор є елементом, що обмежує струм, що протікає через світлодіод. Але резистор зручно застосовувати, якщо напругу живлення постійно. На практиці часто трапляється, що напруга нестабільно, наприклад, напруга акумуляторної батареї зменшується при її розряді досить в широких межах. У цьому випадку широко застосовують лінійні стабілізатори струму.

## Висновок

1. Світлодіоди, за рахунок їх мінімальної потреби в електроенергії, - кращий вибір освітлення в місцях, де існують проблеми з енергетикою. Інтерес до світлодіодних зростає з великою швидкістю. Багатошарові тонкоплівкові структури, ефективно випромінюють світло, що робить їх лідерами через енергозбереження та велику потужність не зважаючи на їх малі розміри.
2. Чим вища температура тим менша світлова віддача. Звідси можна зробити однозначний висновок: щоб створити ефективний освітлювальний прилад, необхідно, перш за все, подбати про температурний режим світлодіодів.
3. Невід'ємна частина будь-якого світильника зі світлодіодами є пристрій керування, Тому до них повинні пред'являтися такі ж вимоги, як і до джерел світла. Пристрої управління повинні забезпечувати не тільки живлення світлодіодів, але і електромагнітну сумісність світильника і мережі, тобто певну форму споживаного струму, відсутність радіоперешкод, коефіцієнт потужності.

## РОЗДІЛ 2

### ВИБІР ТА ОПИС ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ОБРАНИХ ДЛЯ КОТТЕДЖУ

#### 2.1. Вибір освітлювальних приладів

Головне призначення освітлювального приладу – перерозподіл світлового потоку джерела світла в необхідних напрямках, захист ламп, оптичної системи, електричної апаратури від дії навколишнього середовища, пилу, вологи механічного пошкодження. Для перерозподілу світлового потоку в необхідному напрямку в освітлювальних приладах встановлюють відбивачі, розсіювачі, переломлюючі оптичні системи.

Стельовий світильник OneLight гарний освітлювальний прилад для внутрішнього використання, ( виготовлений компанією Barvanor). В основі використовується метал, в плафоні - скло. Колір підставки білий, відмінно гармонує з відтінком білого, в якому виконаний плафон. Габарити: висота - 53 mm, діаметр - 45 mm.[6]

Технічні характеристики OneLight:

Потужність основної лампи становить 6 W, світловий потік якої - 599 Лм.

Кількість джерел світла в моделі - 1 шт.

Стельовий світильник підключається від мережі 220в.

Світильник має ступінь пило волого захисту IP44, яка захищає поверхню освітлювального приладу від твердих предметів діаметром більше 1 мм і бризок, що потрапляють на пристрій в будь-якому напрямку. Такий світильник сміливо можна розташовувати у ванній кімнаті біля дзеркала або умивальника.



Рис. 2.1. Стельовий світильник OneLight.

Стельовий світильник FINE 48 - прекрасний освітлювальний прилад для внутрішнього використання, виготовлений компанією Varvanor. В основі FINE 48 використовується сталь, в плафоні - матове скло. Габарити: довжина - 419 мм, ширина – 23мм, глибина - 43см. Технічні характеристики світильника FINE 48:

Потужність лампи становить 13 Вт, світловий потік- 1320 Лм.

Кількість джерел світла в моделі FINE 48 400 - 1шт.

Стельовий світильник підключається від мережі 220в.

Світильник FINE 48 400 має ступінь пило-, вологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами. [8]



Рис. 2.2.Стельовий світильник FINE 48 400



Настінний світильник QUADRASS складається з вдалого поєднання металевих і скляних елементів. Цоколь E27 за скляним абажуром робить QUADRASS готовим до прямого підключення до електромережі 230 В. Габарити: висота - 28 см, ширина - 9,5см. Технічні характеристики QUADRASS

Потужність лампи складає 40Вт, цоколь типу E27.

Кількість джерел світла в моделі - 1 шт.

Настінний світильник QUADRASS підключається від мережі 220в. Світильник QUADRASS має ступінь пило-, вологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами.[10]



Рис. 2.3. Настінний світильник QUADRASS

Настінний світильник QUADRASS SPOT вражає вдалою комбінацією металевих та скляних елементів, і, будучи основним джерелом світла, воно оснащено світлодіодним світильником для читання з теплим білим кольором світла. Завдяки куту променя, обраному для світлодіодного світильника для читання, він майже не відблискує і тим самим забезпечує комфортне світло, яке розслаблює користувача .

Габарити: висота - 32 см, , ширина - 9,5 см. Технічні характеристики QUADRASSSPOT.

Потужність основної лампи складає 2 Вт, цоколь типу E27.

Кількість джерел світла в моделі - 2 шт.

настінний світильник підключається від мережі 220в. Світильник QUADRASSSPOT має ступінь пиловологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами.[11]



Рис. 2.4. Настінний світильник QUADRASS SPOT

Настінна лампа SOMNILA FLEX , розроблена як ідеальне світло біля ліжка або для читання. Точковий прожектор може бути спрямований індивідуально, завдяки чому забезпечується ідеальне і точне освітлення. Друге джерело світла використовується для загального освітлення.

Габарити: висота - 32 см, , ширина - 9,5 см. Технічні характеристики QUADRASSSPOT.

Потужність основної лампи складає 14.5.

Кількість джерел світла в моделі - 2 шт.

настінний світильник SOMNILAFLEX підключається від мережі 220в. Світильник має ступінь пиловологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами.[12]



Рис. 2.6. Настінний світильник SOMNILA FLEX.

SOMNILASPOT, для читання, забезпечує інноваційну та зручну концепцію світильників. Елегантний настінний настінний світильник виготовлений з алюмінію з білим покриттям. Світильник оснащений USB та необхідним тримачем для смартфона. Точковий прожектор може бути спрямований індивідуально, завдяки чому забезпечується ідеальне і точне освітлення.[13]

Габарити: висота - 16 см, , ширина - 28 см. Технічні характеристики QUADRASSPOT.

