

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Електронної та біомедичної інженерії _____
(повна назва)

Кафедра _____ Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв _____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

_____ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ _____

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи _____ ЕППМ-19-1 _____

_____ Романенко О. О. _____

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 «Електроніка» _____

Тип програми освітньо-професійна _____

Освітня програма «Електронні прилади та пристрої»

Керівник доц. каф. МЕЕПП Галат О. Б. _____

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____

(підпис)

Бондаренко І.М.

(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Електронної та біомедичної інженерії _____

Кафедра _____ Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 171 Електроніка _____

Освітня програма _____ «Електронні прилади та пристрої» _____

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Романенко Олександр Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

затверджена наказом по університету від _____ 20 ____ р. № _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 _____ 12 ____ 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

3.1.Випромінювачі для порівняльного дослідження: газорозрядні ДРЛ, ДНаТ, металогалогенні, світлодіодні, їх електричні та оптичні характеристики

3.2.Спектральні характеристики джерел освітлення та необхідні рівні освітленості

3.3.Врахування екологічних, ергономічних та енергозберігаючих аспектів

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

4.1. Огляд типів, конструкцій, складу та характеристик випромінювачив;

4.2. Порівняльний аналіз структур фітоосвітлювачів та вимог до них;

4.3 _Вибір оптимальної системи освітлення та її компоновка

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) презентація

6. Дата видачі завдання 09 11 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз завдання на атестаційну роботу	15.11	
2.	Аналітичний огляд методів та конструкцій	20.11	
3.	Дослідження існуючих приладів освітлення	27.11	
4.	Аналіз отриманих даних.	29.11	
5.	Оформлення пояснювальної записки	5.12	
6.	Підготовка презентації	7.12	
7.	Подання роботи до захисту	10.12	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. каф. МЕЕПП Галат О. Б.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з: 56 с., 16 рис., 1 табл., 15 джерел.

СВІТЛОДІОД, ЛАМПА РОЗЖАРЕННЯ, ГАЗОРОЗРЯДНА ЛАМПА, СИСТЕМА, ХАРАКТЕРИСТИКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ, ВИПРОМІНЮВАННЯ, СПЕКТР

Об'єкт дослідження – система освітлення для побутових та промислових об'єктів, що забезпечує високу ефективність, екологічну безпечність та комфортність використання.

Мета атестаційної роботи – аналіз найбільш важливих чинників, що характеризують системи освітлення, тенденції їх розвитку, виявлення суттєвих проблем, пошук шляхів вирішення цих проблем з урахуванням економічних та екологічних питань, вибір оптимальних методів та засобів, що мають їх вирішити.

Метод дослідження – аналітичний метод порівняння електрофізичних, економічних та екологічних характеристик різних випромінювачів, розгляд наявних систем освітлення за основними характеристиками: світловий потік, потужність споживання, ефективність, термін експлуатації, екологічність, вибір напрямів підвищення якості цих систем.

Розглянуто існуючі на сьогодні елементарні випромінювачі та складні системи освітлення, у результаті всебічного аналізу запропоновано методи та засоби вдосконалення, надано рекомендації щодо поліпшення якісних характеристик систем освітлення.

Результати роботи можуть використовуватися для проектування освітлення в побуті та промислових об'єктах.

ABSTRACT

Explanatory note consists of: 56 p., 16 Fig., 1 table. 15 sources.

LED, INCIDENT LAMP, GAS DISCHARGE LAMP, SYSTEM, CHARACTERISTICS, EFFICIENCY, ECOLOGICAL, RADIATION, SPECTRUM

The object of research is a lighting system for domestic and industrial facilities, which provides high efficiency, environmental safety and comfort of use.

The purpose of certification work is to analyze the most important factors that characterize lighting systems, trends in their development, identify significant problems, find ways to solve these problems taking into account economic and environmental issues, choose the best methods and tools to solve them.

Research method - analytical method of comparing electrophysical, economic and environmental characteristics of different emitters, consideration of existing lighting systems by main characteristics: luminous flux, power consumption, efficiency, service life, environmental friendliness, choice of ways to improve the quality of these systems.

The existing elementary emitters and complex lighting systems are considered, as a result of the comprehensive analysis methods and means of improvement are offered, recommendations on improvement of qualitative characteristics of lighting systems are given.

The results of the work can be used to design lighting in domestic and industrial facilities.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЕЛЕМЕНТИ, ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	10
1.1 Лампи розжарювання.....	10
1.2 Газорозрядні ртутні джерела освітлення.....	12
1.3 Натрієві лампи високого тиску.....	14
1.4 Газорозрядні натрієві лампи без вмісту ртуті	16
1.5 Натрієва лампа високого тиску з двома пальниками.....	18
1.6 Світлодіодні прилади освітлення.	20
2 ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ СВІТЛОДІОДНИХ ПРИЛАДІВ ОСВІТЛЕННЯ.....	23
2.1 Світлодіоди в світлодіодних приладах освітлення.....	23
2.2 Схеми живлення та керування світлодіодних приладів освітлення...	25
2.3 Сучасні напрямки в дослідженні світлодіодних освітлювальних систем.	27
2.4 Вплив світлодіодів на здоров'я людини.....	28
3 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	29
3.1 Порівняльний аналіз оптичних характеристик та параметрів побутових систем освітлення.....	29
3.2 Оцінка переваг та недоліків освітлювачів.....	38
3.3 Побудова оптимальної компоновки побутової системи освітлення...	40
3.4 Дослідження факторів безпеки щодо використання освітлювачів	

у побутових приладах.....	51
ВИСНОВКИ.....	53
Перелік джерел посилання.....	54
ДОДАТОК А.....	57
ДОДАТОК Б.....	58

ВСТУП

Електронні прилади та пристрої широко розповсюджені у сучасному житті, можна сказати, що людина постійно з ними зіштовхується, навіть носить на собі. Варто згадати мобільні пристрої: смартфони, навушники, інтелектуальні годинники, планшети, фото- та кінокамери. Все це стало можливим завдяки досить інтенсивному розвитку електроніки, зокрема мікроелектроніки, нанотехнологій. Важливо відзначити, що всі ці засоби безпосередньо впливають на здоров'я людини, забезпечуючи, з однієї сторони, комфортне та наповнене існування конкретного мешканця, розвиток комунікаційних можливостей та вподобань, а, з другої сторони, істотно впливаючи на його фізичний стан, психологію, функціонування організму, погляди на моральні цінності, відношення до тих чи інших явищ тощо.

Кількісно вплив електронних пристроїв на життя людини можна оцінити різноманітними параметрами: потужністю електромагнітного поля у певних локаціях перебування людей, об'ємом переданої інформації, економічними чинниками, рівнем стану здоров'я певної категорії людей.

Враховуючи те, що більш як 80% інформації надходить до людини за допомоги зорових образів, важливість цього каналу сприйняття даних не підлягає сумніву. Тож якість освітлення побутових приміщень, місць загального використання, промислових об'єктів, яскравість та природність кольорів екрану смартфона чи телевізора потребує особливо ретельного дослідження та забезпечення.

Якість освітлювальної системи на сьогоднішній день оцінюється великою кількістю факторів. Це і економічні чинники, що грають досить часто вирішальну роль, особливо у нас на Україні, і питання моди та престижу, і екологічні питання, що частіше підіймають міжнародні інституції.

Мета атестаційної роботи – аналіз найбільш важливих чинників, що характеризують системи освітлення, тенденції їх розвитку, виявлення суттєвих проблем, пошук шляхів вирішення цих проблем з урахуванням економічних та

екологічних питань, вибір оптимальних методів та засобів, що мають їх вирішити.

1 ЕЛЕМЕНТИ, ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

1.1 Лампи розжарювання

Лампа розжарювання - це електричне джерело світла, яке випромінює світловий потік в результаті розжарення провідника з тугоплавкого металу, вольфраму. Вольфрам має найвищу температуру плавлення серед усіх чистих металів приблизно 3693 К. Нитка розжарення знаходиться в скляній колбі (рис. 1), заповненої інертним газом (аргоном, криптоном, азотом). Інертний газ оберігає нитки розжарювання, від окислення. Для ламп розжарювання невеликої потужності (25 Вт) виготовляють вакуумні колби, які не заповнюються інертним газом. Скляна колба перешкоджає негативному впливу атмосферного повітря на вольфрамову нитку.

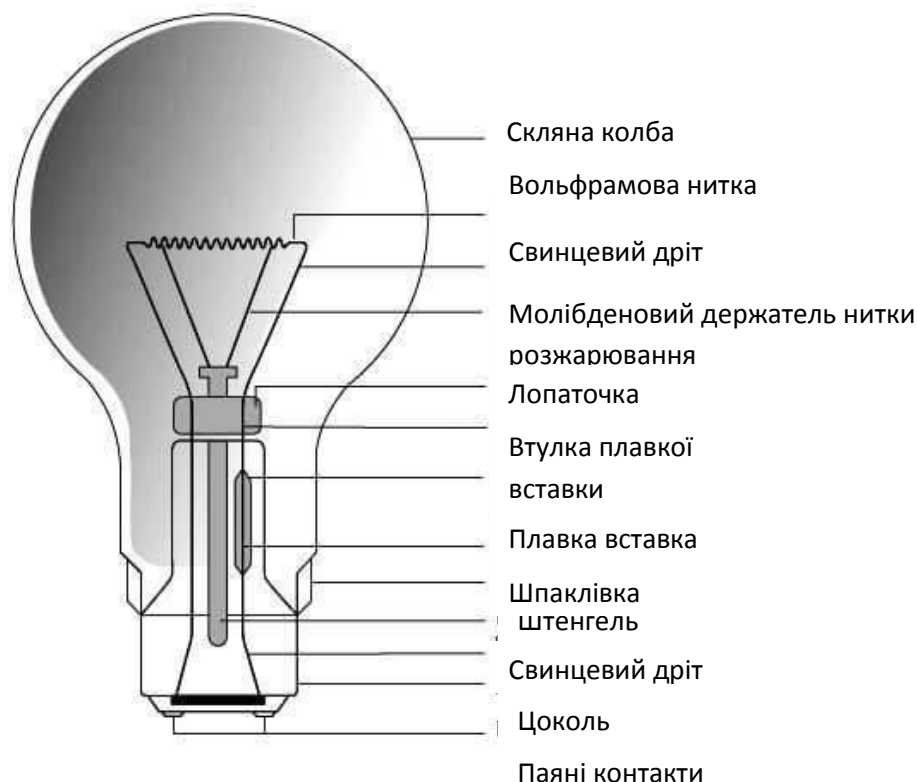


Рисунок 1.1 – Конструкція лампи розжарення.

Лампи розжарювання діляться на:

- вакуумні;
- аргонів (азот-аргонів);
- криптонові (+10% яскравості від аргонів);
- ксенонів (в 2 рази яскравіше аргонів);
- галогенні (склад I або Br, в 2,5 рази яскравіше аргонів, високий термін служби);
- галогенні з двома колбами (покращений галогенний цикл за рахунок кращого нагріву внутрішньої колби);
- ксенон-галогенні (склад Xe + I або Br, до 3х раз яскравіше аргонів);
- ксенон-галогенні з відбивачем ІЧ-випромінювання;
- розжарювання з покриттям, що перетворює ІЧ-випромінювання у видиме діапазон.
- переваги:
 - виготовлення в широкому сортаменті, на самі різні потужності і напруги та різних типів, пристосованих до певних умов застосування,
 - безпосереднє включення в мережу без додаткових приладів,
 - працездатність (хоча і з різко змінюються характеристиками) навіть при значних відхиленнях напруги мережі від номінального,
 - незначне (близько 15%) зниження світлового потоку до кінця терміну служби,
 - майже повна незалежність від умов навколишнього середовища (аж до можливості працювати зануреної в воду), в тому числі від температури,
 - компактність,
 - невисока вартість,
 - миттєве запалення при включенні,
 - невеликі габаритні розміри,
 - широкий діапазон потужностей.
- недоліки:
 - недовгий термін служби - до 1000 годин.
 - низький ККД.

- скляна колба розігрівається до високих температур, що може викликати пожежу.

1.2 Газорозрядні ртутні джерела освітлення

Досі активно використовуються джерела світла, що містять ртуть. У порівнянні з лампочками розжарення, їх ефективність набагато вища, а спектр випромінювання більш природним. Це особливо справедливо для об'єктів, де виконуються точні роботи. Для використання ртутних ламп потрібне належне зберігання, підключення та видалення. Недбале поводження з такими продуктами може становити серйозний ризик для навколишнього середовища в цілому, особливо для здоров'я людей та тварин.

Кожна з цих ламп містить 3-5 мг ртуті і тому класифікується як найнебезпечніша категорія відходів. У середині виробу містяться токсичні речовини у формі парів, які можуть швидко потрапити в організм людини. Крім того, 80% пари утримується в організмі людини.

Найпоширенішими є розрядні лампи високого і низького тиску. Перший тип застосовується в обладнанні високої потужності, яке часто використовується у вуличному освітленні. Вироби низького тиску зазвичай встановлюються в приміщенні.

Джерела світла цієї категорії належать до різних типів.

