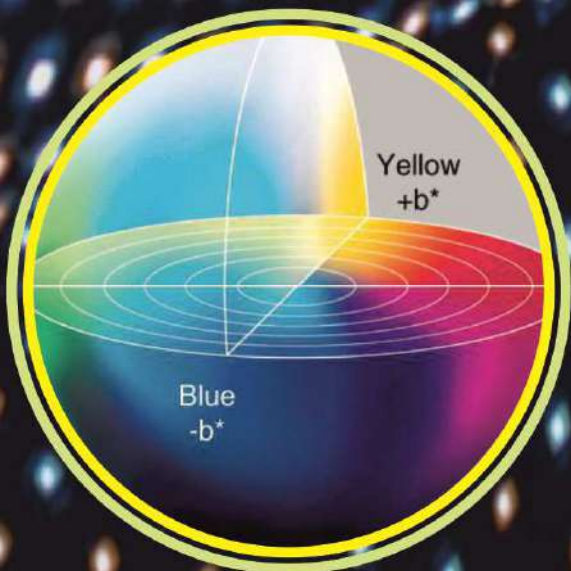




**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

VIII Міжнародна науково-технічна онлайн-конференція

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
СВІТЛОТЕХНІКИ»**



**13-14 травня 2021 року
Харків, Україна**

УДК 628.92/97(06)

*Міністерство освіти і науки України
Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального
господарства України
Національна академія наук України
Харківська обласна державна адміністрація
Харківська міська рада
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
Національний науковий центр «Інститут метрології»
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України*

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СВІЛОТЕХНІКИ»

Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної онлайн-конференції

13-14 травня 2021 р.

Харків

УДК 628.92/97(06)

A43

A 43 **Актуальні** проблеми світлотехніки [Електронний ресурс] : матеріали VIII міжнар. наук.-техн. онлайн-конф., Харків, 13 – 14 трав. 2021 р. / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; [ред. кол. : М. К. Сухонос, П. І. Неєжмаков та ін.] – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 58 с.

Розглядається широке коло питань, пов'язаних з розвитком сучасних світлотехнічних технологій. Порушуються питання розробки альтернативних джерел енергії, впровадження світлодіодних джерел світла, теорії та практиці світлових вимірювань. Особлива увага приділяється вивченню впливу світла на людину, розвитку архітектурно-художнього освітлення.

УДК 628.92/97(06)

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Назаренко Л.А., Суворова К.І., Білик О.В.</i> , Циркадна фотометрія	7
<i>Пекур Д.В., Сорокін В.М., Коломзаров Ю.В., Міняйло М.А., Ніколаєнко Ю.Є.</i> , Потужний світлодіодний освітлювальний прилад з системою охолодження світлодіодів на основі теплових труб	8
<i>Шабашкевич Б.Г., Добровольський Ю.Г., Юр'єв В.Г.</i> , Уф-радіометрія бактерицидних опромінювачів	9

СЕКЦІЯ 1

ВПРОВАДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА. СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В СВІЛОТЕХНІЦІ

<i>Пекур Д.В., Сорокін В.М., Коломзаров Ю.В., Костильов В.П., Корнага В.І., Коркішко Р.М., Ніколаєнко Ю.Є.</i> , Енергоощадні світлодіодні освітлювальні системи з комбінованим електроживленням . .	13
<i>Діденко О.М., Назаренко Л.А.</i> , Дорожнє освітлення та мезопічне бачення	15
<i>Діденко О.М.</i> , Системи зовнішнього освітлення Слобожанської об'єднаної територіальної громади Харківської області	17
<i>Камуз О.М., Хміль Д.М., Сорокін В.М., Титаренко П.О.</i> , Коефіцієнт поглинання як спосіб визначення оптимальних параметрів синтезу фотолюмінофорів для підвищення енергоефективності білих світлодіодів	18
<i>Панасенко І.О.</i> , Поширення та переваги використання світлодіодних джерел світла.	20
<i>Lobanov Ye.E., Petchenko G.O.</i> , Analysis of the design of ceiling lamps with different light sources and the concept of designing their led-panel version	23
<i>Lobanov Ye.E., Petchenko G.O.</i> , Analysis of two different approaches to the design of industrial lighting equipment	21
<i>Lobanov Ye.E., Petchenko G.O.</i> , Methods of designing industrial lighting fixtures with discharge lamps	22
<i>Lobanov Ye.E., Petchenko G.O.</i> , Application of optical absorption method for defectoscopy of optical materials.	26
<i>Серіков Я.О.</i> , «Human centric lighting» як інструментарій підвищення рівня безпеки й ефективності виробництва	26

<i>Говоров П.П., Кіндінова А.К., Бактерицидні установки на основі УФ-світлодіодів для знезараження середовища</i>	28
---	----

СЕКЦІЯ 2

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ В СВІЛОТЕХНІЦІ. ВПЛИВ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА ЛЮДИНУ.АРХІТЕКТУРНЕ І ХУДОЖНЄ ОСВІТЛЕННЯ

<i>Купко О.Д., Неєжмаков П.І., Тимофєєв Є.П., Ляшенко О.М., Литвиненко А.С., Методики чисельної оцінки якості передачі кольору матричних фотоприймачів цифрових фотокамер</i>	32
<i>Ліпка В.М., Фотоприймальний пристрій з розширеним динамічним діапазоном вхідних сигналів, стійкий до фонові освітленості</i>	33
<i>Литвиненко А.С., Суворова К.І., Неєжмаков П.І., Тимофєєв Є.П., Татьянко Д.М., Класифікація конструкцій трап-детекторів оптичного випромінювання</i>	35
<i>Калустова Д.О., Корнага В.І., Рибалочка А.В., Валюх С.І.,. Методи отримання білого світла в RGBW системах освітлення</i>	36
<i>Неєжмаков П.І., Говорова К.В., Індекс кольоропередачі: покращення оцінювання колірної різниці</i>	37
<i>Назаренко Л.А., Суворова К.І., Білик О.В., Про динамічне циркадне освітлення</i>	39
<i>Полякова О.В., Роль освітлення у формуванні художньо-образного сприйняття середовища сучасного житла</i>	40
<i>Сорокатиий Ю.О., Кремнієвий фотодіод для вимірювання монохроматичних світлових потоків</i>	41
<i>Неєжмаков П.І., Пітяков О.С., Шпак С.В., Кислиця С.Г., Кожушко Г.М., Фотобіологічна безпечність синього світла проєкторів зображень зі світлодіодами</i>	44
<i>Ляшенко О. М., Діденко О.М., Проблеми забезпечення комфортного світлоколірного середовища архітектурних об'єктів при реконструкції</i>	46

СТУДЕНТСЬКА СЕКЦІЯ

<i>Благуи А.О., Вплив штучного освітлення на людину</i>	48
<i>Мовчан В.Ю., Системи багаторівневого освітлення</i>	48
<i>Ляшенко К.Д., Ілюмінація храму Темп'єтто</i>	50
<i>Кіндінова А.К., Економічна складова світлового забруднення</i>	51

<i>Гонич А.Ю.</i> , Архітурне і художнє освітлення	52
<i>Іващенко О.І.</i> , Заходи забезпечення візуального комфорту при сприйнятті архітурного освітлення фасадів будівель	53
<i>Колесова Д.П.</i> , Спеціальні джерела світла в медицині.	55
<i>Лутчин М.С.</i> , Моделювання та удосконалення світлового середовища логістичного центру.	56
<i>Третьяков О.Ю.</i> , Проблеми світлового забруднення	57

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Назаренко Л.А., д-р техн. наук, проф. Суворова К.І., канд. техн. наук, Білик О.В.
Харківський національний університет міського господарства ім.О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: kisuvorova17@gmail.com

ЦИРКАДНА ФОТОМЕТРІЯ

В наш час міжнародним товариством прийнято, що крива відклику подавлення мелатоніна відрізняється від кривих світлової ефективності денного (фотопічна) $V(\lambda)$ та нічного (скотопічна) $V'(\lambda)$ бачення. Проте, не існує офіційно признаний міжнародний стандарт для опису циркадних характеристик світла. Тим не менш, в останні роки були зроблені пропозиції спробувати визначити основи циркадної фотометрії.

Гіпотези, засновані на єдиному фоторецепторі із точки зору застосування, націлених на забезпечення практичних пропозицій для дизайнерів-проектувальників, запропонували визначення циркадних змінних, які могли бути визначені фотометричним способом, через прийняття циркадної кривої відклику $s(\lambda)$. Ця крива була одержана експериментально як середнє результатів досліджень, проведених Brainard et al (2001) і Thapan et al (2001).

Фактор циркадної дії a_{cv} , був тоді визначений як мультиплікативний фактор, який робить можливим обчислення кожної циркадної інтегральної величини від еквівалентної фотометричної величини.

Із метрологічної точки зору, дослідження стверджували, що циркадна крива відклику, необхідна для визначення фактора a_{cv} , може також бути апроксимована з кривою колірної функції складання $z(\lambda)$ МКО, попередньо нормованої на одиницю. Вони також відмітили важливий факт, що a_{cv} фактор не може бути оцінений окремо для джерела світла, що використовується, а повинен бути оцінений на основі спектральної освітленості, в дійсності присутній на очах спостерігачів, яка залежить не тільки від джерел світла, а й від відбивальних факторів поверхонь в оточуючому просторі. Це визначення також бере до уваги кількість світла, необхідну для активації циркадної системи, яка повинна бути в діапазоні певних освітленостей $E_v \approx 0,06-0,24 \text{ Вт/м}^2$.

В цих перших гіпотезах циркадної фотометрії проте є багато критичних елементів. Часовий фактор експозиції циркадного світла є відсутній: людська циркадна система має свій власний природний ритм з повільним відкликом і не може бути включена або вимкнена за бажанням. Крім того, запропонована крива циркадного відклику $s(\lambda)$, заснована на відклику до окремих довжин хвиль, не розглядає ефект спектральної протилежності і також вклад інших фоторецепторів в ipRGCs-стимулюванні циркадної системи.