Потужність світильника складає 13 Вт

Кількість джерел світла в моделі - 2 шт.



Рис. 2.7. Настінний світильник QUADRASS SPOT.

## 2.2. Норми освітленості та вибір параметрів освітлення

Освітленість є одним із важливих фізичних чинників. Через око людина одержує 90% інформації з навколишнього середовища, що пов'язано зі сприйняттям сітківкою ока світлових (електромагнітних) коливань. В залежності від їх інтенсивності організм реагує по-різному - недостатнє освітлення, як і надлишкове, веде до передчасної втоми, що сприяє виникненню небезпечних травм.

Око реагує на фізичні параметри світла: просторова щільність світлового потоку у визначеному напрямку - сила світла (I), яка вимірюється в канделлах (кд); яскравість (Y) - відношення сили світла (I) до площі освітленої поверхні, світловий потік (Φ), що вимірюється в люменах (лм), освітленість E (люкс, лк) - щільність світлового потоку, що припадає на одиницю поверхні (S, м<sup>2</sup>). Між цими розмірами існує залежність:  $E = \Phi / S$  (1лк=1лм/м<sup>2</sup>).[2]

Крім освітлення, світло може виконувати також композиційні завдання. За допомогою освітлення можна зонувати приміщення. Це може бути досягнуто різним шляхом. Наприклад, для цієї мети може бути використана комбінована система освітлення. Тут загальне освітлення здійснюється вбудованими точковими світильниками, місцеве – трековою системою та бра. Світильники місцевого освітлення використовуються як засіб локалізації окремих зон.

Найбільш виправданим з художньої точки зору є одночасне використання для створення зорової ілюзії світла і кольору.

Таким чином, у різних приміщеннях повинні бути передбачені різні освітленість і насиченість світлом простору. Тому найбільш доцільною вважається локалізована система освітлення, ефективна не лише з погляду архітектурно-художнього, але і з експлуатаційних розумінь.

Оздоблення коттеджу виконано за сучасними тенденціями, що сприяє комфортному перебуванню всіх жителів. Коефіцієнти відбиття поверхонь - високі.

Отже, освітленість як у побуті, так і у виробництві, має велике значення для збереження здоров'я.

Виходячи з вище сказаного освітлення приміщень визначається ДБН В.2.5-28-2006 та наводимо їх у таблиці нижче.[2]

Таблиця 2.1

Норми освітленості приміщень згідно з ДБН.

Типи приміщень, просторів, видів діяльності	Норми освітленості, лк
Коридори	50
Вітальні	150
Спальні	150
Дитячі	200
Кухні	200
Гардероби	50
Ванні кімнати	75

Коефіцієнт запасу, який що враховує зниження світлового потоку джерела світла внаслідок його старіння, а також зниження коефіцієнту корисної дії (к.к.д.) світильника в результаті забруднення ламп, освітлювальної арматури й огорожуючих поверхонь освітлюваного приміщення теж приведений у додатку А.[2]

## Висновок

1. Наразі вибір світильників настільки необмежений, що обрати на свій смак буває складно лише через безмежність вибору. В результаті вибору світлодіодних світильників, можна отримати економію електроенергії та ергономічне розташування, інколи з меншими габаритами.

2. Занадто тьмяне або навпаки занадто яскраве освітлення негативно впливає на організм людини. Крім вічної сонливості недостатня кількість штучного і природного світла тягне за собою більш серйозні небезпеки - погіршення зору і порушення психологічного стану. Вирішити проблему досить просто - встановити нормоване освітлення, що прописане в нормативних документах.

## РОЗДІЛ 3

# РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕНOSTІ КОТТЕДЖУ СВІТЛОДІОДНОЮ СИСТЕМОЮ

### 3.1 Аналіз роботи програми DIALux

Світлотехнічні розрахунки є основою при проектуванні освітлювальних установок. Основним завданням розрахунку є визначення величини необхідного світлового потоку світильників для забезпечення нормованого значення мінімальної освітленості робочої площини.

Програма DiaLux націлена на максимальне спрощення світлотехнічних розрахунків, підвищену функціональність і відкритість для будь-яких виробників світлотехнічної продукції. Це є одна з найефективніших програм для розрахунку освітлення на ринку програмного забезпечення. Вона враховує всі сучасні вимоги до дизайну і розрахунку освітлення. Діалюкс працює за нормами та міжнародними стандартами.[5]

Розрахунок освітленості є визначення числа і потужності світильників, необхідних для забезпечення значення освітленості для заданої місцевості чи приміщення. Значно рідше виконуються перевірочні розрахунки, тобто визначення освітленості при заданих і вже відомих параметрах освітлення.

В програмному комплексі DIALux, розрахунок відрізняється значною простотою, наочністю і набагато більшим ступенем точності. Програма при розрахунку дозволяє у всіх тонкощах враховувати не тільки світловий потік, який припадає на робочу поверхню від джерела світла, а й світловий потік переломлюється відбивається і потрапляє на робочу поверхню від стін, стелі, розміщення меблів в приміщенні, а також від властивостей всіх цих поверхонь.

Програма дозволяє не тільки прорахувати і забезпечити задану нормовану освітленість, а й проаналізувати розподіл освітленості по всій поверхні, що

освітлюється з будь-яким ступенем деталізації отриманих результатів. Підвищена точність розрахунків дозволяє відносно просто і швидко спроектувати приміщення і обрати варіант виконання освітлення. У цих випадках з'являється можливість визначити кращий варіант, в якому дані освітлювальні умови досягаються при незначно кращих показниках, що при ручних методах розрахунку неможливо, завдяки їх високій трудомісткості і великій похибці в результатах, що робить недоцільними порівняння приблизно однакових варіантів.

Завдяки DIALux з'являється можливість окрім безпосередньо розрахунку освітленості на будь-якій поверхні та висоті контролювати показники якості освітлення: горизонтальну освітленість, насиченість приміщення світлом, рівномірність освітлення і т.д. Найголовніше це те, що програма дозволяє простими методами вималювати досить якісну візуалізацію спроектованої системи освітлення, що надає отриманим результатам закінченість, достатню наочність і інформативність.