DRL (дугова ртутна лампа) - як і традиційна лампа розжарювання, вона має відповідну основу, яку можна вкрутити в побутове та промислове освітлювальне обладнання.

DRI (дугові ртутні лампи з випромінюючими добавками) - схожий на DRL, але склад газу, який наповнює вентилятор, містить індій та інші компоненти. Таким чином ви можете збільшити інтенсивність світіння.

DRIZ (дугова ртутна лампа з люмінесцентною добавкою та дзеркальним шаром) - схожа на DRI, але з додаванням відбиваючого шару. Це забезпечує пряме і спрямоване світло.

DRSH (Arc Mercury Ball Lamp) - Завдяки своїй незвичній формі він використовується лише в лабораторному обладнанні, проекційних системах та іншому спеціальному обладнанні.

Переваги:

висока світловіддача (80 лм / Вт)

досить великий термін служби (15 000 ч);

спад світлового потоку при середній тривалості горіння не більше 30%.

Недоліки:

- як і будь-яке джерело світла, люмінесцентні лампи не позбавлені недоліків. Найголовнішим мінусом можна назвати залежність від умов мережі і кількості запусків. Зазвичай лампа виходить з ладу раніше заявленого терміну - перепади напруги і часті включення розпилюють електроди, що веде спочатку до втрати світлового потоку, потім до «мерехтіння» і повного відключення.
- наявність парів ртуті в конструкції також можна назвати істотним недоліком, хоча основні питання викликає скоріше не сама наявність ртуті, а необхідність утилізації на спеціальних підприємствах.
- залежність від температури експлуатації - ще один мінус, який слід враховувати при виборі джерела освітлення для зовнішньої установки. Якщо лампа розжарювання відмінно показує себе як всередині приміщення, так і зовні, навіть при негативних температурах, то люмінесцентний аналог більш примхливий. При зниженні температури якість світіння значно погіршується, а при мінусових температурах люмінесцентна лампа і зовсім відмовляється працювати.
- експлуатація та обслуговування люмінесцентної лампи набагато складніше, адже для підключення потрібна схема з пускорегулюючої апаратурою. Якщо в світильнику перегорить лампа, замінити її можна тільки на лампу такої ж потужності (у ламп розжарювання все простіше). Також обслуговування

люмінесцентних ламп складніше, оскільки при проблемах з роботою доведеться досліджувати і лампу, і супутнє обладнання.

1.3 Натрієві лампи високого тиску

Натрієві лампи високого тиску (HPL) - одне з найефективніших джерел світла, яке здатне випромінювати до 160 лм / Вт потужністю 30-100 Вт, а термін їх служби може сягати 25000 годин. Завдяки невеликим розмірам світлового корпусу та високому тиску натрієвої лампи, можливе використання в різних освітлювальних приладах.

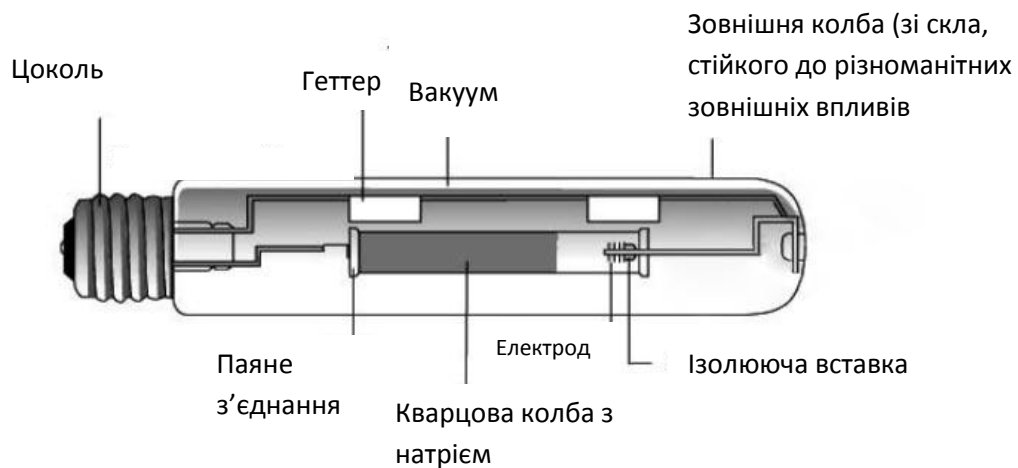


Рисунок 1.2 – Побудова натрієвої лампи високого тиску.

Натрієві лампи високого тиску, як правило, працюють з індуктивними баластами, або електронними баластами. Натрієва лампа високого тиску вмикається спеціальною запальничкою, яка випромінює імпульси до 6 кВ. Час вмикання лампи зазвичай становить від 3 до 5 хвилин.

Переваги сучасних натрієвих ламп високого тиску включають відносно невелике зменшення оптичного потоку протягом терміну експлуатації. Наприклад, у лампи потужністю 400 Вт зменшення потоку випромінювання становить 10-20% за 15000 годин при 10-годинному циклі горіння. Для ламп,

які працюють частіше, зменшення потоку викидів збільшується приблизно на 25% з кожним подвійним циклом. Те саме співвідношення стосується і розрахунку скорочення очікуваної тривалості життя.

Загально визнано, що ці лампи використовуються тоді, коли економічні показники важливіші за точне відтворення кольорів. Їх тепле жовте світло дуже підходить для освітлення парків, торгових центрів, доріг і, в деяких випадках, декоративного архітектурного освітлення.

Натрієві лампи високого тиску в даний час є найефективнішим розрядним джерелом світла. Однак у стандартних натрієвих ламп високого тиску є багато недоліків. Перш за все, слід звернути увагу на очевидно низький коефіцієнт передачі кольору $R_a = 25-28$.

Поліпшення колірних характеристик натрієвих ламп високого тиску відбувається головним чином за рахунок підвищення тиску парів натрію в пальнику із збільшенням температури холодної зони або вмісту натрію в амальгамі (амальгама - це рідина, напівметал та ртутна рідина або Твердий сплав), збільшений діаметр випускної труби, введення люмінесцентних добавок, нанесення люмінофорних та інтерференційних покриттів на зовнішню лампу розжарювання та живлення ламп з імпульсними струмами високої частоти. Зменшення світловіддачі компенсується збільшенням тиску ксенону (зменшенням плазмопровідності).

Багато експертів звертаються до питання вдосконалення спектрального складу випромінювання натрієвих ламп високого тиску, а багато іноземних компаній вже випускають високоякісні лампи з покращеними параметрами. Такі лампи з типовим коефіцієнтом кольоро передачі $R_a = 50-70$ мають на 25% нижчу світлову ефективність і половину терміну служби в порівнянні зі стандартною версією. Слід зазначити, що основні параметри натрієвої лампи високого тиску дуже важливі для зміни напруги живлення. Іншими словами, коли напруга живлення падає на 5-10%, потужність, оптичний потік і R_a втрачають від 5 до 30% від своїх номінальних значень, а коли напруга зростає, термін їх корисного використання різко падає.

Труднощі у виробництві натрієвих ламп великої потужності пов'язані з переходом на слабкі струми та збільшенням діаметра розрядної трубки та відносної довжини області електрода порівняно з відстанню між електродами. Дуже висока реакція лампи на режим живлення на відхилення в проектних розмірах розрядної труби. Якість трубки та матеріалу. Отже, виробництво натрієвих ламп високої потужності підвищує вимогу дотримуватися геометричних допусків розмірів нагнітальної трубки у відношенні чистоти матеріалу та дозування наповнювального елемента.

1.4 Газорозрядні натрієві лампи без вмісту ртуті

За останні роки багато країн доклали великих зусиль у галузі охорони навколишнього середовища. Одним із напрямків цих зусиль є зменшення, або запобігання утворенню токсичних сполук важких металів (таких як ртуть) у готовій промисловій продукції.

Така ж тенденція поширюється і на технологію джерел світла. Вміст ртуті у флуоресцентній лампі потужністю 40 Вт зменшено з 30 мг до 3 мг. Для натрієвих ламп високого тиску цей процес йде не дуже швидко, оскільки ртуть значно покращує ефективність цих джерел. Існуючі безртутні лампи, схоже, мають світле майбутнє. Однак ці лампи використовуються із спеціальними електронними баластами і призначені для систем спеціального призначення, де ефективність та простота системи не є головним пріоритетом.

Виробники приділяють особливу увагу покращенню характеристик кольоропередачі та порівнюють їх зі стандартними власними аналогами.

Найбільша частка натрієвих ламп високого тиску, що зараз випускаються, - це 250-ватні та 400-ватні лампи для зовнішнього освітлення. Завдяки цим потужностям ефективність лампи вважається максимальною. Однак останнім часом зростає інтерес до натрієвих ламп високого тиску з високою потужністю для економії енергії при заміні ламп розжарювання на розрядні лампи малої потужності для внутрішнього освітлення. Мінімальна потужність, досягнута для натрієвих ламп високого тиску, становить 30-35 Вт

Труднощі у виробництві натрієвих ламп великої потужності пов'язані з переходом на слабкі струми та збільшенням діаметра розрядної трубки та відносної довжини області електрода порівняно з відстанню між електродами. Дуже висока реакція лампи на режим живлення на відхилення в проектних розмірах розрядної труби. Багато питань до якості трубки та матеріалу. Отже, виробництво натрієвих ламп високої потужності підвищує вимогу до геометричних допусків розмірів нагнітальної трубки у відношенні чистоти матеріалу та дозування наповнювального елемента. Базова технологія управління масовим виробництвом цих економічних та стійких джерел світла вже існує.

OSRAM також пропонує ряд малопотужних ламп, для яких не потрібен запальник (пальник містить суміш). Однак його світловіддача на 14-15% нижча, ніж у стандартних ламп.

Однією з переваг ламп, для яких не потрібен імпульсний запалювач, є те, що їх можна прикріпити до ламп для ртутних ламп (з іншими необхідними умовами). Наприклад, лампа NAVE 110 з потоком викидів 8000 лм повністю сумісна з ртутними лампами типу DRL-125 з номінальним потоком викидів 6000-6500 лм. Такий вітчизняний розвиток давно використовується в нашій країні. Наприклад, ВАТ «ЛІСМА» в даний час виробляє лампи DNaT210 та DNaT360, які призначені для безпосередньої заміни DRL250 та DRL400 відповідно.

Не так давно було оголошено про розробку інженера для Matsushita Electric (Японія). Це версія без ртуті, кольорова версія NLVD, яка не потребує спеціального імпульсного баласту.

По закінченню терміну служби звичайної лампи співвідношення натрію до ртуті в амальгамі змінюється, в результаті чого випромінювання стає рожевим. На відміну від жовтого кольору тест-лампи за тих самих умов. У міру підвищення колірної температури Ra спочатку піднімається до максимального рівня ($T = 2500 \text{ K}$), а потім падає.

Щоб зменшити відхилення, розробники змінили тиск ксенону та внутрішній діаметр пальника. Був зроблений висновок, що відхилення чорної

лінії зменшується із збільшенням тиску ксенону, але напруга запалювання зростає. При тиску 40 кПа напруга запалювання становить близько 2000 В, навіть враховуючи існування схем, що полегшують це. Коли внутрішній діаметр змінюється з 6 мм на 6,8 мм, відхилення від чорної лінії корпусу зменшується, але ефективність світла зменшується. Це неприпустимо для негайної роботи.

1.5 Натрієва лампа високого тиску з двома пальниками

Нещодавня поява серійних зразків натрієвих ламп високого тиску з паралельно підключеними пальниками багатьох провідних виробників не тільки суттєво сприяє збільшенню терміну служби лампи, але й безпосередній складності. Отже, цей напрямок припускає усунення відновлення, яке поширюється на поєднання пальників з потенційно різними силами, спектральним складом тощо.

Незважаючи на перелік надійних ресурсів, питання довговічності цих ламп слід вирішувати з обережністю. Термін служби такої лампи фактично подвоюється лише в тому випадку, якщо пальники лампи по черзі вмикаються протягом терміну служби лампи. В іншому випадку в кінці свого життя корпоративні пальники часто починають циркулювати у другій частині (це явище іноді називають електричним "витоком", в даному випадку рідкістю у зовнішній колбі. Газ руйнується під напругою запального імпульсу), так що запалення може викликати проблеми.

Натрієва лампа високого тиску з пробкою високого тиску

Японські інженери (Toshiba Lighting & Technology) пропонують найкраще рішення з їх точки зору для усунення вищезазначеного явища за допомогою 2 ламп пальника. Конструкція лампи включає два датчики запалювання, які запалюють певний пальник як позитивний чи негативний. Застосовується негативний пульс. Баласт такої лампи містить дві котушки. Схема дуже проста і дешева. У цій конструкції пожежні лампи чергуються. Важливо. Інженери тієї ж компанії пропонують світильники з вбудованими

запалювачами, які не потребують складного управління. Деякі тенденції вдосконалення натрієвих ламп високого тиску

У якому напрямку дизайнери та дослідники шукають ефективні рішення для натрієвих ламп високого тиску? Щоб відповісти на це питання, нам спочатку потрібно виявити очевидні недоліки цих ламп з точки зору комфорту зору, простоти та необхідної електричної безпеки конструкції. Деякі з них можна відрізнити: погані характеристики кольоропередачі, підвищена пульсація люмінесцентного потоку, висока напруга запалювання і навіть повторне запалення.