Більш сучасна і відмінна модель циркадної фотометрії запропонована Rea et al (2012). Ця циркадна фотометрія засновується на тому, що відомо про нейроанатомію та нейрофізіологію людської візуальної системи, в додаток до характеристик, що спостерігали Brainard et al (2001) і Thapan et al (2001) у відклик людської циркадної системи на світло.

Спектральна освітленість, яка досягає очей, будучи відомою моделлю, обчислює еквівалентне циркадне світло CLA, визначене як енергетичний потік, зважений кривою відклику, визначений моделлю після однієї години експозиції, поділену на площу. Ця безрозмірна величина не є освітленість, визначена в люксах, проте може бути порівняною до концепції освітленості.

Наприклад, при освітленості ока в 1000 лк із SPD рівним чорному тілу із температурою 2856 К, CLA=1000. Базуючись на CLA, можна обчислити циркадний стимул CS, який є безрозмірною величиною між 0,1 та 0,7, пропорційний нормі зниження мелатоніна людини.

Значення 0,1 відповідає відсутності циркадного ефекту, в той же час збільшення значення CS збільшує ефект подавлення мелатоніна до максимального рівня, який має назву насичення.

ЦИРКАДНАЯ ФОТОМЕТРИЯ

Назаренко Л.А., Суворова К.И., Билык Е.В.

CIRCADIAN FOTOMETRY

Nasarenko L., Suvorova K., Bilyk O.

УДК 536.241

**Пекур Д.В., Ph.D, Сорокін В.М., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України, Коломза-
ров Ю.В., канд. техн. наук, Міняйло М.А.,**

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, м. Київ, пр. Науки 41,
03028, м. Київ, demid.pekur@gmail.com

Ніколаєнко Ю.Є., д-р техн. наук, с.н.с.

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря
Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 37, 03056, м. Київ, y.nikolaenko@kpi.ua

ПОТУЖНИЙ СВІТЛОДІОДНИЙ ОСВІТЛЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД З СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДІВ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВИХ ТРУБ

Високі темпи розвитку світлодіодних технологій, а також значне підвищення потужності та ефективності сучасних світлодіодів, значно розширило сфери застосування освітлювальних приладів на їх основі. В той же час забезпечення високої надійності світлодіодних освітлювальних приладів можливе лише при забезпеченні робочих теплових режимів напівпровідникових випромінюючих світло структур. Це дозволить реалізувати високі терміни їх експлуатації, а також стабілізувати світлові та спектральні характеристики. В останні роки для створення систем охолодження світлодіодів та світлодіодних матриць високої потужності використовуються двофазні теплопередавальні пристрої з високою ефективною теплопровідністю– теплові труби. Використання теплових труб дозволяє знизити тепловий опір системи охолодження освітлювального приладу, і як наслідок, знизити температуру світлодіодів, підвищити їх строк служби та стабілізувати електрооптичні параметри.

Завданням роботи було експериментальне дослідження електрооптичних характеристик розробленого потужного освітлювального приладу з системою охолодження світлодіодів на основі теплових труб та аналіз можливих сфер застосування приладів подібної конструкції.

Досліджений світлодіодний освітлювальний прилад складався з теплопровідного корпусу, на якому закріплено потужний світлодіод, джерело живлення та система охолодження. Корпус виконано у вигляді плоскої основи з алюмінієвого сплаву, на одній стороні якої встановлено потужний світлодіод, а з іншої - джерело живлення. В корпус також вмонтовані радіально розташовані теплові труби, зони випаровування яких розташовані в основі корпусу освітлювального приладу, а зони конденсації – в елементах теплообміну з повітрям. Розглянута конструкція дозволяє максимально наблизити теплові труби до потужного світлодіодного джерела світла, де виникає висока густина теплової потужності, та за допомогою теплових труб розосередити теплоту по елементах теплообміну. Елементи теплообміну системи охолодження, в даній конструкції, виконані у вигляді концентричних кілець.

Результати експериментальних досліджень теплових характеристик системи охолодження підтверджують те, що розроблена конструкція здатна забезпечити температуру

світловипромінюючих структур до 80°C при тепловій потужності світлодіодного джерела світла 91,5 Вт та температурі довколишнього середовища 20 °С.

В результаті проведених досліджень електрооптичних характеристик експериментального зразка світлодіодного освітлювального приладу показано, що перехід системи в стаціонарний режим (стабілізація потужності та світлового потоку) здійснюється за час до 300 с. Зниження світлового потоку освітлювального приладу від моменту ввімкнення до моменту стабілізації складало 8,7%, а електричної потужності – 3,5%.

Аналіз результатів вимірювання просторового розподілу світлового потоку експериментального зразка з реалізованою системою охолодження показав можливість створення освітлювальних приладів з системами охолодження на основі теплових труб, що мають електричну потужність світлодіодного джерела світла до 150,5 Вт та може бути використаний для освітлення приміщення з розмірами 10 м на 10 м та висотою стелі 5 м при забезпеченні високої рівномірності розподілу світлового потоку. При цьому він може забезпечувати рівномірність розподілу світлового потоку понад 0,5 (при коефіцієнті відбивання від стін понад 40%), а середню освітленість підлоги – понад 100 лк.

Сферами застосування потужних світлодіодних освітлювальних приладів створеної конструкції можуть бути приміщення з великими площею та висотою стелі (об'єкти промисловості, приміщення заводів, ангари для техніки, зерно- та овочесховища, теплиці, приміщення торговельних центрів, спортивних залів, офісів відкритого типу, об'єкти спеціального призначення тощо).

Робота виконана за підтримки НФДУ, проект № 2020.01/0216.

МОЩНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР С СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Пекур Д.В., Сорокин В.М., Коломзаров Ю.В., Міняйло М.А., Николаенко Ю.Е.

POWERFUL LED LIGHTING FIXTURES WITH LED COOLING SYSTEM BASED ON HEAT PIPES

Pekur D.V., Sorokin V.M., Kolomzarov Yu.V., Minaylo M.A., Nikolaenko Yu.E.

УДК 551.510.534:621.383.52:004.9

Шабашкевич Б.Г., канд. техн. наук, Добровольський Ю.Г., д-р техн. наук, Юр'єв В.Г.

ТОВ «Науково-виробнича фірма «Тензор»

58026, м. Чернівці, вул. П. Орлика, 1е, тел. 0372 57 50 52, td_tenzor@ukr.net

УФ-РАДИОМЕТРИЯ БАКТЕРИЦИДНЫХ ОПРОМИНУВАЧІВ

Пандемія коронавірусу (COVID-19), та загострення ситуації з туберкульозом прискорила пошук чинників для стримування або пом'якшення цих захворювань. Одним з таких чинників є використання бактерицидного УФ випромінювання (УФБВ), яке може зменшити як поширення інфекції при контактах, так і передачу інфекційних агентів (таких як бактерії і віруси) по повітрю.

Проте, неналежне використання УФБВ може привести до проблем для здоров'я і безпеки людей і не забезпечити достатню дезактивацію збудників інфекції. Тому відповідні вимірювання УФ випромінювання необхідні для належної оцінки та управління ризиками, пов'язаними з ним. У березні 2009 році в США було випущено керівництво “Environmental Control for Tuberculosis: Basic Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings”, яка є продуктом співпраці Департаменту охорони здоров'я і соціальних служб, Центру з контролю і профілактики захворювань (CDC) та Національного інституту охорони праці (NIOSH).

У зазначеному Керівництві наведені рекомендації використання бактерицидного ультрафіолетового випромінювання у верхній зоні приміщення в присутності медичного персоналу, які враховані у проекті «Порядку використання ультрафіолетового бактерицидного випромінювання для знезараження повітря та дезінфекції поверхонь в приміщеннях закладів охорони здоров'я та установ/закладів надання соціальних послуг/соціального захисту населення», підготовленому МОЗ України.

Зокрема у Проекті йдеться про те, що УФ-радіометри для вимірювання УФБВ повинні використовувати сонячно-сліпий косинус-коригований детектор для вимірювання УФ-С випромінювання на довжині хвилі 254 нм з діапазоном вимірювання від 0,1 мкВт/см².

Мета роботи, враховуючи актуальність вище наведеного, полягала у створенні відповідного спеціалізованого УФ-радіометра - тестера бактерицидних ламп та УФ опромінювачів.

Найбільш поширеним джерелом УФБВ є ртутна лампа низького тиску, найбільша частка інтенсивності якої (до 90 %) припадає на довжину хвилі 254 нм. Саме на цій довжині хвилі потрібно здійснювати вимірювання. При цьому, потоки оптичного випромінювання з іншими довжинами хвиль слід вважати фоновим і перешкоджати його потраплянню до фоточутливого детектора.

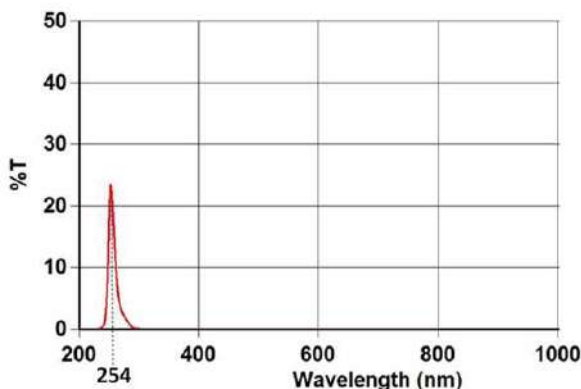


Рисунок 1. Спектральна характеристика чутливості РГ нового УФ-радіометра

Для виділення потрібного спектрального діапазону для УФ-радіометра розроблена радіометрична головка (РГ) на основі фотодіоду з GaN та спеціалізованого інтерференційного світлофільтра.

Спектральна характеристика чутливості РГ наведена на рисунку 1.