### **3.2 Результат розрахунку коттеджу програмою DiaLux**

Для дипломного проекту був обраний коттедж у м. Ірпінь, загальна площа якого – 90 м<sup>2</sup>, висота стелі -2.8м. Дизайнерське рішення по розташуванню меблів зображено на рис. 3.1.



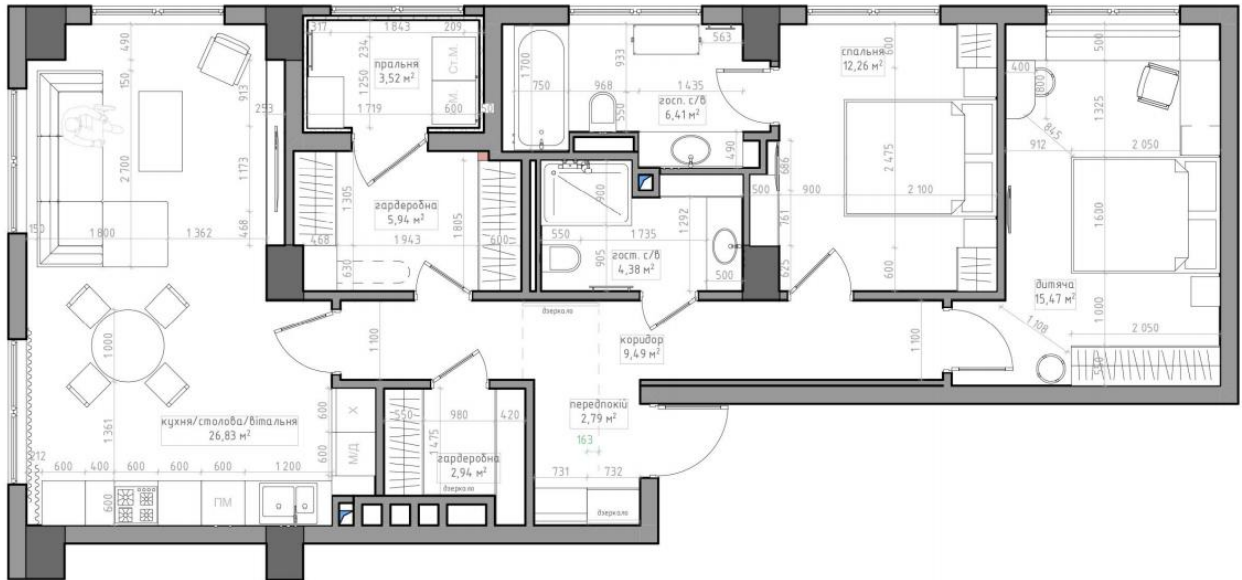


Рис. 3.1. План та дизайнерське рішення коттеджу.

Для прикладу наведено модель освітлення приміщення складу в тій самій програмі (рис.3.2)

В результаті розрахунку програма дає криві розподілу освітленості по поверхнях приміщення (ізолюкси). За допомогою цих ізолюксів можна оцінити доцільність розміщення того чи іншого обладнання в освітлювальному просторі приміщення, а також визначити рівень освітленості, що буде створюватися на поверхні стін та будь-якого обладнання. [5]

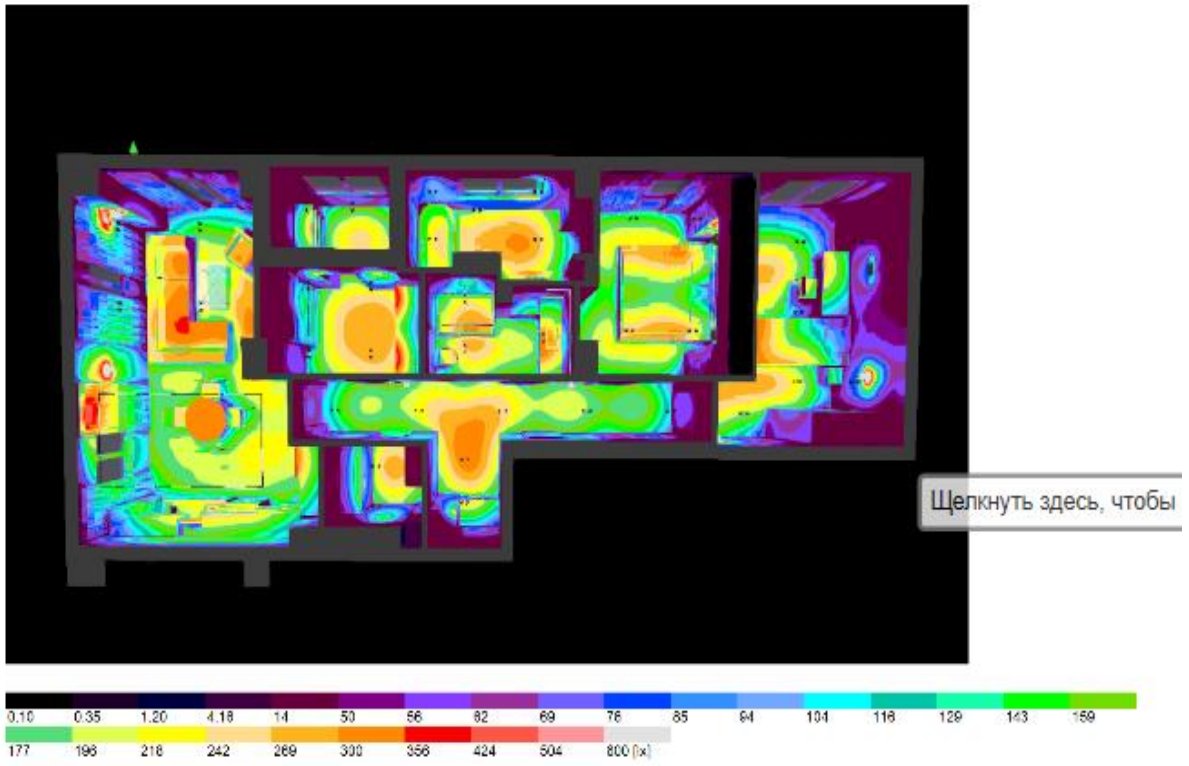


Рис. 3.2. Результат освещенности будівлі в програмі DiaLux  
Нижче приведені результати розрахунків всіх приміщень окремо.