Щоб оцінити характеристики ламп з високими характеристиками кольоропередачі, розробники змогли підійти до найкращого для цієї групи джерел світла. Боротьба з пульсаціями випромінювання, що досягають 70-80%, натрієвими лампами високого тиску зазвичай використовує загальноприйняті методи, такі як включення ламп (в обладнанні з декількома лампами) на різних фазах мережі. Він буде виконаний. Високочастотний струм. Використання спеціальних електронних баластів практично усуває цю проблему.

Імпульсний запалювач (IZU), який зараз використовується у більшості наборів NLVD-PRA, ускладнює роботу лампи та збільшує вартість набору ламп-PRA. Імпульси запалення від IZU негативно впливають на баласты та лампи, що призводить до передчасного виходу з ладу цих пристроїв. Тому розробники шукають способи знизити напругу запалювання, щоб вони могли залишити IZU.

Проблеми, що призводять до негайного запалення, зазвичай вирішуються двома шляхами. Можна використовувати запалювач, який випромінює імпульси зі збільшеною амплітудою, або використовувати лампу з двома пальниками, які не потребують такого пристрою.

Термін служби натрієвої лампи вважається найдовшим серед джерел світла з високою яскравістю. Однак у цій галузі дизайнери хочуть зробити все можливе. Відомо, що термін служби та потік викидів під час роботи залежать від швидкості, з якою натрій виходить з пальника. Коли натрій виходить із розряду, суміш амальгами концентрується з ртуттю, а напруга лампи

підвищується до (150-160 В), поки лампа не згасне. Цьому питанню було присвячено багато досліджень, розробок та патентів. Серед найбільш успішних рішень заслуговує на увагу дозатор GE Amalgam, що використовується в серійних лампах. Конструкція дозатора забезпечує жорстко обмежений потік амальгами натрію до розрядної трубки протягом усього терміну служби лампи. Результатом є довший термін служби, менше затемнення на кінцях трубки та майже постійний потік викидів (до 90% від початкового значення).

1.6 Світлодіодні прилади освітлення.

Світлодіод, або світловипромінювальних діод (СД, LED) - напівпровідниковий прилад з електронно-дірковий переходом, що створює оптичне випромінювання при пропусканні через нього електричного струму. Випромінюється світло лежить у вузькому діапазоні спектра. Його спектральні характеристики залежать від хімічного складу використаних в ньому напівпровідників. Іншими словами, кристал світлодіода випромінює конкретний колір (якщо мова йде про СД видимого діапазону), на відміну від лампи, що випромінює більш широкий спектр і де конкретний колір відсівається зовнішнім світлофільтром.

Переваги світлодіодів.

- дуже довгий термін служби світлодіодів (близько 50 000 годин).
- споживає менше енергії, ніж інші джерела світла.
- економічні вигоди. Є результатом поєднання довгого строку служби та економії енергії.
- висока яскравість.
- світлодіоди перетворюють майже всю енергію, яку вони отримують, у світло.
- можливість вибору кольорової температури світлодіодів відповідно до призначення освітлення, від звичайного теплого білого світла (2700-3000K) лампочки до холодного білого або денного світла (6500K).

- можливо створити прилад освітлення на певну довжину хвилі з практично не змінюючи ефективність приладу освітлення. Так як це можливо зробити без застосування оптичних фільтрів.
- компактність, гнучкість та різноманітність світлодіодних модулів дозволяють реалізувати різні дизайни світлових рішень в залежності від різних потреб та вимог.
- світлодіод не сильно нагрівається та гарантує високий ступінь пожежної безпеки.
- світлодіоди стійкі до механічних пошкоджень, оскільки в них відсутні крихкі елементи.
- на даний момент вважаються безпечними для екології.

Недоліки світлодіода

- Відносно висока ціна якісних світлодіодних джерел живлення. З іншого боку, цей дефіцит стає менш важливим завдяки економії енергії та швидкій віддачі інвестицій завдяки строку служби світлодіодів.
- Потреба у світлодіодному драйвері (блоці живлення) не тільки збільшує витрати, але й порушує питання, де його сховати, роблячи невидимим і доступним, коли його потрібно замінити. Багато фабрик освітлення інтегрують джерело живлення в корпус світильника, що спрощує підключення та монтаж.
- Незважаючи на тривалий термін служби, хімічні та фізичні параметри кристала погіршуються, з часом кристал втрачає яскравість.
- Ступінь деградації світлодіодів безпосередньо залежить від якості системи охолодження та температури кристалу.
- Якщо світлодіод на матриці або стрічці не пряцює з будь-якої причини, замінити його дуже проблематично, і в більшості випадків це просто неможливо.
- Виробники дешевих світлодіодних приладів часто не переконуються, що всі світлодіоди у їхній продукції мають

однакові параметри. Тому дуже часто заявленні параметри та характеристики не відповідають реальним.

- Часто світлодіоди білого кольору, в своєму спектрі, мають високий всплеск на довжинах хвилі менше 480нм.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ СВІТЛОДІОДНИХ ПРИЛАДІВ ОСВІТЛЕННЯ

2.1 Світлодіоди в світлодіодних приладах освітлення.

Для побудови світлодіодних приладів освітлення часто використовують SMD світлодіоди бо вони дешеві та прості у використанні [3...7]. У випадку коли необхідно створити світлодіодний прилад освітлення з можливістю зміни кольору світла використовують RGB світлодіоди, або діоди з різними довжинами хвиль. Але недоліком даного рішення є.

Для прожекторів часто використовують світлодіодні матриці типу COB (Chip On Board, чип на платі) (рис.1). У цього виду велику кількість маленьких кристалів розміщено на єдиній підкладці і все це зібрано в одному корпусі. Схема з'єднання цих кристалів - послідовно паралельна. Зверху вони заливаються люмінофором. Така матриця має велике відношення потужності до площі, що дозволяє робити потужні прожектори. Але недоліком даного типу матриць є те що:

- вони виділяють багато тепла.
- мають відносно малий ресурс роботи.
- дуже вимогливі до системи охолодження.



Рисунок 2.1 – Світлодіодна матриця COB.

Досить часто даний тип матриць виходить з ладу за рахунок перегріву та виходу з ладу одного, або декількох світлодіодів. Це викликає відносно швидке вигорання всієї матриці

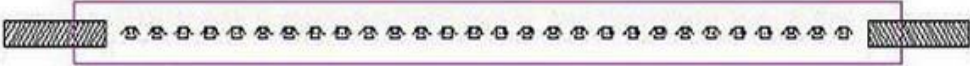
Не рідко для декоративних цілей використовують Filament світлодіоди. Це скляна трубка на поверхню якої наклеєні світлодіоди та нанесений люмінофор (рис.2). Як правило такі елементи збирають по декілька штук та розташовують в скляній колбі заповненою гелієм. Такі лампи мають невисоку потужність. Але у зв'язку з тим що вони, як и в COB мають велику щільність світлодіодів та на відміну від них не мають тепловідвідної підкладки, то вони сильно розігріваються. Що приводить до доволі швидкого руйнування світлодіодів.

A more view at LED Encapsulation:

Glass Substrate:



LED Chip Fixed:



Fluorescent Glue Encapsulation



Finished Product:



Рисунок 2.2 –Світлодіодний освітлювач Filament

2.2 Схеми живлення та керування світлодіодних приладів освітлення.

Блок живлення грає важливу роль в роботі світлодіодного приладу освітлення. Існує декілька схематичних рішень побудови освітлювальних приладів для роботи в мережах з перемінним струмом. Самою дешевою схемою є підключення світлодіодів через конденсатор та діодний міст як на (рис.3).

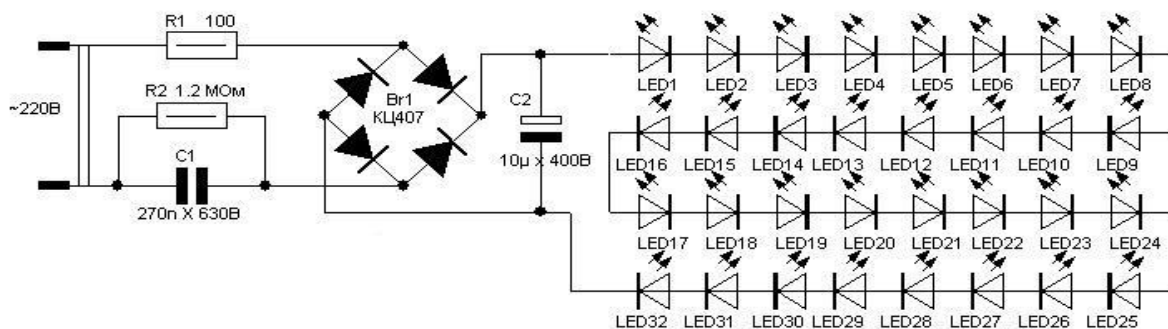


Рисунок 2.3 – Схема дешевого світлодіодного світильника

Перевагою таких систем є тільки те що їх просто та дешево виробляти. Недоліків в таких системах дуже багато. Такі системи:

- мають низьку потужність та ефективність.
- чутливі до напруги живлення.
- мають відносно низький термін роботи.
- напруга живлення системи повинна бути більше ніж напруга живлення світлодіодної матриці. Що в деяких випадках змушує розробляти нову матрицю.
- присутнє мерехтіння на частотах 100 Гц та кратних гармоніках.

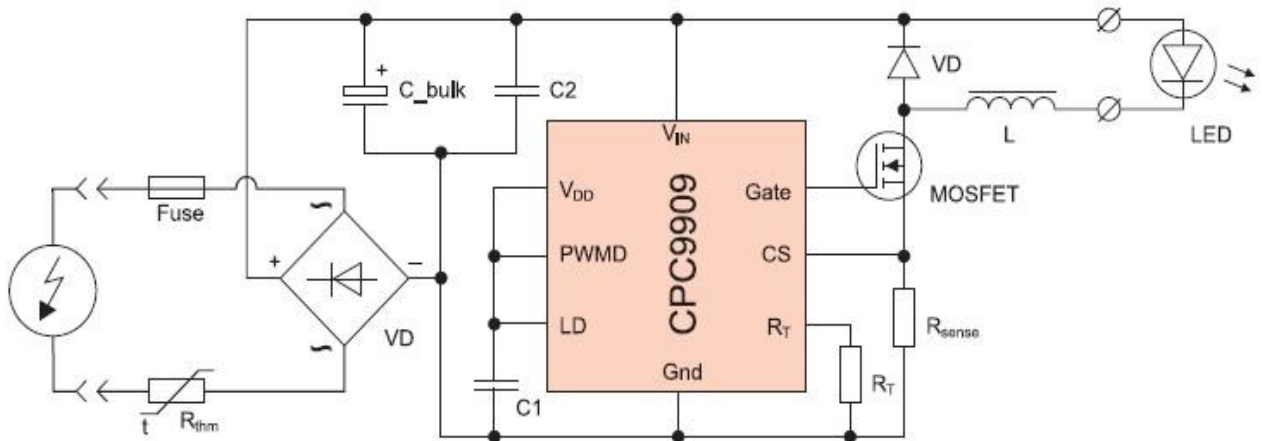


Рисунок 2.4 – Схема світлодіодного освітлювача на основі ШІМ контролера.

Використання ШІМ контролера ускладнює схематику (рис. 1.6) та піднімає ціну готового виробу. Схема с ШІМ контролер в порівнянні с більш дешевою схемою має такі переваги:

- висока ефективність роботи схеми.
- можливо будувати більш потужні схеми.
- система менш чутлива до перепадів напруги.
- схема здатна більш стабільно тримати параметри для оптимальної роботи світлодіодної матриці.
- відносно великий час роботи схеми.
- висока надійність.

with Selective Carrier Injection говориться що завдяки включення в світло випромінюючу структуру спеціального проміжного шару, який блокує носії, можна ефективно керувати інжекцією носіїв в активну ділянку. Це дозволяє створити монолітний світлодіод в якому можна керувати спектром випромінюваного світла. Цей підхід був успішно використаний для створення білого світло діоду з зміною світовою температурою [6].

2.4 Вплив світлодіодів на здоров'я людини.

На зір людини впливає багато факторів. Мерехтіння джерела світла на частотах нижче 60 Гц. приводять до головних болей, зорової напруги та інших негативних наслідків. Але деякі досліді показують, що в довгостроковій преспективі такі симптоми можуть виникати на частотах від 60 до 200 Гц. Яскраве світло вночі негативно впливає на сон та на емоційний стан людини. Великий рівень ультрафіолетового випромінювання приводить до ушкодження сітківки, рогівки та лінзи[1].

Для захисту від пошкодження зору від ультрафіолету у людини є спеціальний захисний механізм який викликає звуження зіниці. Але природно склалося так що чутливий цей механізм на довжину хвилі близько 480 нм. Так, як в спектрі сонячного світла інтенсивність на хвилях 480 нм більша ніж на більш коротких хвилях[6].