Коефіцієнт пропускання фільтра становить близько 23 %, напівширина 13 ± 3 нм. Інтегральний коефіцієнт пропускання для денного світла поза робочих діапазонів не більше 0,01%. Такі можливості РГ дозволяють говорити про її «сонячну сліпоту».

Хоча фізичного визначення такого параметра не існує, оскільки спектр Сонця перекриває весь діапазон оптичного випромінювання, тому варто говорити про нечутливість РГ до денного світла. Кут поля зору приладу відповідає косинусному закону завдяки застосуванню косинусної насадки. Діапазон вимірювання енергетичної освітленості УФ-радіометра складає від 0,1 до 500 мкВт·см⁻², робоча довжина хвилі 254 ± 2 нм, дискретність показів, 0,01 мкВт/см².

На рисунку 2 наведено зовнішній вигляд нового приладу – УФ-радіометра Тензор-71Б. Прилад призначений для контролю якості бактерицидних ламп та УФ опромінювачів при випуску з виробництва, перевірки працездатності бактерицидної лампи, в тому числі, для продовження її ресурсу напрацювання, а також для оцінки розподілу УФ випромінювання по приміщенню.

При калібруванні УФ-радіометра розбіжність з каліброваним значенням енергетичної освітленості 252 мкВт/см² складає 0,008 мкВт/см².

Досліджено залежність чутливості РГ до фонового випромінювання (денного світла) з врахуванням середніх рівнів освітленості, нормованих для закладів МОЗ згідно ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення (300 – 1500 лк). Показано, що при освітленості до 2000 лк покази Т-71Б складають не більше 0,01 мкВт/см².



Рисунок 2. – Зовнішній вигляд УФ-радіометра Тензор-71Б

У створеному УФ-радіометрі передбачена апаратна можливість вимірювання УФ випромінювання з довжиною 222 нм, вироблене ексимерними лампами на основі Kr-CI, яке інактивує бактерії, але з меншою фотобіологічною небезпекою для людини, а також для контролю світлодіодів, що випромінюють від 265 до 290 нм. Однак широке використання цих джерел світла UVC дещо обмежене, оскільки вони мають сильний канцерогенний та катарактогенний ефекти.

УФ-РАДИОМЕТРИЯ БАКТЕРИЦИДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ

Шабашкевич Б.Г., Добровольский Ю.Г., Юрьев В.Г.

UV RADIOMETRY OF BACTERICIDE IRRADIATORS

Dr. Shabashkevych B., D.t.s. Dobrovolsky Yu.G., Yurev V.G.

СЕКЦИЯ 1

***ВПРОВАДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.
СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ.
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В СВІЛОТЕХНІЦІ***

**Пекур Д.В., Ph.D, Сорокін В.М., д-р техн. наук, проф., чл.-кор.НАН України,
Коломзаров Ю.В., канд. техн. наук, Костильов В.П., д-р фіз.-мат. наук, проф.,
Корнага В.І., канд. техн. наук, Коркішко Р.М., канд. техн. наук**

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, м. Київ, пр. Науки 41,
03028, м. Київ, demid.pekur@gmail.com

Ніколаєнко Ю.С., д-р техн. наук, с.н.с.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря
Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 37, 03056, м. Київ, y.nikolaenko@kpi.ua

ЕНЕРГООЩАДНІ СВІТЛОДІОДНІ ОСВІТЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ З КОМБІНОВАНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ

Світло є невід'ємним елементом оточення людини при будь-яких видах і умовах праці та відпочинку. Сучасні освітлювальні прилади зазвичай базуються на використанні світлодіодних технологій, які дозволяють створювати найбільш енергоефективні та екологічно чисті освітлювальні системи. За оцінками спеціалістів, на освітлення витрачається більше 35% всієї енергії, яка споживається в будівлях, при цьому значна її частина - це промислові споживачі, що потребують освітлення своїх приміщень в денний час включно. Значна частина таких приміщень потребує неперервного штучного освітлення, що вимагає постійного використання електроенергії.

В даній роботі поставлена мета обґрунтувати доцільність побудови світлодіодних освітлювальних систем з комбінуванням електроживлення від загальної електричної мережі та від відновлюваного джерела енергії (сонячної батареї) для підвищення енергоефективності освітлювальних систем, що передбачають роботу у денний час.

Людство тисячі років використовує для отримання енергії екологічно чисті джерела, які використовують енергію води, вітру та сонця, проте широке використання води та вітру для генерації електроенергії обмежено рядом факторів, пов'язаних з особливостями експлуатації генеруючих станцій, що їх використовують. Для широкого впровадження електроживлення систем освітлення найбільш доступним та перспективним, на наш погляд, є використання сонячної енергії, яка є одним з найбільш сучасних та ефективних відновлюваних джерел енергії. З сонячної енергії електричну енергію можна отримувати напряму за допомогою напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів. Напівпровідникова фотоенергетика останнім часом набула широкого використання, причому темпи її зростання збільшуються завдяки збільшенню кількості фотоелектричних генеруючих станцій, одним з недоліків яких є великі площі, які вони займають.

В той же час, у сучасних містах існує значна кількість об'єктів, придатних до розміщення сонячних панелей, які б не впливали на загальний дизайн будівель, а іноді робили б його, навпаки, більш сучасним. Наприклад, значним потенціалом для розміщення сонячних батарей є дахи та фасади будівель, що наближає їх до споживачів електричної енергії, розташованих в цих будівлях. З літературних джерел відомо, що технічно доступний потенціал середньорічного виробництва сонячної електричної енергії лише з дахів житлового фонду України становить до 4,2 ГВт.

Важливим фактором для впровадження систем з комбінованим електроживленням є те, що у містах зосереджені найбільші площі приміщень, які потребують безперервного штучного освітлення (в денний час включно), наприклад, торговельні зали магазинів, складські та виробничі приміщення великої площі, підземні приміщення та автопаркові комплекси, тунелі та станції метрополітену. Освітлення таких приміщень освітлювальними системами з живленням від сонячної енергії є значним, практично невикористаним до теперішнього часу, потенційним резервом економії електроенергії.

Потреба освітлення таких об'єктів в денний час дозволяє побудувати енергоощадні освітлювальні системи з комбінуванням електроживлення від загальної електричної мережі та від фотоелектричних перетворювачів без використання традиційних в таких системах накопичувачів електроенергії – акумуляторів. Сучасні накопичувачі електроенергії побудовані зазвичай на основі свинцево-кислотних чи літієвих акумуляторів, при цьому перші мають в своїй будові канцерогенний свинець, а виробництво других потребує отримання значних кількостей літію, що пов'язано з суттєвими енерговитратами та забрудненням оточуючого середовища. Відмова від акумуляторів та безпосереднє використання виробленої сонячними панелями електроенергії зменшує навантаження на електричні мережі як промислових підприємств, так і загальних електромереж, спрощує конструкцію таких систем, зменшує їх вартість та суттєво підвищує надійність. Останнє особливо важливо, враховуючи значні терміни служби сучасних світлодіодів та фотоелектричних перетворювачів, які дозволяють створювати освітлювальні системи з термінами служби до сотні тисяч годин (більше 10 років при неперервному використанні). Враховуючи зазначені вимоги до надійності та термінів експлуатації, а також потреб у наявності накопичувачів енергії в таких системах, найбільш доцільним є використання в якості накопичувачів енергії суперконденсаторів, що мають терміни служби аналогічні до інших електронних компонентів системи

Беззаперечною перевагою використання світлодіодних джерел світла в таких освітлювальних системах є їх висока ефективність, а можливість таких систем швидко змінювати джерела їх живлення дозволяє зберегти сталий світловий потік джерела світла. За розрахунками використання лише однієї подібної системи потужністю 250 Вт дозволить заощадити до 2 тис. кВт · год електроенергії на рік, а відмова від накопичувачів електроенергії (акумуляторів) в конструкціях таких освітлювальних систем значно збільшує їх терміни експлуатації, підвищує надійність та екологічну безпечність. Розміщення фотоелектричних перетворювачів в безпосередній близькості від споживачів, на дахах і фасадах будівель, а також безпосереднє використання виробленої ними електроенергії зменшує її омичні втрати у лініях передачі створює сприятливі реальні умови для використання сонячної енергії для освітлення житлових та промислових приміщень, підвищуючи економічну та енергетичну ефективність таких освітлювальних систем.

Розроблена освітлювальна система здатна комбінувати живлення від фотоелектричних перетворювачів та загальної мережі енергопостачання, що дозволяє підвищити енергоефективність системи щонайменше на 20 %, а використання суперконденсаторів замість традиційних накопичувачів електроенергії (акумуляторів) забезпечує високі терміни експлуатації та надійність системи.

Робота виконана за підтримки НФДУ, проект № 2020.01/0216.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С КОМБИНИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕМ

Пекур Д.В., Сорокин В.М., Коломзаров Ю.В., Костильов В.П., Корнага В.И., Коркишко Р.М., Николаенко Ю.Е.

ENERGY-SAVING LED LIGHTING SYSTEMS WITH COMBINED POWER SUPPLY

Pekur D.V., Sorokin V.M., Kolomzarov Yu.V., Kostilov V.P., Kornaga V.I., Korkishko R.M., Nikolaenko Yu.E.

Діденко О. М., канд. техн. наук, Назаренко Л.А. д-р техн. наук, проф.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
Україна, 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
тел.: (+38 057) 707 32 42, e-mail: olena.parhomenko@kname.edu.ua

ДОРОЖНЄ ОСВІТЛЕННЯ ТА МЕЗОПІЧНЕ БАЧЕННЯ

На сьогодні виділяють три категорії бачення: скотопічне, мезопічне, фотопічне. Кожен з цих типів характеризується активністю світлочутливих рецепторів в оці, за різними діапазонами адаптивних рівней яскравостей.