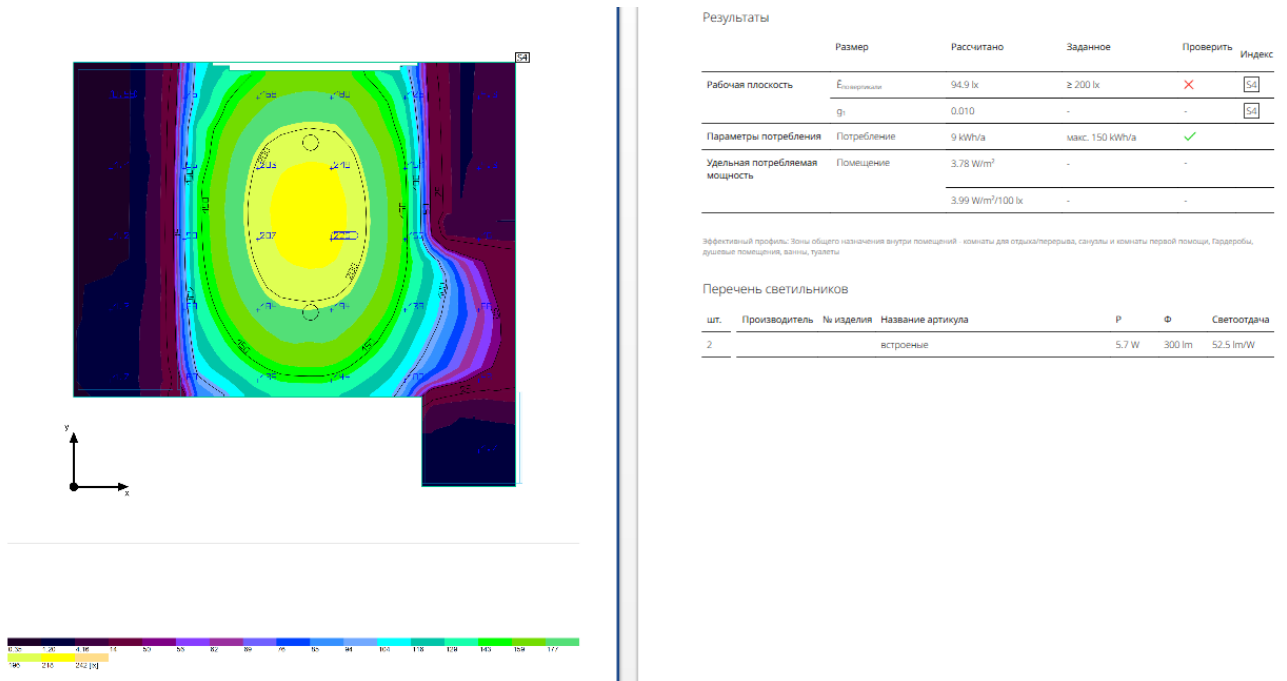
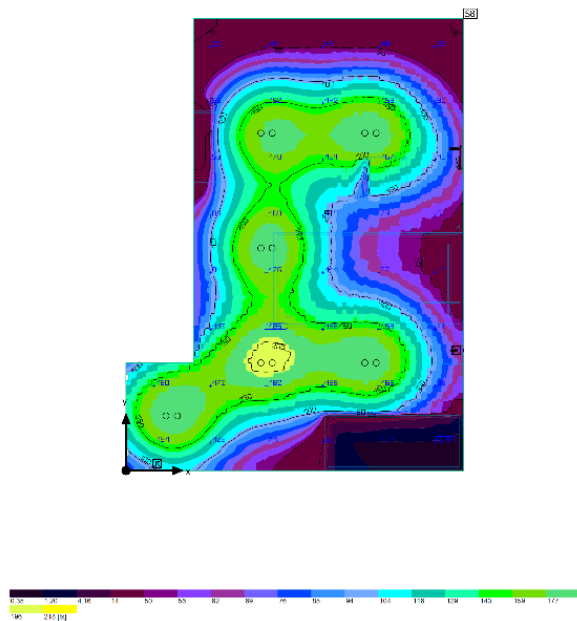


Рис. 3.3. Гардеробна 1



#### Результаты

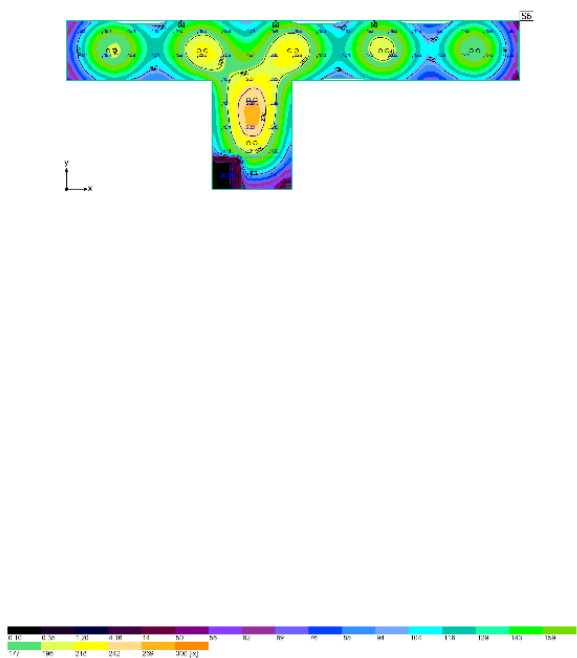
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{рабочая}}$	106 lx	$\geq 200$ lx	✗	SS
	$\Phi$	0.009	-	-	SS
Параметры потребления	Потребление	(18 - 23) kWh/a	макс. 550 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	8.98 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		8.50 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Офисы, Архивы

#### Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
12			встроенные	5,7 W	300 lm	52,5 lm/W
1	SLV	1003429	QUADRASS SPOT	13,5 W	749 lm	55,5 lm/W
1	SLV	1003431	QUADRASS	44,0 W	536 lm	12,2 lm/W
1	SLV	1003458	SOMNIA SPOT	13,8 W	764 lm	55,4 lm/W

Рис. 3.4. Гардеробна 2



#### Результаты

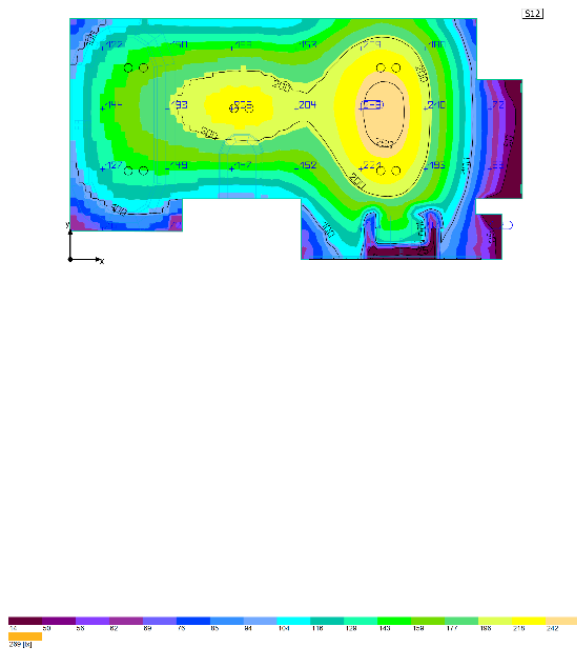
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{рабочая}}$	149 lx	$\geq 100$ lx	✓	SS
	$\Phi$	0.00	-	-	SS
Параметры потребления	Потребление	230 kWh/a	макс. 450 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	17.56 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		11.77 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Общественные зоны, рестораны и гостиницы, Коридоры

#### Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
14			встроенные	5,7 W	300 lm	52,5 lm/W
3	SLV	1003431	QUADRASS	44,0 W	536 lm	12,2 lm/W

Рис. 3.5. Коридор



#### Результаты

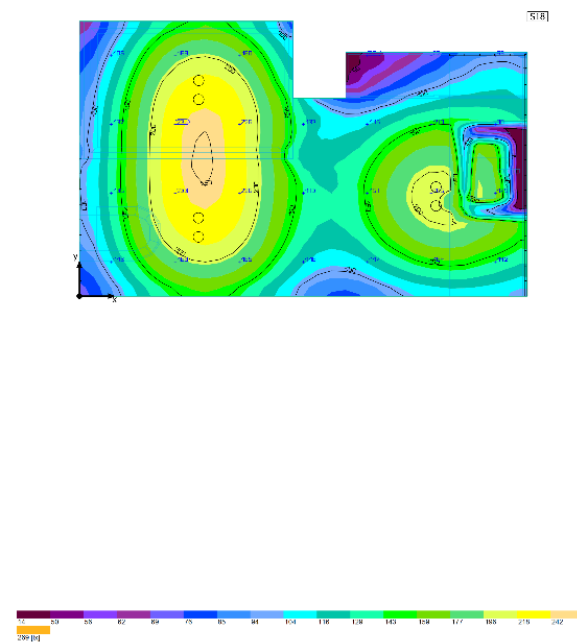
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{рабочая}}$	152 lx	$\geq 200$ lx	✗	S17
	$\phi$	0.11	-	-	S17
Параметры потребления	Потребление	[37 - 59] kWh/a	макс. 250 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	11.28 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		7.43 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Зоны общего назначения внутри помещений - комнаты для отдыха/перерыва, сауны и комнаты первой помощи, гардеробы, душевые помещения, ванные, туалеты

#### Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
10			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
28	SVL		8W-120 LED	0.5 W	32 lm	64.0 lm/W

Рис. 3.6. Вбиральня 1



#### Результаты

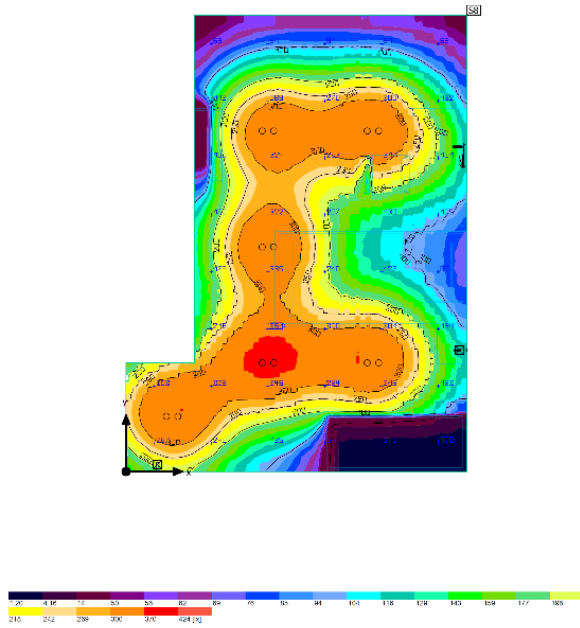
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{рабочая}}$	151 lx	$\geq 200$ lx	✗	S18
	$\phi$	0.21	-	-	S18
Параметры потребления	Потребление	48 kWh/a	макс. 200 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	11.91 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		7.88 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Зоны общего назначения внутри помещений - комнаты для отдыха/перерыва, сауны и комнаты первой помощи, гардеробы, душевые помещения, ванные, туалеты

#### Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Ф	Светоотдача
6			встроенные	5.7 W	300 lm	52.5 lm/W
35	SVL		8W-120 LED	0.5 W	32 lm	64.0 lm/W
16	SVL		8W-120 LED	0.4 W	40 lm	90.9 lm/W