На мерехтіння впливає система живлення. У випадку побудування системи живлення на імпульсному блоці живлення частота мерехтіння вище 1 кГц. Але в дешевих приладах освітлення часто використовуються лінійні блоки живлення. Це проводить до того, що частота мерехтіння дорівнює, або в 2 рази вища за частоту струму в мережі. Тобто при використанні якісного блока живлення мерехтіння не повинна впливати на стан та здоров'я людини.

3 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

3.1 Порівняльний аналіз оптичних характеристик та параметрів побутових систем освітлення

Світло є одним з найважливіших явищ природи, що впливають на життєдіяльність людини, так як більш ніж 80% інформації про навколишній світ і процеси, що відбуваються людина отримує через зорові відчуття. Розробка штучних джерел світла (ДС) була невід'ємною частиною розвитку техногенної цивілізації. Сучасні ДС є електричними приладами, в яких електрична енергія перетворюється у випромінювання в різних спектральних діапазонах і з різною енергетичною ефективністю. Природно, що в різних областях цільового використання (освітлення приміщень, освітлення робочого місця, місць короткочасної зорової роботи в житлових приміщеннях і т.п.) до ДС пред'являються різні вимоги. У зв'язку з цим розробка ефективних побутових ДС як і раніше є актуальним завданням [7].

Для дотримання умов оптимального робочого середовища розроблені загальні норми [8, 9], які регламентують параметри природного і штучного освітлення. Однак в області побутового застосування ДС ці правила досить часто не дотримуються. Крім того, в них не відображено, що освітлення сприймається природним тільки в разі, якщо реєстроване оком випромінювання має безперервний спектр у видимій області спектра з розподілом енергії, близьким до розподілу енергії в сонячному випромінюванні [7]. Відзначено особливість, що очі найменше стомлюються при жовто-зеленому або білому освітленні, а найбільше при червоному і фіолетовому [7].

Для досліджень були відібрані серійно випускаються для ланцюгів з напругою 220 В лампи побутового призначення: для ламп розжарювання (ЛР) - до 100 Вт, для метало-галогенних ламп (МГЛ) - до 46 Вт, для світлодіодних

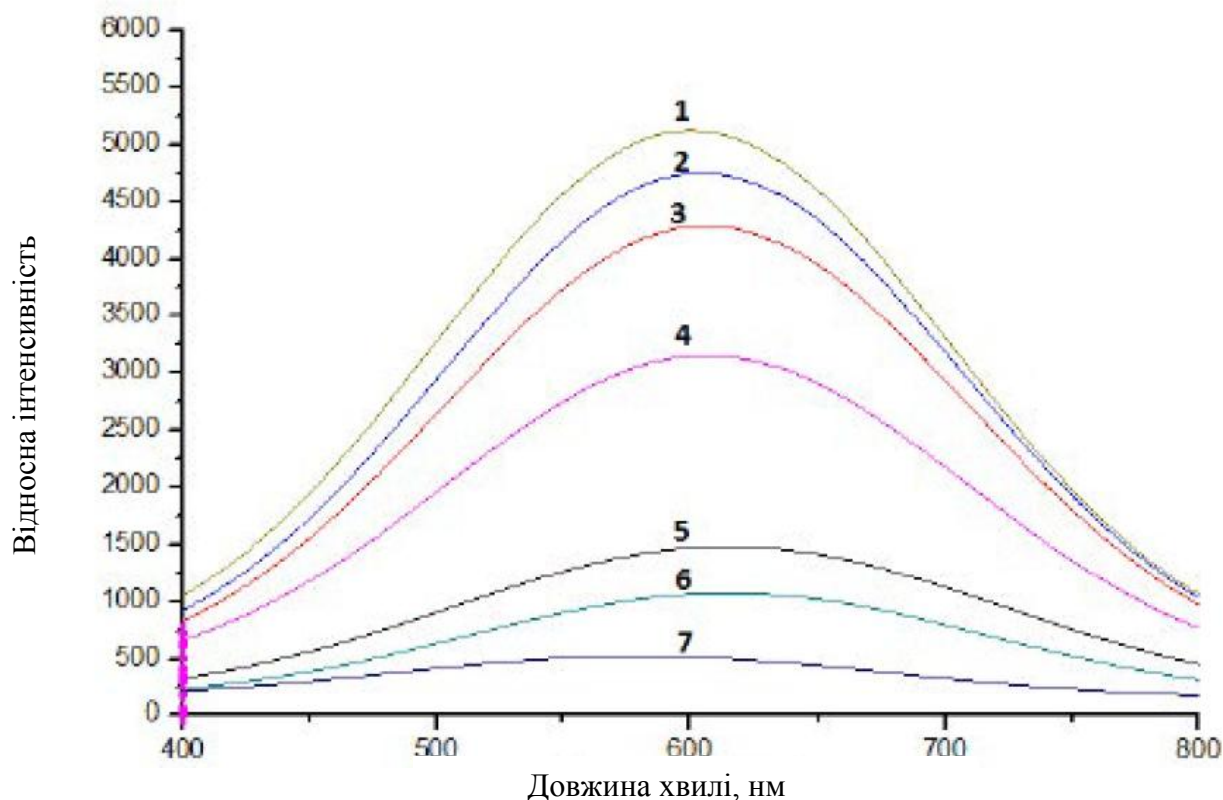
ламп (LED) - до 7 Вт , для компактні люмінесцентні ламп (КЛЛ) - до 32 Вт, для люмінесцентні ламп денного світла (ЛД) - до 18 Вт.

Основною характеристикою будь-якого джерела світла є його спектр випромінювання. Природно, що ближче спектр ДС до сонячного, тим більше він сприятливий для людини. Як відомо [10], сонячний спектр є спектром випромінювання чорного тіла, що представляє з себе безперервний континуум. Спектральна випромінювальна здатність в даному випадку описується формулою Планка і характеризується колірною температурою з типовим значенням ~ 6000 К. Джерела, що мають аналогічний тип розподілу випромінювання (сіре тіло), але меншу яскравість, так само характеризуються колірною температурою. Важливо відзначити, що якщо спектральний розподіл не описується формулою Планка (є або лінійчатим, або суцільним, але з розподілом іншого типу), то характеризувати його колірною температурою некоректно. Всі існуючі ДС побутового призначення мають спектр, відмінний від сонячного. Говорити про «ступінь відповідності» спектра випромінювача сонячному складно, так як немає стандартизованого критерію, який би його визначав. Проте, можна виділити одну важливу умову: спектр сонця є суцільним і, отже, порівнювати з ним можна тільки ДС із суцільним спектром. На рис. 3.1 представлені спектри ЛР і МГЛ різних потужностей, на рис. 3.2 - LED-спектри.

Лампа розжарювання - електричне джерело світла, в якому тіло розжарення, помещене в прозорачний вакуумований або заповнений інертним газом посудину, нагрівається до високої температури за рахунок протікання через нього електричного струму, в результаті чого вона випромінює світло в широкому спектральному діапазоні, в тому числі видиме світло. Спектр ЛР є безперервним, що є плюсом, але він має максимум на інфрачервоному діапазоні, що є основним недоліком ЛН, тому що більшу частину енергії вона перетворює в теплову. ККД лампи розжарювання невисокий - близько 5% (95% - тепла енергія), тому ЛР швидше є нагрівальним приладом, ніж освітлювальним. Наслідком спектра ЛР можна вважати, що світло випромінюється в теплих тонах ($T_{цв} = 2400-2700\text{К}$), але передача кольору

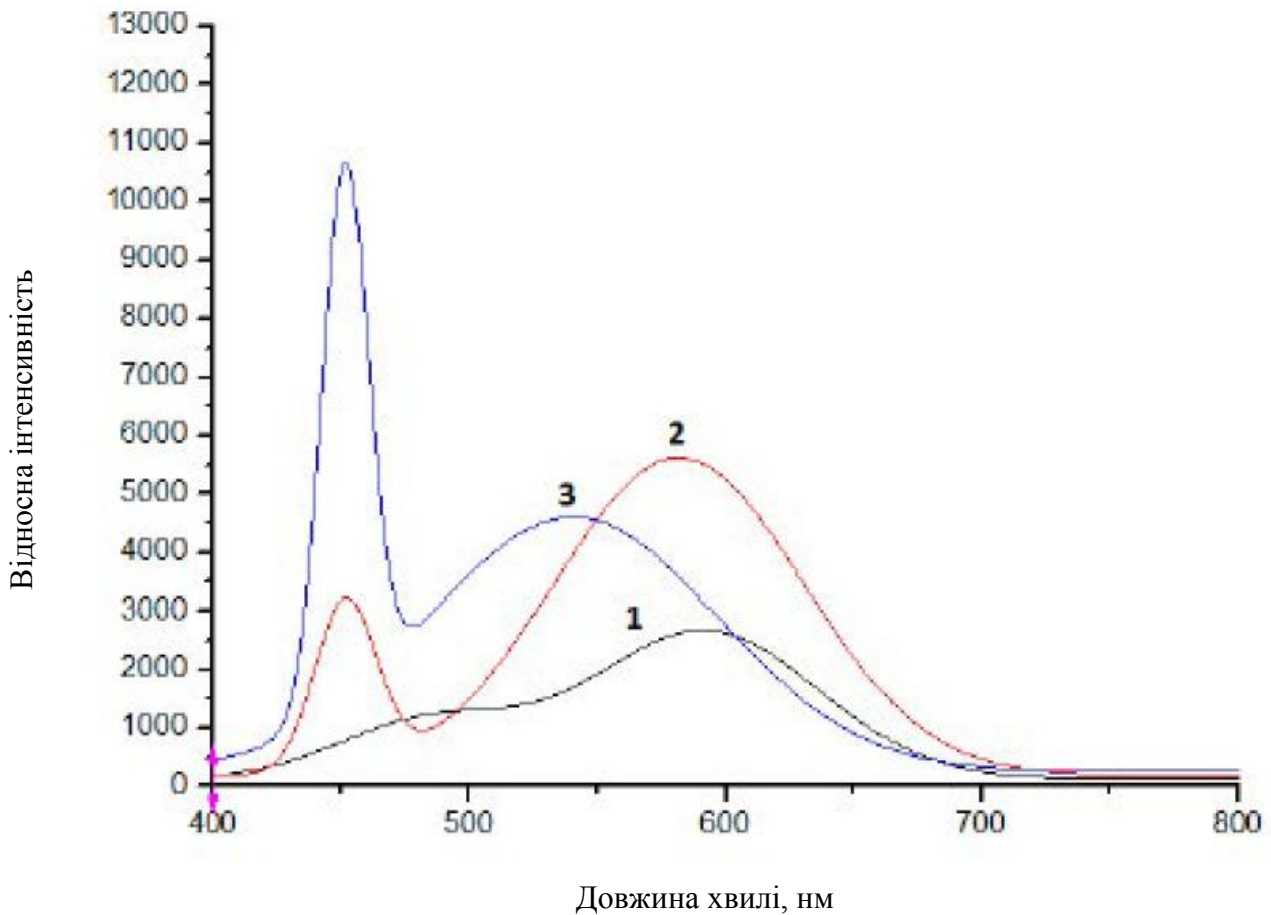
лампи розжарювання відмінна ($Ra = 100$). Типова для ЛН світлова віддача - 10-15 Лм / Вт (люменів / Ватт), що є дуже низьким показником. Термін служби лампи розжарювання, як правило, не перевищує 1000 годин, що, за сучасними мірками, дуже небагато.

Але безсумнівним плюсом є її низька ціна. Підбивши підсумок, можна сказати, що використання ЛР дуже неефективно з економічної точки зору, для ока людини вона також не є оптимальним джерелом освітлення, але досить дешева і невибаглива.



1 – МГЛ 42 Вт, 2 – ЛР 100Вт, 3 – ЛР 60 Вт, 4 – МГЛ 18Вт, 5 – ЛР 40 Вт.

Рисунок 3.1 – Спектри ламп розжарювання та металогалогенних ламп



1 – 5.5Вт (2700К), 2 – 7Вт (2700К), 3 – 7Вт (6400К)

Рисунок 3.2 – Спектри світлодіодних ламп

Із рис. 3.1 та 3.2 випливає, що спектри ЛР, МГЛ і LED ламп мають суцільний спектр, але форма їх істотно відрізняється. Лампи розжарювання і металогалогенні лампи мають однаковий принцип дії: в обох випадках випромінюють елементом є вольфрамова нитка розжарення, але колби МГЛ заповнені буферним газом (парами галогенів), що збільшує термін служби та забезпечує більшу прозорість колби. Спектр випромінювання нагрітої вольфрамової нитки є спектром сірого тіла, що перебиває видимий діапазон і йде в інфрачервону область. Колірна температура сірого тіла розраховується за положенням максимуму спектра. Спектральні вимірювання колірних температур ЛР і МГЛ показали їх відповідність значенням, заявленим виробниками. В даному випадку колірна температура добре відображає

ступінь відмінності спектра ДС від сонячного: ставлення температури Сонця до температури ламп ± 2 . В інших випадках просте порівняння спектрів є не коректним.