В механізмі зору два різних типів світлочутливих рецепторів в ретині ока відіграють роль: колбочки і палички. Вони є активними в залежності від освітлювального рівня, до якого адаптоване око, в залежності від рівня освітленості сцени, яка спостерігається. За високих адаптивних рівнів (більше 5 кд/м^2) є активними колбочки – фотопічне бачення (центральне, прямого або фовеальне бачення). Колірне бачення можливо тому, що ми маємо червоні, зелені і блакитно-чутливі колбочки. Спектральна чутливість фотопічного бачення характеризується $V(\lambda)$ кривою і досягає максимуму чутливості на довжині хвилі 555 нм, відповідній зелено-жовтому кольору. Всі фотометричні одиниці (світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість і т.і.) засновані на $V(\lambda)$ функції. За низьких адаптивних рівнів, нижчих ніж $0,005 \text{ кд/м}^2$ («темна смола») тальки палички є активними – скотопічне бачення (бокове або периферійне бачення). Спектральна чутливість скотопічного бачення характеризується кривою $V'(\lambda)$. Вона досягає максимуму чутливості за довжині хвилі біля 505 нм, відповідаючій кольорам блакитно-зеленому, відповідно до $V(\lambda)$ крива зсунута в напрямку блакитного кінця спектру.

Оскільки фотометричні одиниці засновані на фотопічному баченні, ці переваги не очевидні із цих одиниць. Коригуючі фактори повинні бути визначені відповідно до спектрів джерел світла, який характеризується відношенням S/P , і освітлювальних рівнів, одержаних від інстоляцій дорожнього освітлення.

Для кількісного оцінювання ефекту спектра джерела світла на периферійне бачення в діапазоні мезопічної яскравості ми повинні характеризувати спектр джерела світла в $V(\lambda)$ і $V'(\lambda)$ областях відповідно. Так зване S/P відношення демонструє додатне вимірювання цього. Це відношення між стотопічнозваженим спектром, відношення до $V(\lambda)$ і фотопічнозваженим спектром, відповідно $V(\lambda)$.

Заумов дорожнього освітлення яскравість вполізорунее однорідною. Для простоти, середня яскравість дорожньої поверхні часто неправильно приймають як адаптаційну яскравість. Представимо яскраві: дорожні світильники, головні фари автомобілів, світлові знаки і світло відбите різними поверхнями. Всі вони будуть збільшувати адаптаційну яскравість до значення, більшого ніж середня яскравість дорожньої поверхні.

Із вищенаведеного ясно, за умов мезопічного бачення фотометричні величини для освітлювального рівня яскравості і освітленість, необхідно коригувати, оскільки торкається їх вплив на периферійне бачення, в залежності від дійсного адаптивного стану спостерігача. Як фундаментальний наслідок, мезопічне коригування фотометричних величин відрізняється від різних завдань і різних умов. Як видно із вище приведеного, для дорожнього освітлення особливо характеристики завдання і відчуття яскравості є важливими.

Коригуючий фактор МКО визначає систему мезопічної фотометрії для характеристики периферійного завдання. Для розвитку цієї системи необхідно визначити ефект різних спектрів на характеристику периферійних завдань які необхідні для проведення за різних умов дорожнього освітлення. Величезна кількість проведених досліджень привело до появи двох систем так званої Американської USP (United System of Photometry) і Європейської MOVE (Mesopic Optimisation of visual Efficiency) систем. Система USP заснована на вимірю-

ванні часу реакції в присутності об'єктів за різних периферійних позицій. Система MOVE заснована на трьох периферійних підзавдань: як швидко можна об'єкт виявити, і можна його ідентифікувати.

Для впровадження знань про мезопічне бачення необхідно відповісти на питання периферійне бачення чи фовеальне пряме бачення є більш відповідним в дійсному застосуванні. Там де периферійне бачення є менш важливим і фовеальне баченням є ключовим аспектом відповідного візуального завдання, коригування не повинно застосовуватися.

Метод для визначення дійсної адаптивної яскравості в неоднорідному оточенні, все ще не визначений і не стандартизований. Рекомендується, що по крайній мірі 25 % середньої яскравості дорожнього полотна повинен додаватися до дійсної яскравості дорожньої поверхні, коли оцінюють адаптаційну яскравість.

Кілька досліджень показали, що спектр джерела світла також впливає на суб'єктивне відчуття світлоти. Це не є специфічною властивістю мезопічного бачення, а має місце як для мезопічного так і для фотопічного бачення. В діапазоні мезопічного бачення, джерела світла із відносно великою пропорцією випромінення світла в короткохвильовій області спектра, з високими колірними температурами і S/P відношенням, продукують вищі світлоти за тієї ж самої освітленості. МКО (2011) розвинув «допоміжну фотометричну систему» за якої джерела світла або освітлюючі об'єкти можуть бути оцінені в термінах порівняльної світлоти. Інші моделі засновані на можливих взаємодіях різних типів світлових чутливих клітин ще дискутуються.

Прогнозування світлоти за різних моделей, зробленою для ламп, які використовуються для дорожнього освітлення, випробували FatiosandCheal. Лампи були порівняні в двосторонніх будках. Референсна яскравість була $0,25 \text{ кд/м}^2$. Допоміжна система МКО для оцінки світлоти показала хороший результат (коефіцієнт коригування) $R^2 = 0,89$. Із практичних міркувань, маючи використання тільки однієї систем для дорожнього освітлення, є пропозиції, що та ж сама система МКО повинна бути використана для обох периферійних характеристик завдання і прогнозування світлоти: саме рекомендована система мезопічної фотометрії заснована на характеристиках завдання. Подальше тестування за референтних яскравостей вище, ніж $0,25 \text{ кд/м}^2$ могли б служити підсиленням цих рекомендацій. На практиці рекомендації означають, що коригуючі фактори, дані в МКО 2010, можуть бути засновані як для периферійних характеристик завдання так і для прогнозування світлоти.

ДОРОЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И МЕЗОПИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ

Диденко Е.М., Назаренко Л.А.

ROAD ILLUMINATION AND MESOPIC VISION

Didenko O., Nazarenko L.

Діденко О. М., канд. техн. наук

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
Україна, 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17 тел.: (+38 057) 707 32 42, e-mail:
olena.parhomenko@kname.edu.ua

СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ СЛОБОЖАНСЬКОЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Модернізація енергетичного сектора передбачає перехід до нових технологій та видів палива, впровадження енергоефективних процесів й використанню енергії відновлюваних та альтернативних джерел енергії.

В світовій практиці приблизно 19% здобутої електричної енергії витрачається на освітлення.

Електропостачання Слобожанської об'єднаної територіальної громади (ОТГ) здійснюється Зміївською ТЕС ПАТ "Центренерго", яка і забезпечує зовнішнє освітлення.

За даними КП "Комунальник" станом на 1 серпня 2020р. загальна кількість працюючих світлоточок зовнішнього освітлення в:

- смт Слобожанське становить 784 од., з них 353 од. на квартальне освітлення.: ДНаТ – 598 од., світлодіодні джерела світла – 186 од. ;

- с. Донець: для освітлення 15 об'єктів зовнішнього освітлення застосовано ДНаТ в кількості 120 од.;

- с. Благодатне: для освітлення 8 об'єктів застосовано світлодіодні джерела світла в кількості 53 од.;

- с. Ганіївка: представлена 4 об'єктами, які освітленні світлодіодними джерелами світла – 257 од.

- с. Дачне для освітлення 1 об'єкта зовнішнього освітлення застосовано світлодіодні джерела світла в кількості 9 од.;

- с. Українське для освітлення 15 об'єктів зовнішнього освітлення застосовано світлодіодні джерела світла в кількості 22 од.;

Джерела світла з наступною потужністю ДНаТ – 70 Вт, LED – 60, 120 Вт. Строк служби світильників 12000-15000 годин. Технічне обслуговування проводить 1 раз на рік або при заміні джерел світла.

Керування вуличним освітленням здійснюється за допомогою фотореле.

Прилади обліку електроенергії вуличного освітлення програмуються на двотарифну і три тарифну систему, але з 01.01.2019р. АТ. «Харківобленерго» відмінило облік електроенергії вуличного освітлення по зонам доби, і на сьогоднішній день облік електроенергії проводиться по одному тарифу, що встановлюється кожний місяць.

298 846 кВт*год було спожито у 2019р. Слобожанською селищною радою, а вартість електроенергії, що спожита на зовнішнє освітлення становить 770,873 тис. грн. Загальні витрати електроенергії на вуличне освітлення за 7 місяців 2020 р складають 166 697 кВт*год, вартість електроенергії 420,248 тис. грн.

Зовнішнє освітлення є невід'ємною частиною благоустрою населеного пункту, забезпечує комфортне середовище, безпеку автомобільного та пішохідного руху в темні години доби.

Нинішній стан зовнішнього освітлення є незадовільним. Низька ефективність старих джерел світла, які не відповідають новим нормам, призводить до того, що споживання електричної енергії в 1,7 разів вище ніж в інших країнах світу.

Слобожанська ОТГ набирає великих обертів у використанні сучасних, енергозберігаючих джерел світла у освітленні своїх вулиць. Але варто звернути увагу на

наступні заходи щодо енергозбереження для освітлювальних установок які ще не замінені або на етапі модернізації системи освітлення в цілому:

1. Заміна наявних світильників більш ефективними;
2. Заміна пускорегулюючої апаратури;
3. Автоматичне керування освітленням;
4. Використання систем керування освітленням.

Проаналізувавши нинішній стан систем зовнішнього освітлення Слобожанської ОТГ можна сказати наступне: не всі вулиці та місця громадського користування достатньо освітлені. Споживання електроенергії на зовнішнє освітлення щорічно зростає, а використання малоефективних джерел світла веде до збільшення витрат.

Мережі зовнішнього освітлення, що зараз використовуються малоефективні. В деяких місцях відстані між стовпами сягає 150м, та розташовані на висоті 6,5м над дорогою, що призводить до появи сліпучого ефекту в зоні розташування стовпа, а між ними виникне сліпа зона.