Рис. 3.7. Вбиральня 2



Результаты

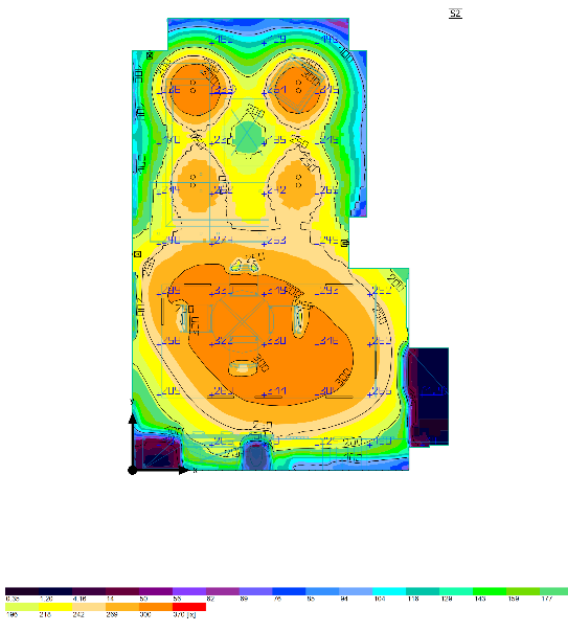
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{сводчатая}}$	201 lx	$\geq 200$ lx	✓	S2
	$g$	0.009	-	-	S2
Параметры потребления	Потребление	(18 - 23) kWh/a	макс. 550 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	8.98 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		4.47 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Офисы, Архивы

Перечень светильников

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

Рис. 3.8. Дитяча кімната



Результаты

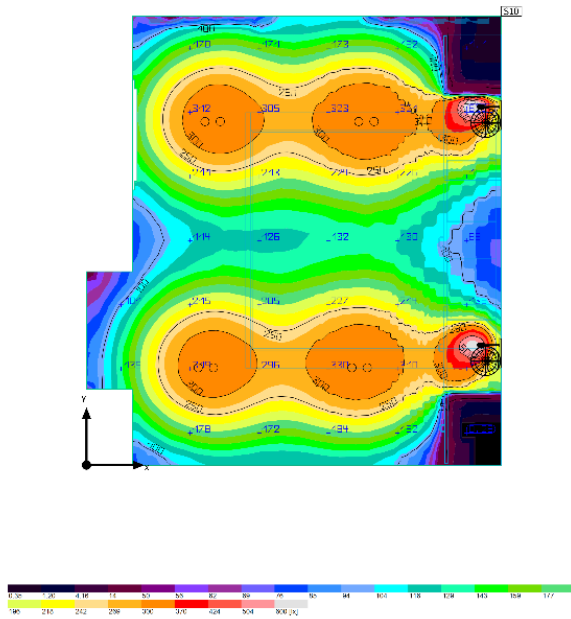
	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{сводчатая}}$	226 lx	$\geq 500$ lx	✗	S2
	$g$	0.005	-	-	S2
Параметры потребления	Потребление	(950 - 1150) kWh/a	макс. 950 kWh/a	✗	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	11.10 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		4.91 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Общественные зоны - рестораны и гостиницы, Кухни

Перечень светильников

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

Рис.3.9. Кухня-вітальня.



Результаты

	Размер	Рассчитано	Заданное	Проверить	Индекс
Рабочая плоскость	$E_{\text{нормированная}}$	195 lx	≥ 200 lx	✗	510
	$g_1$	0,001	-	-	510
Параметры потребления	Потребление	[55 - 69] kWh/a	макс. 400 kWh/a	✓	
Удельная потребляемая мощность	Помещение	7,35 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		3,76 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Эффективный профиль: Зоны общего назначения внутри помещений - комнаты для отдыха/перерыва, сауны и комнаты первой помощи, Гаражи, другие помещения, ванные, туалеты.

Перечень светильников

шт.	Производитель	№ изделия	Название артикула	P	Φ	Светоотдача
8			встроенные	5,7 W	300 lm	52,5 lm/W
2	SLV	1003460	SOMNILA FLEX	18,8 W	887 lm	47,2 lm/W

Рис. 3.10. Спальня кімната

По деяким місцям видно, що освітлення не зовсім рівномірне, але залишається в нормі. Тому може бути доцільне використання димірування в системі освітлення житлової будівлі, що дасть змогу коригувати яскравість світильників.

### 3.3 Розрахунок освітленості методом коефіцієнту використання на прикладі спальної кімнати

Розміри приміщення(ДхШ): 3,35 м x 3,65м

Висота приміщення: 2,8 м.

Загальна площа: 12,26 м<sup>2</sup>

Рівень нормованого загального освітлення  $E_n$ : 150 лк

З обраними світильниками для заданого приміщення можна ознайомитись в Розділі 2.1.

Світлотехнічної розрахунком можуть бути визначені:

- Потужність ламп, необхідна для отримання заданої освітленості при обраному типі, розташуванні і числі світильників.
- Число і розташування світильників, необхідних для отримання заданої освітленості при обраному типі світильників та потужності ламп в них.
- Розрахункова освітленість при відомому типі, розташуванні світильників та потужності ламп в них.

В данному дипломному проєкті користуємося методом коефіцієнта використання, за яким проведемо розрахунок спальної кімнати. Для освітлення вибираємо світильник ONELIGHT.

ONELIGHT – точковий вмонтований світильник; ступінь захисту IP20; габаритні розміри  $\varnothing 45$  mm, та висота врізної частини 53 mm.

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

На практиці значення коефіцієнтів використання знаходяться по таблицях, що пов'язують геометричні параметри приміщень (індекс приміщень  $i$ ) з їх оптичними характеристиками ( $\rho_c, \rho_{ст}, \rho_{рп}$ )

Для визначення табличного значення  $\eta$  знаходять індекс даного приміщення та приблизно вибирають коефіцієнти відбиття  $\rho_c$  – стелі,  $\rho_{ст}$  – стін та  $\rho_{рп}$  – розрахункової поверхні або підлоги. Індекс приміщення визначають по формулі(1.1):

$$i = \frac{av}{h(a+v)}, \quad (1.1)$$

$a$  – довжина приміщення, м;  $v$  – ширина приміщення, м;  $h$  – розрахункова висота, м.