Істотні відмінності в спектрах світлодіодних ламп і ламп розжарювання (рис.3.1 і рис.3.2) свідчать про те, що світлодіодні лампи не мають спектру сірого тіла, отже, говорити в даному випадку про колірну температуру, не дивлячись на заяви виробників, не можна. На відміну від ламп розжарювання, що мають істотну ділянку спектра в інфрачервоній області, спектр світлодіодних ламп лежить виключно в області видимого світла, що підвищує їх ефективність. За принципом формування кольору світлодіодні лампи можуть бути двох типів [11] - багатокристалльні і люмінофорні. Спектр багатокристалльні світлодіодів виходить за рахунок накладення вузьких спектрів кожного окремого кристала. На рис. 3.3 наведено порівняння енергії випромінювання колірних світлодіодів у діапазоні видимого випромінювання. З графіку видно, що найбільш високою ефективністю володіють помаранчево-червоні світлодіоди. З другої сторони, навіть невелика кількість кольорових світлодіодів, як видно з рис. 3.3, за умови вибору відповідної потужності у певному діапазоні випромінювання, може забезпечити досить гладку спектральну характеристику багато кристалльного освітлювача.

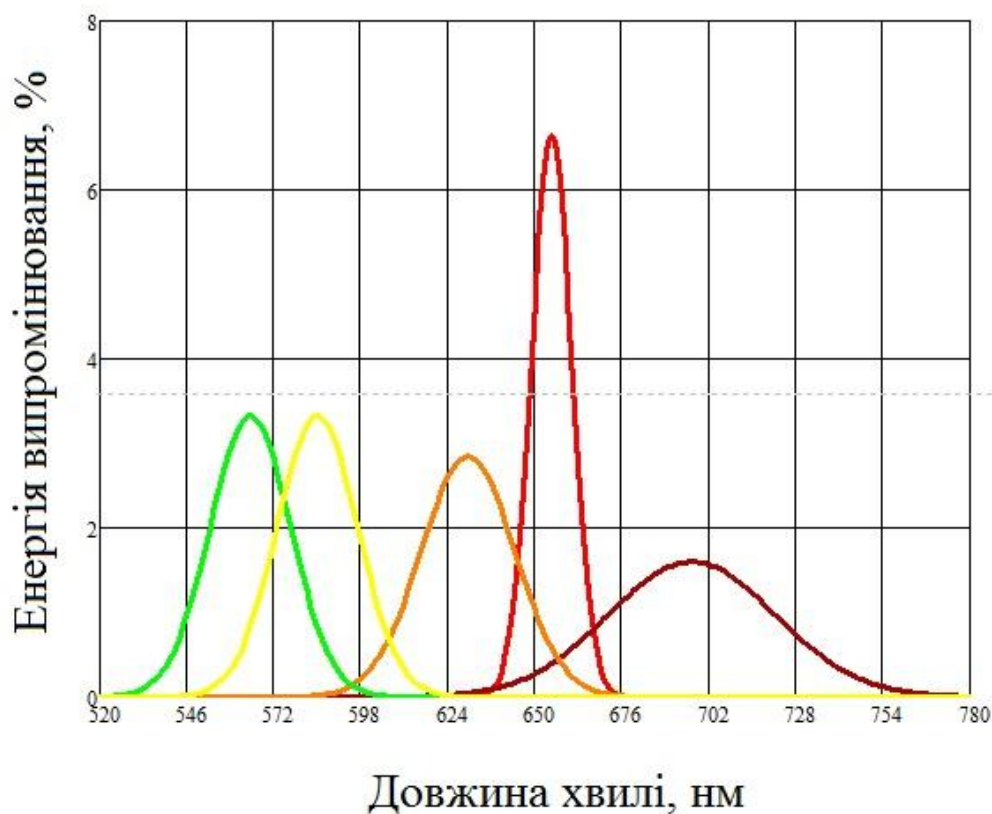


Рисунок 3.3 – Порівняння енергії випромінювання кольорних світлодіодів

Газорозрядна (люмінесцентна) лампа (ЛЛ). Газорозрядна (люмінесцентна) лампа являє собою циліндричну трубку з електродами, в яку закачані пари ртуті. Під дією електричного розряду пари ртуті випромінюють ультрафіолетові промені, які, в свою чергу, змушують нанесений на стінки трубки люмінофор випромінювати видиме світло.

Важливим мінусом ЛЛ є лінійчатий спектр (рис.3.4) , викликаний синіми і зеленими лініями в спектрі випромінювання газового розряду в парах ртуті.

Частина спектра цих ламп лежить в ультрафіолетовому діапазоні, що може сказатися при використанні цих ламп великої потужності і на близькій дальності. Світловіддача типової ЛЛ становить 80-85 Лм / Вт, кольорова температура порядку 2700-6000 К, Ra = 80-98, термін служби 15-20 тис. годин. два різних типу ЛЛ є класичним прикладом компромісу в техніці. лампи з трикутним люмінофором більш економічні (світлова віддача до 104Лм / Вт), але мають нижчу продуктивність передачею кольору (Ra = 80), з п'ятиполосний

люмінофором мають відмінну передачу кольору ($R_a = 90-98$) при меншій світловій віддачі (до 88 Лм / Вт).

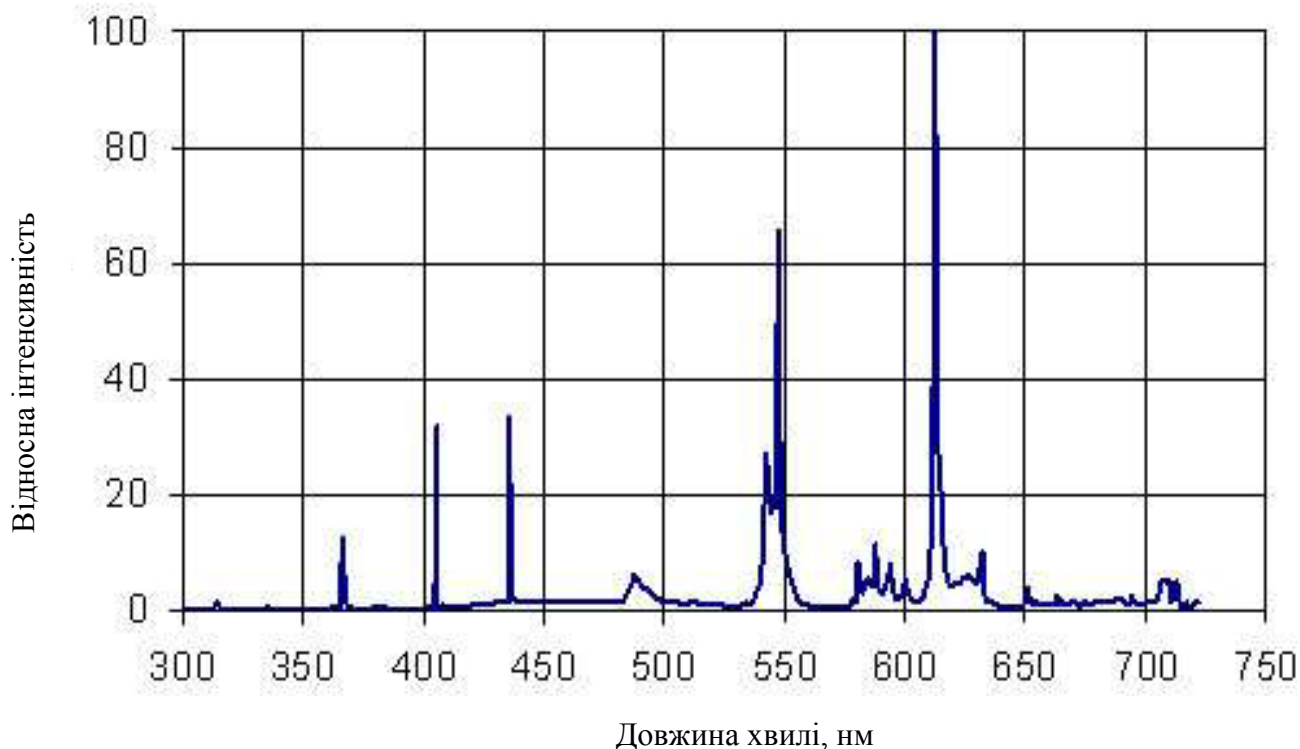


Рисунок 3.4 – Спектр газорозрядної люмінесцентної лампи

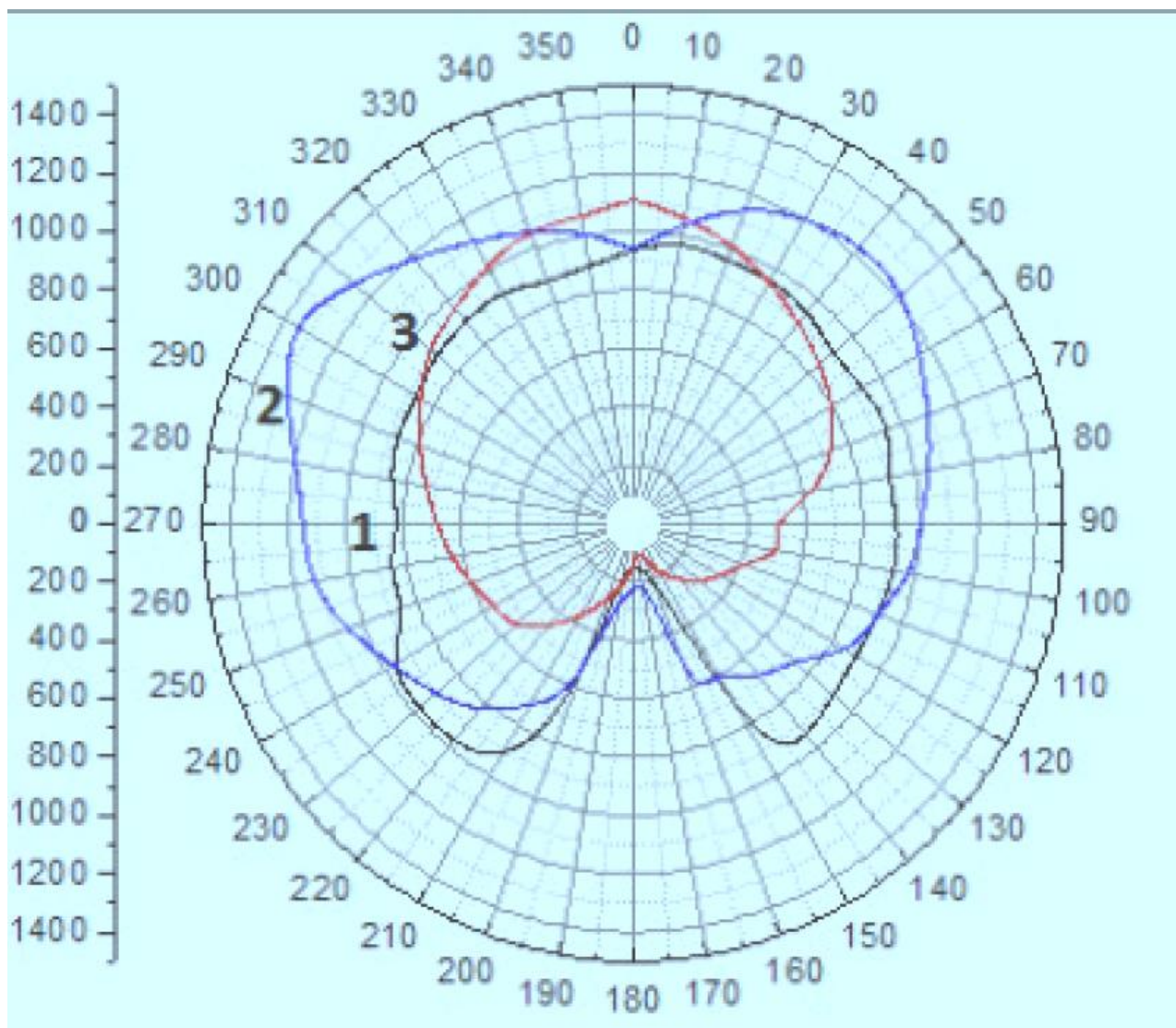
Це дозволяє домогтися більш рівномірного розподілення випромінювання по видимому спектру, що призводить до більш натурального спектру світла. ЛЛ забезпечують м'який, рівномірне світло, але розподілом світла в просторі важко управляти через велику поверхні випромінювання. Плюсом ЛЛ є можливість зміни складу люмінофора і введення всередину колби деяких газів, що дозволяють змінювати оптичні характеристики лампи. Очевидним недоліком ЛЛ є досить складна схема підключення до мережі (застосування ЕПРА (міжрядкового пускорегулювального апарату) з гучним дроселем і ненадійним стартером), мерехтіння лампи з частотою мережі, при виході з ладу стартера відбувається

«Фальстарт» (кілька спалахів при включенні), який скорочує термін служби ниток напруження, досить довгий старт (від 1с до 1хв), використання тільки змінного струму, миготіння з частотою 50 Гц, що утворює дискомфорт людського ока. Узагальнивши вищеперелічене, можна сказати, що світло ЛЛ

достатньо добре наближений до природного, має різноманітності відтінків світла, економічність, лампи мають довгий термін служби, досить високий ККД (в порівнянні з ЛН), але в той же час для їх роботи необхідно додаткове обладнання (ЕПРА), досить дороги, вимогливі до температурних умов (не пристосовані до роботи при температурі нижче 10°C, яскравість знижується, а при негативних температурах не запалюються). Самим вагомим недоліком є використання в люмінесцентних лампах ртуті, що позначається на безпеці і проблеми утилізації ЛЛ.