Впровадивши енергозберігаючі джерела світла, нову пускорегулюючу апаратуру та автоматичні систем керування - допоможе модернізувати систему освітлення та зменшити споживання електричної енергії.

Заміна існуючих джерел світла на світлодіодні з використанням датчиків руху у під'їздах дасть значну економію спожитої електричної енергії.

В Слобожанській селищній раді, а саме в смт Слобожанське, сел. Донець, та сел. Благодатне необхідна модернізація світильників вуличного освітлення з використанням енергозберігаючих джерел світла.

В Слобожанській ОТГ є такі селища в яких необхідно встановити додаткової лінії освітлення та додаткові точки освітлення.

Необхідно впроваджувати використання автономних систем освітлення.

СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ СЛОБОЖАНСКОЙ ОБЪЕДИНЕННОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ГРОМАДЫ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Диденко Е.М.

EXTERNAL LIGHTING SYSTEMS OF SLOBOZHANSKY UNITED TERRITORIAL COMMUNITY OF KHARKIV REGION

Didenko O.

УДК 535.3

**Камуз О.М. д-р. фіз.-мат. наук, г.н.с, Хміль Д.М., н.с.,
Сорокін В.М. чл.-кор. НАНУ, д-р техн. наук, Титаренко П.О. н.с.
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України 03028,
м. Київ, просп. Науки 41, deniskhmil@ukr.net**

КОЕФІЦІЄНТ ПОГЛИНАННЯ ЯК СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИНТЕЗУ ФОТОЛЮМІНОФОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БЛИХ СВІТЛОДІОДІВ

При високотемпературному синтезі в комерційному фотолюмінофорі YAG:Ce іони церію, які до початку синтезу знаходяться в прекурсорів CeO₂, вбудовуються в матрицю граната у вигляді іонів Ce³⁺ і Ce⁴⁺. Залежно від параметрів синтезу може існувати від 10 до 30% іонів Ce⁴⁺, який не дає вклад в люмінесценцію у видимому діапазоні довжин хвиль. Наприклад, від-

палювання порошку $YAG:Ce^{3+}/Ce^{4+}$ в повітряному середовищі призводить до зменшення інтенсивності люмінесценції. Вважається, що це відбувається через збільшення частки іонів Ce^{4+} при зміні параметрів синтезу.

В роботі пропонується використовувати об'ємний коефіцієнт поглинання порошкоподібного фотолюмінофору, як додатковий параметр контролю його синтезу для отримання бажаних характеристик. Методика складається з наступних етапів: (1) виготовлення плоскопаралельних зразків суспензії фотолюмінофора з різною товщиною; (2) вимірювання сили світла, яке проходить через зразки в спектральному діапазоні 400-500 нм; (3) побудова графіка залежності сили світла від товщини зразка; (4) визначення товщини трансформації індикатриси розсіювання світла; (5) вибір двох зразків, товщини яких більше товщини трансформації індикатриси розсіювання; (6) обчислення спектра коефіцієнтів поглинання плівок із фотолюмінофornoї суспензії; (7) обчислення об'ємного коефіцієнта поглинання для мікрокристаліків фотолюмінофору певного розміру.

Запропонована методика перевірялась на промислових порошкоподібних фотолюмінофорах ФЛЖ-7-01 та ФЛЖ-7-2, які мають середній розмір мікрокристаліків $d_{50}=5\text{мкм}$ та $d_{50}=4,5\text{мкм}$ відповідно. Було встановлено, що об'ємний коефіцієнт поглинання залежить від зміни складу фотолюмінофора (рис.1). Враховуючи те, що високу ефективність люмінесценції, а отже і максимальну енергоефективність білого світлодіода, можна досягти при забезпеченні максимального перекриття спектру поглинання зі спектром збудження. Встановлено, що фотолюмінофор ФЛЖ-7-01 доцільно використовувати із джерелом збудження з максимумом на довжині хвилі 445-450нм, а фотолюмінофор ФЛЖ-7-21 – 455-460нм. Оскільки об'ємний коефіцієнт поглинання мікрокристаліків фотолюмінофору

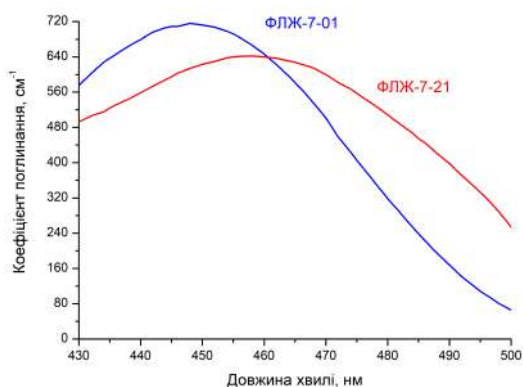


Рисунок 1 – Спектр коефіцієнтів поглинання фотолюмінофорів ФЛЖ-7-01 та ФЛЖ-7-21

лінійно залежить від концентрації в ньому іонів Ce^{3+} , то вимірюючи коефіцієнт поглинання, можна визначити які зміни умов синтезу підвищують концентрацію іонів Ce^{3+} . Окрім цього, запропонований підхід дозволяє встановити якого розміру мікрокристаліки фотолюмінофору мають найбільшу ефективність, а отже скоригувати синтез та обробку фотолюмінофору для досягнення певного розміру мікрокристаліків.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ КАК СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА ФОТОЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЛЫХ СВЕТОДИОДОВ

Камуз А.М., Хмиль Д.Н., Сорокин В.М., Титаренко П.А.

THE ABSORPTION COEFFICIENT AS A METHOD FOR DETERMINING THE OPTIMAL PARAMETERS OF PHOSPHORS SYNTHESIS FOR INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF WHITE LEDs

Kamuz O., Khmil D., Sorokin V., Tytarenko P.

Панасенко І.О.

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
м. Полтава, вул. Пушкіна, 83-А, тел. 0662545666,
inna.panasenko.2020@gmail.com

ПОШИРЕННЯ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

В даний час індустрія освітлення зазнає радикальних змін з появою і повною популярністю світлодіодів.

Світлодіод або LED (Lightemittingdiode) – це напівпровідниковий прилад, який випромінює світло під час проходження через нього електричного струму.

Використання світлодіодів в освітленні є революційним, адже в результаті цього відбувся перехід світла з «аналогового» в «цифровий» світ, що значно розширило можливості керування світлом та світловими приладами. Звичайна LED-лампа стала складним електронним пристроєм, яким можна керувати за допомогою Wi-Fi, Bluetooth або інших цифрових протоколів.

Дійсно, переваги та особливості роботи світлодіодних джерел світла дали змогу їм зайняти лідеруючу позицію у порівнянні з іншими джерелами світла.

Особливостями світлодіодних джерел світла можна назвати наступне:

1. Висока світлова віддача. Після десятиліть технологічних удосконалень світлова віддача світлодіодів була значно поліпшена. Світловий ефект ламп розжарювання і галогенних вольфрамових ламп становить 12-24 люмен / Вт, люмінесцентних ламп 50-70 люмен / Вт, натрієвих ламп 90-140 люмен / Вт, велика частина споживаної потужності доводиться на теплові втрати. Світлова віддача світлодіодного джерела світла підвищена до 50-200 люмен / ват, а його монохроматичність світла хороша, спектр вузький, і він може безпосередньо випромінювати кольорове видиме світло без фільтрації. Країни світу активізують дослідження щодо підвищення світлової віддачі світлодіодів, і в найближчому майбутньому їх світлова віддача буде ще вище.

2. Низький рівень споживання енергії. У разі одного і того ж світлового ефекту споживана потужність становить одну десятитисячний від енергоспоживання ламп розжарювання і вдвічі менше, ніж у люмінесцентних ламп.

3. Тривалий термін служби. Світлодіодна лампа має невеликі розміри, легка і залита епоксидною смолою, та витримує високоміцні механічні удари і вібрацію, і її нелегко зламати. Середня тривалість роботи 100 000 годин. Термін служби світлодіодних ламп може досягати 5-10 років, що дозволяє значно знизити витрати на обслуговування ламп і уникнути болю, пов'язаного з частою заміною ламп.

4. Високий рівень безпеки і надійності, низьке тепловиділення, відсутність теплового випромінювання, безпечність на дотик: можна точно контролювати тип світла і кут освітлення. Колір світла м'який, без відблисків, не містить ртуті, натрію, і т. д., які можуть бути шкідливими для здоров'я. Вбудована система мікропроцесора може контролювати інтенсивність світла, регулювати режим освітлення та реалізовувати поєднання світла і мистецтва.

5. Він сприяє захисту навколишнього середовища. Світлодіод являє собою міцний корпус, який є ударостійким. Відходи можна переробляти і не забруднювати навколишнє середовище. Джерело світла невелике за розміром, його можна комбінувати за бажанням. Його просто перетворити в легкий, тонкий і невеликий освітлювальний прилад, а також його легко встановити і обслуговувати.

Можливо, світлодіодні джерела світла дорожчі, ніж традиційні джерела світла, але один рік економії енергії може окупити інвестиції в джерело світла, щоб отримати період чистого прибутку в кілька разів за 4-9 років.

Саме через ці характеристики, світлодіодне освітлення активно впроваджується в усі сфери життєдіяльності людини:

1) Автомобільний ринок. Світлодіод називають автомобільним джерелом світла четвертого покоління. Хоча вартість одноразового вкладення відносно висока, він має переваги, з якими не можуть зрівнятися лампи розжарювання. Наприклад, автомобільні світлодіодні лампи мають загальні характеристики, як відсутність затримки, енергозбереження, тривалий термін служби, низьке нагрівання, ударостійкість і висока чистота кольору.. Внутрішнє застосування світлодіодів в автомобілях - приладові панелі, лампи для читання і інше., а зовнішнє застосування - задні ліхтарі, стоп-сигнали, покажчики повороту, фари.