Потім визначають величину коефіцієнта використання по таблицях [2].

Далі розраховують необхідну кількість світлових приладів, які б забезпечували нормовану освітленість (1.2):

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

$N$  – кількість світлових приладів в приміщенні, шт;  $\Phi$  – світловий потік ламп, лм;  $E$  – нормоване значення освітленості, лк;  $k$  – коефіцієнт запасу;  $z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, 1,2;  $S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;  $\eta$  – коефіцієнт використання;  $n$  – кількість ламп в одному світловому приладі, шт.

Для прикладу зробимо розрахунок схематично необхідної кількості світлових приладів для освітлення приміщення спальної кімнати, що має розміри 3,35м x 3,65м.

По формулі (1.3) визначаємо розрахункову висоту спальні:

$$h_p = H - h_{rp} - h_{zc}, \text{ м} \quad (1.3)$$

$h_p$  – розрахункова висота, м;  $H$  – висота приміщення, м;  $h_{rp}$  – висота робочої поверхні, м;  $h_{zc}$  – висота звісу світильника, м.

Для подальшого розрахунку визначимо індекс приміщення. Для цього скористаємося формулою (1.1):

$$i = \frac{12,26}{2,8(3,35 + 3,65\text{м})} = 0,62$$

По таблиці 9.14; коефіцієнтів відбиття стелі, стін та робочої поверхні відповідно 0,7, 0,5 та 0,3 і зрахованого індексу приміщення визначаємо величину коефіцієнту використання  $\eta$ . Внашому випадку  $\eta = 32\%$ . [4]



Потім по формулі (1.2) визначаємо необхідну кількість світильників в приміщенні:

$$N = \frac{150 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 12,26}{0,36 \cdot 599 \cdot 1} = 7,3 \approx 8 \text{ ,шт}$$

Так, для освітлення спальні ми отримали необхідну кількість світильників типу ONELIGHT, тобто 8 шт.

Для даної освітлювальної установки розрахуємо її потужність по формулі (1.4):

$$P_{oy} = Nn P_{л}(1 + \Delta P_{пра}), \quad (1.4)$$

$P_{oy}$  – потужність освітлювальної установки, кВт;  $N$  – кількість світильників в приміщенні,  $n$  – кількість ламп у світильнику;  $P_{л}$  – потужність лампи, кВт;  $\Delta P_{пра}$  – втрати потужності в пускорегулюючій апаратурі (ПРА), 0,25.

$$P_{oy} = 8 \cdot 1 \cdot 0,006 = 0,048 \text{ кВт}$$

Таким чином розрахована кількість світильників для кімнати та потужність освітлювальної установки.

По розрахункам видно, що кількість світильників розрахованих в програмі DiaLux (рис. 3.1.) співпадають з розрахунком по формулі 1.2.

## Висновок

1. З часом стає існувати все більше комп'ютерних методів світлотехнічного розрахунку приміщень, що дає змогу спростити цей процес та зменшити ймовірність похибки. В дипломній роботі практично це доведено. Розрахунок в програмі DIALux показав результати з такою ж кількістю світильників, як і ручний розрахунок методом коефіцієнта використання.

2. Так як програма дає не лише остаточні числа, на відміну від формул, а наочне зображення освітлення в приміщенні, яке можливо налаштувати на показ ізоліній фіктивних кольорів, це є зручнішим варіантом для розрахунку.

3. Враховуючи те, що більшість виробників освітлювальних установок додає до світильників файл формату .ies, це дає змогу завантажити до програми обраний світильник з його точною візуалізацією та характеристиками. Це додає зручності та значно зменшує час розрахунків.

## РОЗДІЛ 4

### ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

#### 4.1. Вимоги до живлення світлодіодів

Світлодіоди і світлодіодні модулі вимагають спеціалізованого електричного живлення, для якого існують такі вимоги:

1. Блок електроживлення повинен зберігати працездатність протягом незначного часового ресурсу близько 50000 годин і більше, забезпечуючи при цьому необхідні характеристики;
2. Живлення має бути стабілізованим по струму, мати захист від імпульсів перенапруги і зворотної полярності;
3. Ціна усього вищевказаного не повинна істотно перевищувати вартість світлодіодного модуля.

У побуті, найчастіше, блок живлення перетворює змінну напругу величиною 220 В і частотою 50 Гц (в Україні та багатьох інших країнах, саме таку напругу і частоту має побутова електромережа), в задану постійну напругу.[12]

Забезпечення передачі потужності — одна з найважливіших задач блоку живлення. Передача заданої потужності з найменшими втратами і дотриманням заданих характеристик на виході без шкоди для себе. Зазвичай потужність джерела живлення беруть з деяким запасом.

Напруга, струм та інші параметри на виході джерела живлення повинні лежати в певних межах, в залежності від його призначення при впливі великої кількості дестабілізуючих факторів: зміни напруги на вході, струму навантаження і т. д. Найчастіше необхідна стабілізація напруги на навантаженні, однак іноді необхідна стабілізація струму.

## 4.2. Розробка структурної схеми джерела живлення

Джерела живлення є найважливішою частиною світлотехнічної конструкції. Необхідно ретельно підходити до їх вибору або розробки. У світлодіодів характеристики світності залежать від рівня і стабільності протікає через них струму. Тому до пристроїв живлення світлодіодів пред'являються спеціальні вимоги щодо регулювання вихідного струму в залежності від характеристик джерела живлення і навантаження. []

ДЖ діляться на лінійні і імпульсні. Лінійні відрізняються низькою ціною, але ефективність їх роботи невелика - при роботі вони виділяють багато тепла, а це втрати потужності. Крім того, світлодіодні світильники з лінійними драйверами дуже чутливі до параметрів напруги живлення. Структурна схема джерела живлення зображена на малюнку 7.