Є відмінності у різних джерел освітлення щодо діаграми спрямованості. На рис. 3.5 представлено діаграми спрямованості лампи розжарювання, компактної люмінесцентної лампи та світлодіодної лампи. Як видно з графіків найбільш рівномірною є діаграма спрямованості ЛР, з відчутним мінімумом з боку цоколя. Діаграма спрямованості КЛЛ має дещо виражені бокові області, а світлодіодна, навпаки має максимум у повздовжньому напрямку. Таким чином, світлодіодна лампа та лампа розжарення більше підходять до фронтального освітлення, а КЛЛ більше спрямовує світло на бічні напрямки. І хоча виробники заявляють про переваги КЛЛ з точки зору економічності та рівня освітленості, вимірювання свідчать про те, що КЛЛ досить неефективно розподіляє світловий потік у навколишньому середовищі та відповідно не має таких уже енергоефективних властивостей.

Варто також згадати коефіцієнт пульсацій випромінювання. Цей показник найкращий у ЛР та світлодіодних джерел. У перших завдяки температурній інерційності, нагріта спіраль не може суттєво змінювати температуру за час коливань мережі змінного струму 50 Гц. У світлодіодних джерел освітлення досить складний блок живлення, що забезпечує певну стабілізацію напруги та струму через світлодіод. Хоча слід підкреслити, що дешеві світлодіодні джерела освітлення можуть використовувати спрощений блок живлення без належної стабілізації. У цьому випадку можливі певні пульсації світла.



1 – лампа розжарювання 60Вт, 2 – компактна люмінесцентна лампа 12Вт, 3 – світлодіодна лампа 7Вт.

Рисунок 3.5 – Діаграма спрямованості різних джерел світла [10]

3.2 Оцінка переваг та недоліків освітлювачів

Отримані характеристики свідчать про те, що велика частина відібраних для дослідження ДС має суттєві відхилення від розподілу сонячного спектру,

тобто далека від природного освітлення до якого пристосований зір людини. Отримані результати вимірювань можна узагальнити за кожним типом ДС, виділивши основні переваги та недоліки.

Світлодіодні лампи мають найкращі характеристики.

До переваг слід віднести:

- суцільний гладкий спектр;
- низький коефіцієнт пульсації;
- висока ефективність (A ++);
- низьке тепловиділення.

Недоліки:

- некоректне вживання терміну колірна температура;
- низький коефіцієнт кольоропередачі.

Лампи розжарювання та метало-галогенні лампи поступаються світлодіодним лампам за енергоспоживанням і тепловиділенням.

Проте вони мають істотні переваги:

- суцільний спектр, досить близький до природнього;
- низький коефіцієнт пульсації (за рахунок інерційності);
- відповідність заявленої колірної температури;
- високий коефіцієнт кольоропередачі.

Їх недоліки:

- низька ефективність і високе тепловиділення.

Люмінесцентні лампи денного світла мають багато недоліків, але дві істотних переваги:

- висока ефективність (A ++);

- низьке тепловиділення;

Проте вони мають суттєві недоліки:

- лінійчатий спектр з континуумом, далекий від сонячного;
- присутність лінії в ультрафіолетовому діапазоні (УФ);
- високий коефіцієнт пульсації (перевищує норми [8, 9]).

Компактні люмінесцентні лампи мають найгірші характеристики, незважаючи на заяви виробників, і мають тільки одну перевагу – високу ефективність (A, A+).

Разом з цим вони мають низку недоліків:

- середнє тепловиділення;
- лінійчатий спектр;
- присутність лінії в ультрафіолетовому діапазоні;
- досить високий коефіцієнт пульсації (може перевищувати норми [8, 9]).

Окремо слід відзначити лампи з колбою типу «рефлектор». така форма впливає тільки на кут розчину діаграми спрямованості і тим самим на площу освітленості. Всі інші характеристики не відрізняються від характеристик ламп відповідного типу, в нашому випадку це МГЛ. Лампи з таким цоколем добре використовувати для освітлення робочої поверхні. Незважаючи на те, що три досліджені МГЛ мали близьку споживану потужність, рефлекторная лампа забезпечує велику площу поверхні з освітленістю > 300 лк.

3.3 Побудова оптимальної компоновки побутової системи освітлення

У сучасному світі застосування інноваційних технологій життєво необхідно. Людство переживає великі зміни у впровадженні засобів освітлення: спочатку заміна ламп розжарювання на досить широко поширені люмінесцентні лампи (так звані енергозберігаючі), а потім і на новітні освітлювальні прилади - світловипромінюючі діоди (світлодіоди).

Для ока людини найбільш сприятливе сонячне світло, яке складається із сукупності набору монохроматичних кольорів, отже, джерело світла, набір спектральних ліній якого схожий з сонячним світлом, більше підходить для ока людини. Технічно досить просто скласти декілька світлодіодів (рис. 3.6) у одну конструкцію, що забезпечить відповідні характеристики. Проте наявні світлодіодні освітлювальні прилади використовують люмінофор. Причина у тому, що використання кольорових елементів потребує значного ускладнення блоку живлення завдяки різним робочим напругам світлодіодів (рис. 3.7). Крім того яскравісна характеристика (рис. 3.8) кожного елемента теж відрізняється, що потребує використання системи корекції та узгодження світловипромінювання. Виходячи з цього можна зробити висновок, що на сьогоднішній день найбільш оптимальним варіантом побутової системи освітлення є світлодіодна з використанням люмінофору (рис. 3.9).

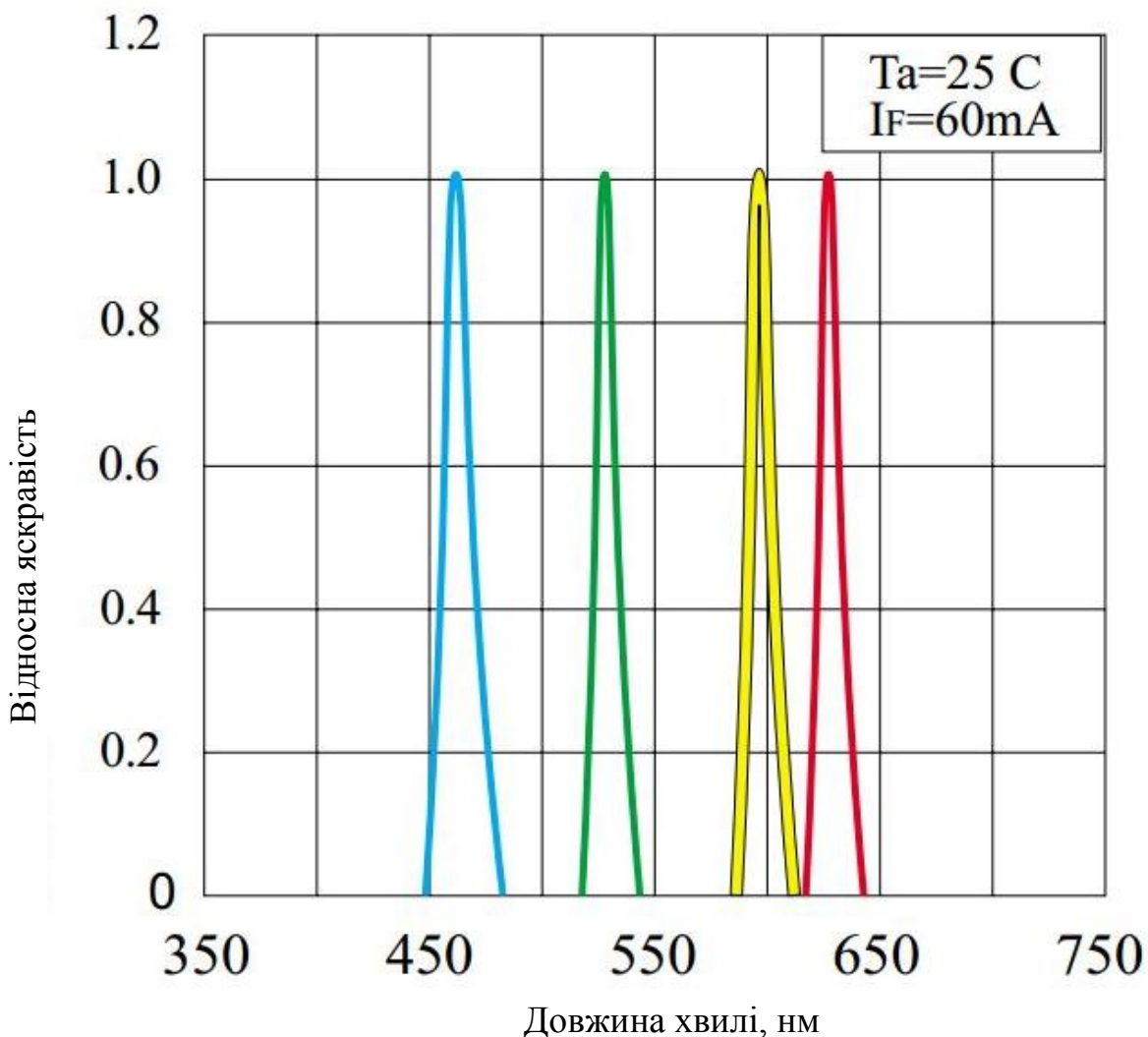


Рисунок 3.6 – Спектральні характеристики світло діодів видимого діапазону SMD 5050