2) Освітлення нічного міста. Світлодіодні джерела в основному використовуються для декоративного освітлення важливих будівель, торгових центрів, вулиць, дворів, історичних місць, газонів, місць відпочинку і розваг, а також комерційного освітлення, яке об'єднує декоративну функцію і рекламу. Оскільки світлодіодне джерело світла невеликого розміру, тонкетиа просте в установці, його можна встановити горизонтально або вертикально, і воно може ідеально поєднуватися з поверхнею будівлі, а також може поєднуватися з обстановкою міських вулиць. Його можна використовувати для освітлення міських просторів для відпочинку, таких як паркові доріжки, прибережні зони і сади, а також клумби квітів або низьких чагарників на узбіччях вулиць. Світлодіодний світильник для ландшафтного освітлення має такі переваги, як низька напруга, безпека, надійність, енергозбереження та захист навколишнього середовища, хороша герметичність, відсутність крихкого скла.

3) Захисне освітлення. Так як світлодіодне джерело світла володіє такими перевагами, як ударостійкість, атмосферостійкість і хороша герметичність, воно може широко використовуватися на спеціальних робочих місцях, таких як вибухозахищені, польові роботи, гірничодобувна промисловість, військові операції або суворі робочі умови. Такі як шахтарська лампа, вибухозахисна лампа, аварійна лампа, контрольна лампа безпеки і т. д.

4) Спеціальне освітлення. Наприклад, військове освітлення (без інфрачервоного випромінювання), лікувальні лампи, медичні операційні лампи (без теплового випромінювання), спеціальні освітлювальні лампи для сільськогосподарських культур і квітів і т. д.

Загалом світлодіодна лампа – один із найважливіших та найпотрібніших в наш час винаходів. Він не тільки значно поліпшує якість світла в життєвому середовищі людини, а й вирішує проблему економії енергії як одну з найактуальніших на планеті.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Панасенко И.А.

DISTRIBUTION AND BENEFITS OF USE LED LIGHT SOURCES

Panasenko I.

Ye. E. Lobanov, G.O. Petchenko, Doctor of Physical and Mathematical sciences
*O.M Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17,
Marshala Bazanova Str., 61002 Kharkiv, Ukraine
gdaeron@ukr.net*

***ANALYSIS OF THE DESIGN OF CEILING LAMPS
WITH DIFFERENT LIGHT SOURCES AND THE CONCEPT OF DESIGNING
THEIR LED-PANEL VERSION***

The purpose of this work is to study the development of concepts and technologies for the manufacture of ceiling lights for interior lighting - office, public and administrative, etc.

It is known that fluorescent lamps have long been used for interior lighting tasks. Massive diffusers made of matte polycarbonate sheet metal were used to align the light intensity curve of such lights and bring it to the cosine light distribution. Due to the matte surface of the diffuser, the luminous part of the light acquired a fairly good approximation of the properties of an evenly bright surface. Such surfaces are known to have a cosine light distribution and are very convenient for lighting.

In the early 2000s, the problem of energy saving worsened, leading to a reduction in much of the existing light fleet. These changes have also affected the approaches to the design of indoor lighting fixtures. The first significant difference of the updated modifications of fluorescent lamps of the new generation was the absence of a matte reflector, which is very uneconomical, in terms of energy saving, it delayed a significant part of the light flux. Failure of the diffuser led to the emergence of fluorescent lamps with a mirror reflective system and shading, which limited the dazzling effect of such lamps.

However, with the parallel development of LED technology, the concept of choosing a light source in indoor lighting fixtures began to change. The first replacements of already haven raster lamps with LED ones have appeared. Nowadays, manufacturers' websites offer a fairly large selection of LED lamps. Lights differ in price, quality of used LEDs, design and technological solutions. Recently, the volume of production and range of LED panel lights is increasing.

The aim of this article is to try to understand which lights offered on the modern market are the most balanced in terms of engineering solution in the context of lighting, operational, pricing, technological and certification characteristics. Based on the analysis of lights of different types and modifications, the authors came to the conclusion that the most optimal engineering solution is ceiling panel LED-lights and developed a method of their design and certification. As you know, industrial lighting in Ukraine is a fairly large segment of the market for lighting products. At the same time, as the analysis carried out by the staff of OJSC "Vatra" has shown, a significant proportion of industrial lamps are lamps of the searchlight class with a concentrated luminous intensity in a narrow range of angles. The basis for the industrial production of such luminaires is engineering calculation, which establishes the relationship between the reflector profile of the luminaire, the type and power of the used light source, and the light distribution required for specific lighting tasks.

The evolution of the development of ceiling lights over the last 20 years is considered. The gradual change of the design concept of raster lamps in the conditions of transition from fluorescent lamps to LEDs is shown. The method of design and attestation tests of panel lights is presented, also the results of theoretical calculation in comparison with the result of photometric testing of a

similar light on a goniophotometer GO-2000H Research Center for Lighting Measurements KNUMG named after O.M. Beketov. There is a good agreement between theory and experiment.

***АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОТОЛОЧНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С РАЗНЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА И КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИХ LED-
ПАНЕЛЬНОГО ВАРИАНТА***

Е. Э. Лобанов, Г.А. Петченко

***АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СТЕЛЬОВИХ СВІТИЛЬНИКІВ З РІЗНИМИ
ДЖЕРЕЛАМИ СВІТЛА І КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЇХ LED-ПАНЕЛЬНОГО
ВАРІАНТУ***

Є. Е. Лобанов, Г.О. Петченко

УДК 628.94

Ye. E. Lobanov, G.O. Petchenko, Doctor of Physical and Mathematical sciences

O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17,

Marshala Bazanova Str., 61002 Kharkiv, Ukraine

gdaeron@ukr.net

***ANALYSIS OF TWO DIFFERENT APPROACHES TO THE DESIGN OF
INDUSTRIAL LIGHTING EQUIPMENT***

Nowadays optoelectronic devices with two different types of light sources are used to solve the problem of lighting industrial facilities for different purposes. The first type - lights with discharge lamps of approximately cylindrical shape - mainly sodium gas discharge lamp (arc sodium tubular lamps) and metal halide lamps (arc mercury metal halide lamps). The second type is LED devices. Lights with traditional discharge lamps have long been used as the only option for lighting industrial facilities, their design has a solid theoretical basis, the practical component of the design is also well studied. At one time, lights with such lamps were the most progressive and energy efficient, as light sources such as sodium gas discharge lamps (arc sodium tubular lamps) and metal halide lamps (arc mercury metal halide lamps) were unalterable in terms of high light output, long service life and satisfactory retention of lighting characteristics in different climatic conditions, in particular, when working in a fairly wide temperature range. After the serious entry of LED products into the market of lighting equipment in Ukraine and the EU, the position of traditional lights with discharge lamps gradually began to lose. LEDs began to occupy a leading position first in the market of local lighting fixtures and exclusive decorative lighting, then they strongly supplanted traditional lights used for interior lighting and exterior decoration (using fluorescent lamps of various modifications), then - transport and street lights, including light signaling equipment (traffic lights and beacons) and at present it can be firmly stated that LED lighting has become the main tool in the design of devices for various purposes - from lighting devices and systems to precision scientific equipment (medical equipment, interferometers, devices for scanning surface roughness, etc.).

Our analysis of the sites of modern manufacturers of lighting equipment in Ukraine, for example, showed that the lion's share of industrial lighting fixtures are LED devices. The only well-known manufacturer of lighting products that still pays significant attention to the development of industrial lamps with discharge lamps is JSC "Vatra.

This paper aims to consider the essence of both approaches to the design of industrial lighting, impartially consider the pros and cons of such approaches and draw some conclusions about the feasibility of the transition from traditional lighting to LED-technology.

Conclusions:

1. For the first time, a very thorough and unbiased analysis of the positive and negative aspects of the design of lighting fixtures for industrial facilities was conducted.
2. The essence and ideology of design are presented, the disadvantages and advantages of different approaches are shown.
3. The market of industrial lights is quite stable, the old modifications of discharge lights do not disappear from the sites of manufacturers, as well as examples of their use - and still are many. However, LED technology continues to evolve and, given the pace of their development, it is possible to predict a gradual reduction in the range of lights with discharge lamps.

***АНАЛІЗ ДВОХ РІЗНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО
ОСВІТЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ***

Є.Е. Лобанов, Г.О. Петченко

***АНАЛИЗ ДВУХ РАЗНЫХ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОМЫШЛЕННОГО
ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ***

Е. Э. Лобанов, Г.А. Петченко

УДК 628.94

Ye. E. Lobanov, G.O. Petchenko, Doctor of Physical and Mathematical sciences

O.M Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17,

Marshala Bazanova Str., 61002 Kharkiv, Ukraine

gdaeron@ukr.net

***METHODS OF DESIGNING INDUSTRIAL LIGHTING FIXTURES
WITH DISCHARGE LAMPS***

Today modern lighting devices require not only the observance of the necessary light distribution, which is regulated in accordance with the nature and conditions of their operation, but also in accordance with the tasks of energy saving and ecology. If we analyze the overall market situation of the lighting products of Ukraine and the neighboring countries of the EU, it is possible to record the turbulent dynamics of the LED lighting market. So LEDs have become seriously entrenched in the market for indoor and outdoor lighting: local lighting, indoor lighting, facade and architectural lighting, decorative and stage lighting, transportation lighting, and more. Practically, it is possible to state unlimited domination in the market of lighting products of lighting devices on LED basis, if not but for one thing. Powerful DRI and DNaT discharge lamps cannot compete with their LED counterparts, but they do have certain unconditional advantages that keep them on the market. The first and the most famous is the low price. This advantage is, in fact, highly debatable, as the low cost of discharge lamps and luminaires for them quickly becomes a trap for developers of appropriate lighting because of the significant power consumption of the respective lighting systems and the significant degradation of the lighting characteristics of such luminaires over time. In contrast to the mentioned, their LED counterparts have their drawbacks in that sense - LEDs are more vulnerable to external climatic factors and, therefore, have deviations in their regulated characteristics unlike discharge lamps that are purely structural → - due to the presence of a vacuum layer between the outer flask and the burner, they are more stable with respect to variations in ambient temperature. The second advantage is the spectral range of the discharge lamps. If you need to design street or industrial lighting, for example, to develop and apply a light fixture to illuminate a highway or foundry at a metallurgical plant, a white LED light would not be the best solution for the developer. The spectral range of luminaires for such tasks should be at a maximum in the orange range. The explanation is simple - such a spectrum is the most effective stimulus for the human

eyes, which is particularly relevant in the context of the reduced transparency of the atmosphere in which light of such spectral range is spread.