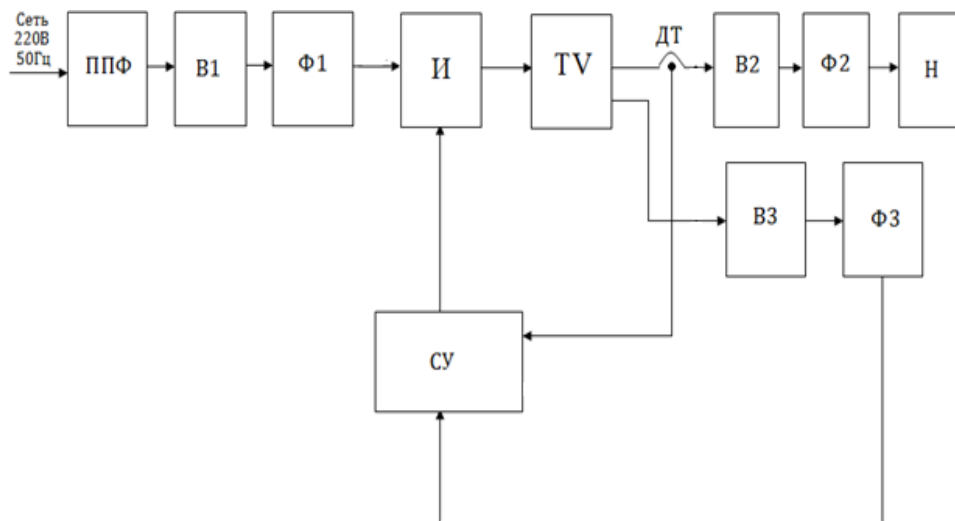


Рис. 4.1. Загальна структурна схема джерела живлення світильника: ППФ - помехоподавляючий фільтр; В1 - вхідний випрямляч; Ф1 - ємнісний згладжуючий фільтр; И - високочастотний інвертор; ТВ - високочастотний трансформатор; ДТ - датчик струму; В2 - вихідний випрямляч; Ф2 - ємнісний згладжуючий фільтр; В3 - вихідний випрямляч; Ф3 - ємнісний згладжує фільтр; СУ - система управління; Н - навантаження.



## ВИСНОВКИ

1. Сьогодні електролампи, що відносяться до сімейства світлодіодів Luxeon виробництва компанії Philips, служать в 100 разів довше, а світять в 4 рази сильніше, ніж звичайні лампи розжарювання. Головне – з часом з'явився білий світ від енергії світлодіода.

2. Використання світлодіодів найближчим часом буде йти випереджальними темпами. Однією з причин широкого застосування світлодіодів в освітленні є їх значна перевага з точки зору енергозбереження. Для живлення світлодіодів потрібні спеціальні контролери, огляд популярних контролерів живлення світлодіодів наведено в загальній частині.

3. Важливий вплив на екологію планети дасть повселюдне запровадження світлодіодних ламп, адже навіть 1 000 000 світлодіодних ламп зможуть зменшити викиди небезпечного вуглекислого газу у атмосферу майже у 7.5 (12 526 800м<sup>3</sup> вуглекислого газу) разів у порівнянні зі звичайними лампами розжарення.

4. Розрахунки освітленості є дуже важливими, через те, що організм людини сприймає цю незручність. Можливо, одразу цього буде не видно, але з часом організм буде втомлений та втратить енергію лише через нестачу освітлення. Зір також дуже чутливий до освітлення, так як через око людина одержує 90% інформації з навколишнього середовища, що пов'язано зі сприйняттям сітківкою ока світлових (електромагнітних) коливань. З цього можна зробити висновки, що світло та освітлення дуже важливе в повсякденному житті.

## **СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. 3. Готра, В. Корнага, В. Мартіросова, Г. Нікітський, І. Пастух, А. Рибалочка, В. Сорокін, В. Щиренко; ред.: В. Сорокін. Енергоефективні світлодіодні освітлювальні системи: [монографія] / НАН України, Ін-т фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова, Нац. ун-т «Львів. політехніка», НАМН України, Київ: Авіцена, 2016. — 334с.
2. Мінрегіон України.ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» – К.:, 2012. – 68 с..
3. Попов С. В., Бучинський М. Я., Гнітько С. М., Чернявський А. М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2019. 268 с.
4. Под ред. Ю.Б.Айзенберга.Справочная книга по светотехнике – М.:Энергоатомиздат, 1983.
5. Офіційний сайт програмного забезпечення DIALux.[Електронне джерело]/<https://www.dialux.com/en-GB/about-dial>
6. Точковий врізний світильник OneLight.TM BARVANOR.[Електронне джерело]/ <https://barvanor.com/products/one-light/>
- 7.Лінійний трековий світильник FINE 48 48VDC. TM BARVANOR.[Електронне джерело]/ <https://barvanor.com/products/fine-48/>
- 8.Настінний світильник QUADRASS. TM SLV.[Електронне джерело]/ [https://www.slv.com/en/quadrass-wl-6866?attribute%5Bvariant\\_color%5D=white](https://www.slv.com/en/quadrass-wl-6866?attribute%5Bvariant_color%5D=white)
9. Настінний світильник QUADRASS SPOT. TM SLV.[Електронне джерело]/[https://www.slv.com/en/quadrass-wl-6866?attribute%5Bvariant\\_color%5D=white](https://www.slv.com/en/quadrass-wl-6866?attribute%5Bvariant_color%5D=white)
10. Настінний світильник SOMNILAFLEX. TM SLV.[Електронне джерело]/<https://www.slv.com/en/somnila-flex-1003460-6887>

**11. Настінний світильник SOMNILASPOT. TM**

SLV.[Електроннеджерело]/[https://www.slv.com/en/somnila-spot-wl-r6873?attribute%5Bvariant\\_color%5D=white](https://www.slv.com/en/somnila-spot-wl-r6873?attribute%5Bvariant_color%5D=white)

**12. Правильний вибір джерела живлення. Що потрібно знати.**

[Електроннеджерело]/<https://uk.townofsaugus.org/psu-buying-guide-20d2a6-2a2a-4b6c4b8e>