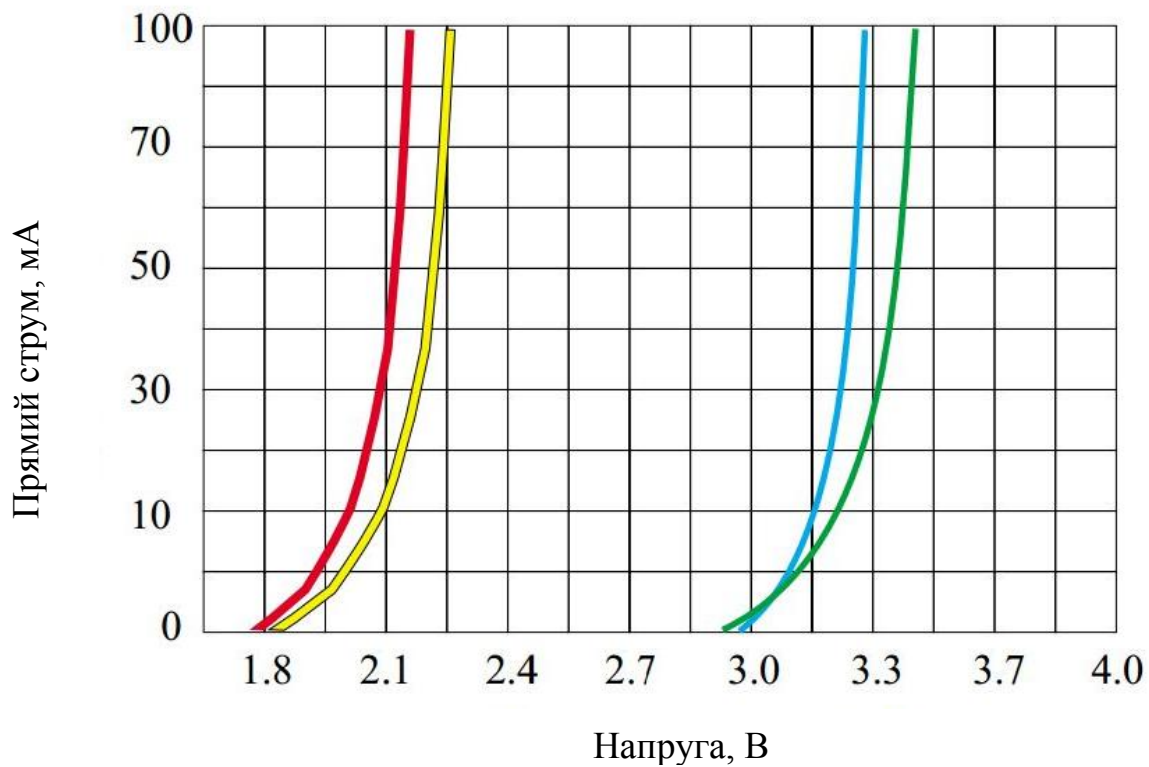


Рисунок 3.7 – Вольтамперні характеристики світлодіодів видимого діапазону

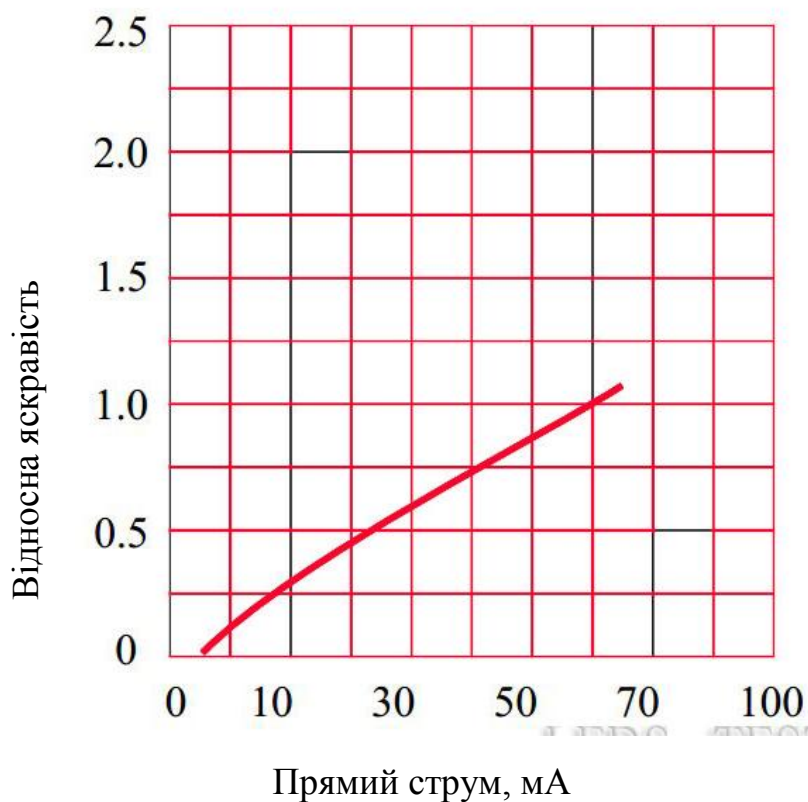
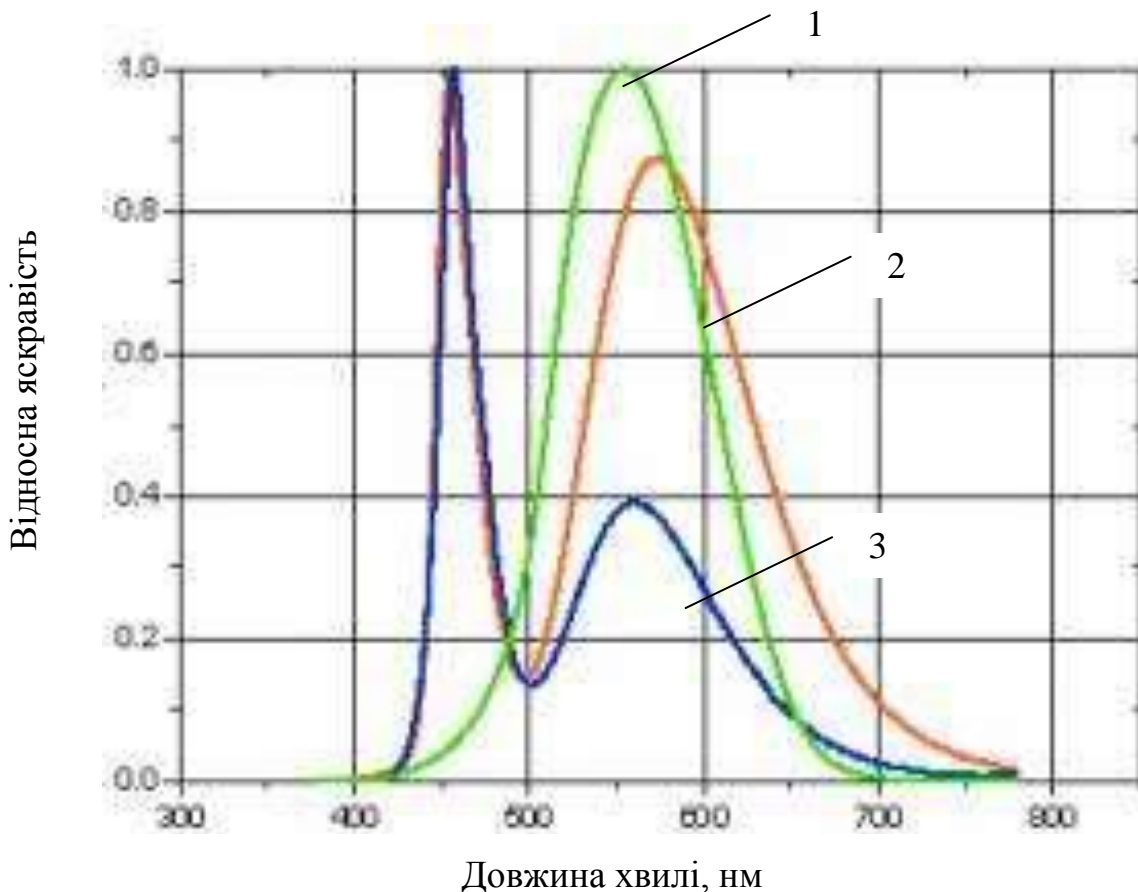


Рисунок 3.8 – Яскравісна характеристика світлодіодного освітлювача

Світлодіоди червоного, зеленого і синього кольору можна поєднувати в світлодіодні лампи, створюючи світло різного спектрального складу. Светоотдача світлодіодов становить 85-100 Лм / Вт, колірна



1 – крива чутливості людського ока, 2 – спектр випромінювання світлодіодної лампи 4000К, 3 – спектр випромінювання світлодіодної лампи 6500К.

Рисунок 3.9 – Порівняльні характеристики чутливості людського ока та спектрів випромінювання світлодіодних ламп

температура від 2700 Ко до 6500 Ко, індекс передачі кольору дорівнює 85-100, особистий кут випромінювання - від 15оС до 180оС, спектр СД є безперервним, що добре для ока людини. Світлодіоди досить невибагливі: можливе

використання в різних температурних умовах (крім високих температур, що характерно для напівпровідників), висока пило-, волого-стійкість, стійкість до механічних та вібраційних навантажень, можуть працювати при низькій напрузі, мала інерційність (включаються відразу на повну яскравість), кількість циклів включення / вимикання не роблять істотного впливу на термін служби світлодіодів (на відміну від традиційних джерел світла - ламп розжарювання, газорозрядних ламп), тривалий термін служби - від 30000 до 100000 годин (при роботі 8 годин на день - 34 роки). З недоліків можна відзначити де-які складності підключення: не працюють на змінному струмі (необхідний постійний струм, або перетворювач змінного в постійний), завжди повинні підключатися через схему обмеження струму, висока ціна.

Світлодіоди володіють кращими оптичними характеристиками, ніж лампи розжарювання і люмінесцентні лампи, мають різні спектри. Спектр світлодіодів досить добре наближений до природного, деякі моделі оптимально підходять для повсякденного освітлення, володіють величезним стоком служби і дуже високим ККД, безпечні у використанні.

Освітленість впливає на здоров'я, опірність стресам, фізичних і розумових навантажень. Наш зір безпосередньо залежить від кількості світла в приміщенні. Тому слід дуже чітко дотримуватися вимоги по нормам, адже від цього залежить фізичне і психологічне здоров'я проживаючих у квартирі людей.

Система загального освітлення здійснюється, як правило, стельовими або підвісними світильниками, встановленими в центрі стелі. Зазвичай для цього використовуються світильники розсіяного і переважно відбитого світла, тому що за допомогою загального освітлення, як правило, не вигідно створювати великі освітленості. Для забезпечення можливості виконання напружених зорових робіт використовується система комбінованого освітлення. Додатково до загального освітлення робочих поверхонь і окремих об'єктів встановлюють світильники місцевого освітлення.

Світильники, що застосовуються для створення освітлення, дуже різноманітні за призначенням і зовнішньому вигляду, за способом установки і

використовуваних в ньому джерел світла. Діапазон їх дуже великий, а технічні характеристики найрізноманітніші. В найбільшій мірі це відноситься до світильників загального освітлення: може знадобитися м'яке, спокійне висвітлення, створює інтимну обстановку, і, навпаки, може виявитися необхідним яскраве, святкове освітлення.

У першому випадку найбільш підходять дифузні світильники, які створять обстановку для відпочинку, спілкування, тихих ігор, зведуть до мінімуму різкі контрасти, забезпечать рівномірну освітленість. У другому випадку краще кришталеві світильники з яскравим блиском, які поряд з великою освітленістю створять гру світла і тіні, дадуть урочисту атмосферу, скрасять монотонність обстановки.

У приміщеннях квартир сьогодні використовується, як правило, кілька видів світильників - стельовий (або підвісний), підлоговий або настільний (частіше обидва відразу), а також настінні світильники.

Стелю застосовуються для загального освітлення житлових і особливо допоміжних приміщень, а також для освітлення окремих функціональних зон, в яких не виконуються напружені зорові роботи (робота з документами, читання книг). Зазвичай це світильники розсіяного або переважно прямого світла. З урахуванням того, що такі світильники розташовуються значно вище лінії зору, їх яскравість може бути великою. Кріплення стельових світильників здійснюється, як правило, шляхом підвіски до монтажного гака, встановленому в місці виведення електричної проводки посередині стелі. А для їх електричного підключення проектом передбачається стаціонарна проводка з вимикачем, розташованим біля входу в приміщення. Нижче наведена таблиця (табл.3.1) загальноприйнятих норм освітленості для приміщень з висотою стелі не більше 3 метрів:

Таблиця 3.1 – Норми освітлення для побутових приміщень

Приміщення, де використовується приглушене світла	Спальня	10-12W на квадратний метр
Приміщення, де використовується середній рівень світла	Робочий кабінет, дитяча	15-18W на квадратний метр
Приміщення з найяскравішою освітленістю	Вітальня	20 W на квадратний метр

Тобто, для отримання уявлення про те, скільки ламп необхідно для освітлення будь-якої кімнати у вашій квартирі, необхідно помножити площу кімнати (в квадратних метрах) на кількість ват з рядки таблиці, що відповідає типу вашої кімнати. Якщо ж висота в кімнаті перевищує позначку 3 метрів, то тоді потрібно помножити загальне число ват мінімум на 1,5.

Підвісні світильники використовуються, як правило, в житлових кімнатах для загального освітлення і освітлення обідньої зони, зон сну і відпочинку.

Світильники для прихожих, холів і коридорів спеціально виготовляються з короткою штангою, щоб весь світильник мав висоту не більше 50 см. При об'єднанні функції загального і зонального освітлення доцільно використовувати, безумовно, підвісні світильники комбінованого призначення. Правда, у таких приладів є невеликий мінус: до них пред'являються додаткові конструктивно-експлуатаційні вимоги, наприклад, можливість регулювання висоти підвісу і переміщення їх світяться частини в просторі функціональної зони. діапазон такого регулювання повинен бути досить великий. При цьому може бути забезпечена необхідна освітленість не тільки в зоні відпочинку і обідньою зоні, а й у зоні робіт, що вимагають зорового напруги (читання, креслення, шиття і т.д.). Як підвісних можуть використовуватися як багатолампові люстри з декількома джерелами світла, так і однолампові

світильники. Для закріплення підвісних світильників, а також для електричного підключення їх до мережі необхідно мати спеціальну тросову підвіску. Підлогові і настінні світильники (так звані переносні) дуже часто розглядаються споживачами як декоративні елементи інтер'єру, проте саме вони несуть функціональне найбільше навантаження. Зазвичай такі напружені зорові роботи як читання, письмо, шиття передбачає наявність підлогових (торшерів) або настільних світильників, які створюють високий рівень освітленості і, при правильному їх розміщенні та використанні, необхідний світловий комфорт. Це говорить про тому, що такі світильники корисно встановлювати в дитячих кімнатах для додаткових занять дитиною, а також в робочих кабінетах. Отже, зі світильниками все більш-менш ясно. Зараз ми розберемо більш складне питання: яке освітлення необхідно для різних кімнат вашої квартири.

Освітленість житла людини. Почнемо з вітальні. Будь-яка людина може пишатися своєю дизайнерською задумкою, якщо освітлення в цій кімнаті виконує дві важливі функції.

Перша - світло повинне бути направлено туди, де воно потрібне, друга - точно суміщений баланс світла і тіні. За допомогою світла ви можете виділити певну зону в кімнаті, виправити недоліки в плануванні. Підібрати правильне освітлення у вітальні дуже важко, тому що у цієї кімнати дуже багато призначень. Для вас головне - це домогтися достатнього освітлення. Найчастіше люди вибирають яскраві лампи для того, щоб світло проникав у всі кути кімнати. Але в будь-якому випадку в тих місцях, де сім'я проводить більшу частину часу, необхідне загальне освітлення стельовими, або настінними світильниками, присутність настільних ламп і торшерів. Якщо ж стеля у вітальні низька, набагато краще застосувати настінні світильники замість стандартних стельових. Грамотно сплановане освітлення кухні неодмінно зробить більш комфортним процес приготування їжі і підкреслить декоративні деталі кухонного інтер'єру. Слід зазначити, що освітлювальні прилади на кухні підрозділяються на три види, залежно від виконуваних ними функцій: це стельові світильники, локальні джерела світла і "проміжні"

освітлювальні прилади. Щедрий світло укріплених на стелі світильників рівномірно поширюється по всій території кухні. Краще буде використання флуоресцентних ламп, які мають підвищену вологостійкість - спеціально створених для сирих приміщень кухонь, або ванних кімнат. Для того щоб оптимально контролювати необхідне кількість кольору, необхідно скористатися диммером (нескладним приладом, що дозволяє управляти світловим обладнанням квартири). Установка невеликих точкових світильників - локальних джерел світла - в нижніх частинах кухонних шафок або інших "стратегічно важливих" місцях вашої кухні дозволить вам направляти промені світла на потрібні вам ділянки. Подібні світильники значно полегшать виконання традиційних кухонних справ - приготування їжі, миття посуду. Що стосується "проміжних" освітлювальних приладів, то вони представляють собою підвісні світильники, які зависли в повітрі на довгих шнурах-проводах над кухонним або обробним столом. Вони сформують належну освітленість робочого простору, в той час як основні стельові лампи забезпечать ефект денного світла на всій території кухні.