In addition, some of the visual work in industrial plants (such as visual melt temperature control) is associated with the use of orange light. In the open access there are reports on the increase in the number of road accidents on the streets and highways of cities caused by white-range LED lighting. We must be aware that the primary purpose of lighting is the most effective solution to the problem of performing visual work of a certain level of complexity. The fact that the highway will be illuminated by energy-efficient light is a positive thing, but the truth is that the road must be lit in such a way that it performs its function as much as possible - for example, providing a certain level of passenger flow while respecting the conditions of passenger traffic safety.

The third, and perhaps the most important advantage of discharge lamps is the significant luminous flux of these devices. On average, it exceeds 3-4 times the corresponding characteristics for LED devices. To adequately compensate one street light fixture with an ZhKU lamp on the street, several LED analogs must be used, which is not attractive in terms of the high cost of such lighting.

Given this, it can be noted that the current scientific trends are developments - methodological, theoretical and experimental, related to improving the efficiency of some categories of luminaires with discharge lamps. One such category is the powerful industrial spotlight luminaires.

This work is aimed at solving the urgent scientific problem of finding ways to improve the design efficiency of industrial luminaires.

Based on a comparative analysis of modern luminaires with different light sources, the urgent task of creating new modifications of industrial luminaires with discharge lamps was determined. The calculation method of calculation of the profile geometry of the mirror reflectors of industrial luminaires is presented, which provides the necessary luminous distribution of the luminaire at a fixed power of the light source. Testing of the technique on the light sources DNAT-250 was performed. It is shown that the use of the calculation algorithms proposed by the authors made it possible to design a ZhSP-250 lamp with regulated G-2 light distribution for specific objects of operation. It is possible to note the efficiency of the method both in terms of the accuracy of the calculations and the simple geometry of the reflector, obtained in the calculation method, which will allow to use simplified technological schemes for the serial production of such lamps.

***МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С
РАЗРЯДНЫМИ ЛАМПАМИ***
Е. Э. Лобанов, Г.А. Петченко

***МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ З
РОЗРЯДНИМИ ЛАМПАМИ***
Є. Е. Лобанов, Г.О. Петченко

УДК 628.94

Ye. E. Lobanov, G.O. Petchenko, Doctor of Physical and Mathematical sciences
O.M Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17,
Marshala Bazanova Str., 61002 Kharkiv, Ukraine
gdaeron@ukr.net

***APPLICATION OF OPTICAL ABSORPTION METHOD
FOR DEFECTOSCOPY OF OPTICAL MATERIALS***

Today ionic crystals are widely used in devices for various purposes. In X-ray spectral optics they are widely used as crystal monochromators; ionic crystals are used in optical devices where lenses and transparent optical media (light filters) are made of optically pure materials - ionic crys-

tals. In general, the main positive feature of these materials is transparency regarding the transmission of radiation in the visible region of the spectrum (transmittance of about 0.9) and neutrality - that is, approximately the same reaction of the medium to different spectral ranges of radiation.

Ionic crystals are also widely used in detectors (scintillators, ionizing radiation dosimeters) and lasers. They are also widely used in acousto-optics and electrical engineering (lines of electrical signals delay, which gain efficiency due to the relatively small absorption of ultrasonic waves, and, therefore, it is possible to work with a wide sequence of signals probing the crystal).

It is known that when ionizing radiation passes through ionic crystals, color centers appear in them, which can change the spectral composition of radiation both in the UV region and in the visible range. For example, the simplest configurations of color centers (F-centers) lead to the appearance in optical materials of additional absorption bands localized on the wavelength axis with a maximum at the wavelength $\lambda_{max} = 248$ нм, but more complex configurations of radiation damage in solids already lead to the appearance of absorption bands at wavelengths in the visible range.

This already presents some difficulties for developers and designers of relevant equipment, as changes in the spectral composition of radiation passing through the optical system of the device can lead, for example, to loss of efficiency of the selected radiation receiver, the main characteristic of which is primarily spectral sensitivity. Taking into account possible changes in the spectral composition of radiation is an important and urgent task of modern optical instrumentation.

The purpose of this work is the analysis and justification of a method that takes into account structural changes in externally irradiated ionic crystals.

The optical absorption method is analyzed in detail, which allows to perform quantitative and qualitative analysis of defects of radiation origin in optically pure crystals. The substantiation of the used relations is given, which allows to calculate the spectral index of attenuation of radiation passing through the optical medium (lens, light filter, etc.) and to correctly determine the volume concentration of color centers in the studied functional materials.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО АБСОРБЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Е. Э. Лобанов, Г.А. Петченко

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИЧНОГО АБСОРБЦІЙНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПІЇ ОПТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Є. Е. Лобанов, Г.О. Петченко

УДК628.971

Серіков Я. О. канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харків, Україна, тел.: 050 9088828, E-mail:

s0509088828@gmail.com

«HUMAN CENTRIC LIGHTING»* У ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ Й ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

За дослідженнями Міжнародної організації праці (МОП) до умов праці, що характеризуються підвищеним ризиком одержання травм, відносяться й такі, що відзначаються й незадовільними характеристиками освітлення робочої зони, тобто параметрами світлового пото-

*Human Centric Lighting (HCL) – штучне освітлення, характеристики якого адаптовані до процесів, що сформовані й протікають в організмі людини

ку. Так, не залежно від виду виробничої діяльності, кількість нещасних випадків, пов'язаних з незадовільним освітленням, становить в середньому, 30...50% від їх загальної кількості.

Підтвердженням актуальності запровадження програми «HUMAN CENTRIC LIGHTING» у виробничих умовах є результати досліджень, які свідчать, що підвищення рівня освітленості з $E_n = 300$ лк до $E_f = 2000$ лк забезпечує зменшення відносної кількості нещасних виробничих випадків приблизно на 50%, а також зниження бракованої продукції на 25...30% при одночасному підвищенні продуктивності праці.

Проблема, необхідність забезпечення комфортного світлового клімату, в тому числі й у виробничому середовищі, полягають у наступному. На протязі еволюції зоровий аналізатор людини і організму в цілому розвивалися в умовах природних добових і сезонних змін природного освітлення, при яких рівень освітленості, спектральний склад світлового потоку (тобто його кількісні і якісні характеристики) змінюються на протязі світлового періоду доби.

У результаті такі природні зміни на протязі світлового дня як кількісних, так і якісних характеристик природного освітлення сформували психіко-біологічну систему, до якої входять і циркадні біоритми організму людини. В цій системі передбачені елементи сітківки ока, які не задіяні у формуванні зорового сприйняття, але, що важливо, є чутливими й до спектральних характеристик світлового потоку (**Non Image Forming Effekt**). Ці елементи передають таку інформацію незорові відділи головного мозку, які регулюють процеси нейроендокринної системи організму, визначають циркадні біоритми життєдіяльності людини на протязі доби. У результаті світловий потік керує станом людини на рівні гормональних змін, тобто він фактично в значному ступені визначає й психофізіологічний стан людини залежно від характеристик світлового середовища.

Виходячи з цього, забезпечення комфортних умов життєдіяльності людини, забезпечення вирішення завдання з підвищення рівня безпеки й ефективності виробництва, можливі тільки при синхронізації параметрів (кількісних і якісних) світлового потоку штучних джерел світла з тими, які сформували її циркадні біоритми. У розвиток цієї теми - на даний час спектральні характеристики штучних джерел світла не відповідають аналогічним характеристикам природного джерела – Сонця (рис. 1).

На доповнення до цього слід зазначити наступне. Згідно з Положеннями нормативно-правових документів, що діють в Україні та країнах Європейського союзу, рівень освітленості робочої зони при виконанні, наприклад, проектно-конструкторських робіт, при роботі за комп'ютером регламентований у межах $E_n = 300...750$ лк (залежно від країни).

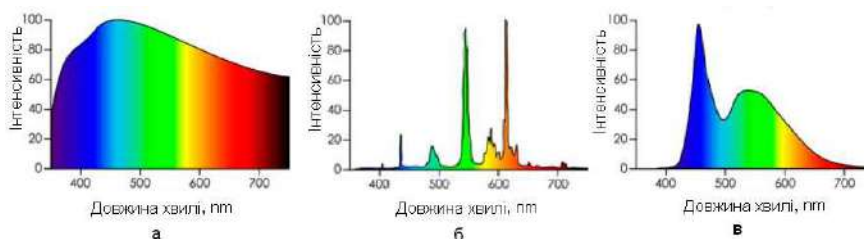


Рисунок 1 – Спектральні характеристики джерел світла: а – природне джерело (Сонце); б – люмінесцентне джерело; в – холодно-білий світлодіод

В той же час рівні фактичного природного освітлення ($E_{ф.пр}$), до яких адаптувався зоровий аналізатор людини на протязі його еволюції, характеризуються такими значеннями: - літній полудень (13 годин) при відкритому небосхилі – 100 000 лк; - літній полудень (13 годин) при захмареному небосхилі – 50 000 лк; - осінньо-зимовий період (13 годин) при небосхилі повністю закритому хмарами – 3000...2000 лк.

З цього слідує, що в тому разі, якщо на робочому місці була б постійно забезпечена освітленість $E = 2500$ лк, то це було б адекватно світловому відчуттю людини, яке відповідає умовам природного освітлення в хмарний осінній день.