Штучне освітлення дитячої кімнати організовується за правилами, застосовним і для дорослих, з однією лише різницею: вибираючи світильники для дитячої кімнати, цими правилами нехтувати не можна. Правильне штучне освітлення має бути достатньо яскравим без різких переходів від світла до тіні, що шкідливо для очей. Необхідно уникати великої яскравості і блиску поверхонь. Для цього необхідний м'яке розсіяне світло, відбитий від стелі. Стельова дитяча люстра, що дає найбільш сприятливий для очей дитини світло, повинна бути з матового скла: вона не створює додаткових відблисків. У дитячій доречні світильники з рівномірним розподілом світла і лампи з гарною передачею кольору. Але тільки не лампи денного освітлення: згідно з дослідженнями, вони підвищують стомлюваність, викликають дратівливість і знижують зір. необхідний в дитячій та нічник або бра в головах ліжечка. Він допоможе і малюкові, і батькам: дитина не буде боятися засипати, а батьки в разі необхідності зможуть орієнтуватися в дитячій, не включаючи світло. Робочий стіл можна освітлюватимуть за допомогою настільної лампи. Дитяча

настільна лампа може стати джерелом небезпеки: її легко перекинути. Краще, щоб дитяча настільна лампа кріпилася спеціальним кронштейном до столу, полиці або стіні. Для робочої зони є нехитрі правила: світло повинне падати спереду і зліва (саме так повинна розташовуватися дитяча настільна лампа), письмовий стіл потрібно якомога ближче посунути до вікна, щоб максимально використовувати денне освітлення. Щоб захистити очі дитини від прямих променів, лампі необхідний абажур, а висоту лампи на гнучкій ніжці можна регулювати відповідно до зростання дитини. Підлогові лампи з рухомих кронштейном можна встановлювати будь-яким зручним чином.

Лампочки в дитячих настільних лампах не повинні бути могутніше 60 Вт: більш яскраве світло, відбите білим папером, стомлює очі і може зіпсувати зір. Ще одна важлива кімната в квартирі будь-якої людини - ванна кімната. Освітлення у ванній кімнаті може бути виконано в самих різних варіантах. В даному випадку все залежить від побажань мешканців і наявності необхідних коштів. В першу чергу, необхідно виконати основну освітлення, яке повинно давати м'який рівний і яскравий білий світ. Для підсвічування окремих зон використовуються лампи будь-якого типу. це можуть звичайні лампочки з вольфрамовою ниткою, галогенні або люмінесцентні світильники. При цьому важливо враховувати те, що колір їх повинен бути тільки білим, природною. Отже, з освітленням різних кімнат ми розібралися. Але залишився ще один досить важливе питання, на який також необхідно відповісти людині, яка обирає оптимальне освітлення для своєї квартири – який світло найкраще використовувати: теплий або холодний?

Тепле і холодний світло. Як відомо, тільки природне сонячне світло має нейтральної забарвленням, тому він вважається найбільш оптимальним для сприйняття людського ока. Але незважаючи на те, що сучасні виробники намагаються наблизити штучні джерела світла до даного ідеалу, поки це неможливо - будь-який освітлювальний прилад (лампочка) мають своїм кольором. Якись світять яскраво, а якись більш тьмяно, це залежить від спектральних характеристик даної лампочки. Для розрізнення світла, виділяється їй, ввели поняття "тепле світло" і "холодне світло".

Тепле світло володіє жовтуватим відтінком ранкового сонця, в зв'язку з цим він вважається найбільш звичним і приємним для людського ока.

Тепле світло є ідеальним для житлових приміщень. Дизайнери рекомендують вибирати таке світло в кімнати, де люди розслабляються після важкого дня, відпочивають - там, де сім'я проводить вечір, приймає їжу і т.д. У такі приміщення краще всього вибирати люстри, що забезпечують розсіяне світло теплого спектру, так як він здатний створити атмосферу невимушеності, розслаблення, затишку. При виборі лампи теплого світла потрібно пам'ятати, що вона має властивість збільшувати різкість кольору – її випромінювання нагадує світло свічки. Тому лампа буде посилювати колір деталей інтер'єру, мають забарвлення теплих тонів, і приглушати все холодні відтінки. У зв'язку з тим, що в жовтому світлі лампи розжарювання відсутні сині і фіолетові промені, кольору зеленого і синього буде спотворюватися.

А холодні тони мають властивість при висвітленні теплого спектру темніти і змінювати свій відтінки - блакитний буде здаватися зеленуватим, синій потьмяніє, темно-синій почорніє, а фіолетовий буде наближатися до червоному. Ці нюанси обов'язково потрібно враховувати при виборі освітлення, так як в протилежному випадку інтер'єр може набувати в штучному висвітленні абсолютно несподіваний вид.

Холодний колір в великій мірі сприяє концентрації, створює робочу атмосферу, тому найчастіше лампи холодного світла використовуються там, де необхідно налаштувати людини на діловий лад. Найчастіше нейтральні і холодні лампи використовуються там, де потрібно поєднання штучного і природного світла - в різних установах, офісних будівлях і т.д.

Виходячи з властивостей і особливостей лампочок теплого і холодного світла, можна зробити висновок, що холодне світло найбільш актуальний для роботи, а теплий - для житлових зон. Але сучасні дизайнери часто не дотримуються даними правилам і надають кабінетах за допомогою ламп розжарювання атмосферу затишку і довірливості, а ось холодні лампи використовують в житлових приміщеннях для того, щоб відтінити інтер'єр в

білих і чорних тонах, де використовуються мармур, скло або хром. Тому вибирати лампи потрібно ретельно і враховуючи безліч додаткових параметрів.

Узагальнивши все вищеперелічене, ми можемо з упевненістю стверджувати, що світлодіоди найбільше підходять до повсякденного використання. Вони можуть бути використані абсолютно в будь-якій кімнаті квартири, вони безпечні у використанні, з ними немає особливих проблем при підключенні, вони можуть випромінювати як "холодний", так і "теплий" світло. На сьогоднішній день світлодіоди - це ідеальний інструмент при створенні приємної атмосфери. Тому, незважаючи на високу вартість, світлодіоди незабаром стануть основними джерелами штучного світла.

3.4 Дослідження факторів безпечності щодо використання освітлювачів у побутових приладах

За ступенем біологічної безпеки штучні джерела світла розділені на 4 групи: від нульової до третьої [11]. Галогенні лампи - це джерела світла із суцільним спектром випромінювання, безпечні для зору людини (0 група). Лампи розжарювання мають спектр з меншим вмістом синього і фіолетового і великим - червоного і жовтого випромінювання. У психофізичному відношенні їх випромінювання тепле і приємне і відносяться до 1 групи безпеки. Люмінесцентні та світлодіодні лампи є джерелом підвищеної небезпеки (відповідно 2 і 3 група). Ступінь небезпеки залежить від потужності випромінювання і тривалості впливу на зір людини. Класичний на сьогодні білий світлодіод - це випромінює синій колір кристал, покритий люмінофором, переїзлучає частина енергії синього світла в жовтій області. Шкідливий вплив на органи зору надає синя і фіолетова складова спектра, деструктивно впливає на тканини очей [11]; в двогорбій спектральній характеристиці світлодіода білого світіння короткохвильова (максимум випромінювання поблизу 455 нм) і довгохвильова частини розділені провалом саме на довжині хвилі 480 нм. Інтенсивність піка 455 нм може перевершувати інтенсивність на 480 нм в 7 ... 10 разів для білих світлодіодів з високою колірною температурою (5500 К ...

6500 К). При такому освітленні зіниця повністю відкритий і сітківка піддається впливу деструктивного короткохвильового випромінювання. Європейський стандарт по біологічній безпеки освітлення [12] регламентує виробництво та застосування світлодіодних освітлювачів, в яких інтенсивність випромінювання на 480 нм по відношенню до випромінювання на 460 нм складає 40%.

Аналогічна ситуація пов'язана з використанням енергозберігаючих компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ), де джерелом випромінювання, що збуджує світіння люмінофора, служить дугового розряд в парах ртуті [13....15]. На ринку масово представлені низькотехнологічні зразки КЛЛ з неконтрольованою товщиною люмінофора, крізь який проходить лінійчатий спектр випромінювання ртутного розряду з інтенсивної короткохвильового частиною.

ВИСНОВКИ

В атестаційній роботі розглянуті основні типи, конструкції, складові та характеристики приладів освітлення, що використовуються для освітлення у побуті.

Проаналізовані параметри та характеристику зараз наявних на ринку приладів освітлення.

Докладно розглянуті світлодіодні прилади освітлення, їх спектральні характеристики, та основні компоненти.

Проаналізовано основні вимоги до побутового освітлення в залежності від призначення приміщення.

Під час аналізу даних спектральних характеристик різних світлодіодів було встановлено, що світлодіоди білого кольору, як правило, мають сплеск на спектральній характеристиці на довжинах хвилі менше 480 нм. Щоб створити прилад освітлення, який буде мати спектральну характеристику схожу з спектральною характеристикою природнього світла, на даний момент необхідно використовувати матрицю з декількох світлодіодів.

З іншої сторони таке рішення на сьогоднішній день непрактичне оскільки призведе до суттєвого ускладнення схеми живлення та ціни таких приладів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Paul Littlefair, Cosmin Ticleanu. A summary of LED lighting impacts on health. // International journal of Sustainable Lighting 1 (2015) 3-4
2. А. А. Холков, В. В. Шугфйло, В. В. Кононенко, С. С. Колесников. Мультиволновой осветитель для микрофотометрических исследований. // НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, 2013, том 23, № 2, с. 112 – 117
3. Р. Ш. Яруллов, А. Р. Латфуллин. Простой светодиодный осветитель для проведения флуорисцентных исследований биологических объектов // Инженерный вестник Дона. № 2 (2018)
4. Hussein S El-Ghoroury, Mikhail V. Kisin, Chih-Li Chuang. III-Nitride Multi-Quantum-Well Light Emitting Structures with Selective Carrier Injection.
5. El-Ghoroury, H.S.; Nakajima, Y.; Yeh, M.; Liang, E.; Chung, C.-L.; Chen, J.C. Color temperature tunable white light based on monolithic color-tunable light emitting diodes. Opt.
6. Маковская Е.Г. БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СПОСОБ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ
7. Варфоломеева Л. П. Энергоэффективное электрическое освещение. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. —310 с.
8. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 4. Оптика. — М.: Издательский дом МЭИ, 2005. — 457 с.
9. Елисеев Н. П., Решенов С. П. О предельных световых и цветовых характеристиках белых светодиодов. — М.: Светотехника, 2012. — 232 с.
10. Василеска И., Корнеева М. А., Стёпин В. П. Сравнительный анализ спектрально-фотометрических характеристик бытовых источников света/Вестник РУДН. Серия Математика. Информатика. Физика. №1, 2016. С. 91–98.
11. Маковская Е. Г. Биологическая безопасность искусственных источников света и способ её повышения / Е. Г. Маковская, И. Н. Бондаренко //

Радіоелектроніка та молодь у ХХІІ столітті : зб. тез. доп. ХХІІ Харків. конф. молодих науковців, 17–19 квіт. 2018 р. – Харків, 2018. – С. 55.

12. Маковская Е. Г. Измеритель характеристик излучения мощных светодиодов / Е. Г. Маковская, И. Н. Бондаренко // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті : зб. тез. доп. ХХІ Харків. конф. молодих науковців, 25–27 квіт. 2017 р. – Харків, 2017. – С. 43.

13. Бендеберя Г.Н. Коррекция спектра излучения искусственных источников света / Г.Н. Бендеберя, И.Н. Бондаренко, Е.Г. Маковская // Збірник тез доповідей ХVІІ Міжнародної науково-технічної конференції “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 15 - 16 травня 2018 р., Київ, ПБФ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – с.35.

14. Ю.В. Натарова, А.Б. Галат, А.С. Гнатенко Исследование фотоэлектрических преобразователей на основе различных полупроводниковых материалов //ЖУРНАЛ НАНО- ТА ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ, 2018, Том 10 № 4, 04023-1 - 04023-6.

15. Galat, A.V. Calculation of the absorbing capacity of a solar $\text{CuIn}_{1-X}\text{GaXSe}_2$ photovoltaic converter//Telecommunications and Radio Engineering, Volume 77, Issue 1, 2018, Pages 61-67