Як висновок -наведені вище дані з встановлених на рівні правових документів нормативні значення рівня штучної освітленості робочої зони (E_n) є значно заниженими по відношенню до природних (нормальних) умов функціонування зорового аналізатора людини, тобто у разі проектування систем штучного освітлення їх необхідно розглядати як *мінімально допустимі*.

На даний період часу викладені вище стислотеоретичні передумови реалізують, в основному, для системи «людина – житлове середовище».

Відносно етапу практичного впровадження програми «HUMAN CENTRIC LIGHTING» у виробничих умовах, враховуючи той факт, що на даний час реалізовані розробки джерел світла з регульованою колірною температурою (спектральними характеристиками), є можливим сформулювати наступні висновки:

- першим напрямком вирішення поставленого завдання є моделювання добового сонячного циклу випромінювання за допомогою штучних джерел світла. В основі цього методу знаходяться описані вище зміни колірної температури (спектральних складових) природного випромінювання на протязі світлового часу доби й залежність циркадних ритмів людини від сонячного циклу;

- так як якісні характеристики світлового потоку в значному ступені визначають психофізіологічний стан людини, то в системі штучного освітлення бажано застосовувати джерела світла з функцією регулювання колірної температури. При цьому характеристики світлового потоку необхідно встановлювати відповідно до виробничих завдань і виробничих приміщень.

«HUMAN CENTRIC LIGHTING» КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Сериков Я.А.

«HUMAN CENTRIC LIGHTING» AS A TOOL FOR INCREASING PRODUCTION SAFETY AND EFFICIENCY

Serikov Y.

УДК 628.981

Говоров П.П. д-р техн. наук, проф., Кіндінова А.К.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Україна, 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17

тел.: (+38 057) 707 32 42, e-mail: philip.govorov@gmail.com, kindinova.anstasia@gmail.com

БАКТЕРИЦИДНІ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ УФ-СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СЕРЕДОВИЩА

У реаліях сьогодення, проблема якості оточуючого середовища є однією з найважливіших. Саме ця проблема стосується усього людства, оскільки наявність у середовищі різного роду забруднень може призвести до катастрофи, якою стала сьогодні пандемія Covid-19. Та незважаючи на важливість проблеми, існуючі методи очищення середовища не завжди спроможні забезпечити усі вимоги і гарантовано захистити населення від шкідливих мікроорганізмів.

Сучасні бактерицидні установки зазвичай побудовані на основі газорозрядних ламп. Вони встановлюються у кварцовому чохлі в місці, що найбільш наближене до джерела забруднення, а знезаражування відбувається шляхом безпосереднього впливу УФ-променів на мікроорганізми. За цих умов відбувається поглинання світлового випромінювання, що зни-

жує ефективність знезаражування і вимагає постійного чищення зовнішньої поверхні кварцового чохла від осаду. Але їх постійне очищення не завжди є можливим, що обумовлено їх розташуванням. Таким чином ці установки вимагають високих витрат на електроенергію та експлуатацію. У зв'язку з цим установки для знезараження середовища на основі бактерицидних ламп являються малоефективними, хоча досить привабливими взагалі. Тому пошук нових та вдосконалення існуючих технологій знезараження оточуючого середовища є актуальною проблемою великої ваги, особливо з огляду на стан та наслідки пандемії Covid-19.

Технологія знезараження ультрафіолетом застосовується досить широко, оскільки ультрафіолет може бути нездоланим бар'єром для багатьох мікроорганізмів. Однак, для того, щоб УФ обладнання реально справлялось з поставленими завданнями необхідно забезпечити потрібний діапазон випромінювання і правильною потужністю, щоб забезпечити необхідний ефект знезараження. Зокрема, для знезараження побутових і міських середовищ, повинна застосовуватися УФ доза не менше 30 мДж/см^2 . Але, як показує практика зовнішнє середовище унікальне настільки, що цієї дози може бути як недостатньо, так і більше ніж потрібно. Тож, задля вирішення цих проблем найкращим варіантом є пошук нових способів, які передбачають використання більш гнучких та енергоефективних систем.

Як свідчить аналіз, бактерицидні установки на основі світлодіодних джерел світла забезпечують високі техніко-економічні показники, які на рівні з покращеними енергетичними характеристиками забезпечують ще й можливість розосередження установок бактерицидної дії і можливість багатоступеневого знезараження. Але наразі світлотехнічні і електротехнічні розрахунки таких систем відсутні, що стримує їх впровадження в діючі системи знезараження і обумовлює низьку енергетичну та світлотехнічну ефективність таких установок та нестримне зростання зараження.

Для вирішення вищезначених проблем розглядається розподілена система знезараження, основана на використанні енергоефективних ультрафіолетових світлодіодних джерел світла. Завдяки цьому є можливість розташовувати бактерицидні установки біля кожного джерела зараження та уникнути повторного розвитку мікроорганізмів, оскільки при впливі на органічні клітини різних збудників ультрафіолетовим випромінюванням спектрального складу від 200 до 400 нм спостерігається руйнація клітин. Оскільки призначення цих установок - знешкодження бактерій, то бактерицидні властивості в них повинні мати лише фотони із енергією, яка здатна розірвати зв'язок молекул білкової речовини випромінюванням з довжиною хвилі $\lambda \leq 300 \text{ нм}$. Дослідження процесів в установках бактерицидної дії дозволило визначити область їх ефективної дії.

Висновком, після аналізу графічних залежностей, наведених на рис. 1, є то, що найбільшу ефективність бактерицидних установок забезпечує джерела світла з довжиною хвилі 254 – 258 нм. В дослідницької лабораторії Nippon Telegraph and Telephone Corporation, під керівництвом доктора Йошитака Танясу створено діоди на основі нітриду алюмінію, які дозволяють випромінювати світло в ультрафіолетовому діапазоні з довжиною хвилі 210 нм. Їх застосування в змозі забезпечити розподілене знезараження значної кількості забруднених елементів, що розташовані на значній площині.

Як свідчать результати досліджень використання ультрафіолетових світлодіодів в установках знезараження забезпечує інактивацію 99,99% вірусних частин за час до 30 секунд. Тому виробництво світлових приладів на основі ультрафіолетових випромінюючих світлодіодів є актуальним завданням світової ваги.

Основною проблемою створення знезаражуючих систем на основі ультрафіолетових світлодіодних систем випромінювачів є необхідність збільшення потужності і оптимізація спектра їх випромінювання. Однак широке впровадження таких джерел світла в установках бактерицидної дії стримується відсутністю програм та методик світлотехнічного розрахунку установок на їх основі.

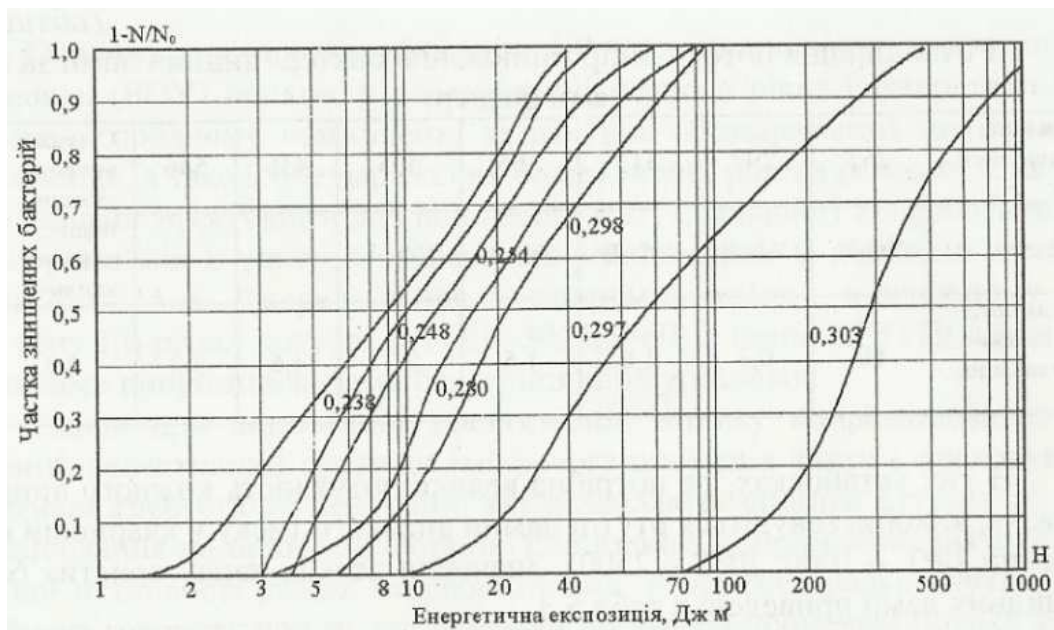


Рисунок 1 – Спектр ефективної бактерицидної дії випромінювання

Дослідження, які були проведені у ХНУМГ дозволили розробити програму та методику розрахунку освітлювальної установки, забезпечивши оптимальні параметри та режими світлодіодних бактерицидних установок.

***БАКТЕРИЦИДНЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ УФ-СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СРЕДЫ***

Говоров П.П., Киндинова А.К.

***BACTERICIDAL INSTALLATIONS BASED ON UV LEDS FOR ENVIRONMENTAL
DISINFECTION***

Novorov P., Kindinova A.

СЕКЦИЯ 2

***МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ В
СВІТЛОТЕХНІЦІ.
ВПЛИВ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА ЛЮДИНУ.
АРХІТЕКТУРНЕ І ХУДОЖНЄ ОСВІТЛЕННЯ.***

Купко О. Д., д-р техн. наук, Несжмаков П.І., д-р техн. наук, проф.

Тимофєєв Є.П. д-р техн. наук, проф.,

Національний науковий центр "Інститут метеорології"

Ляшенко О. М., канд. техн. наук, доц., Литвиненко А.С., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002,

м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17

тел.: (+38 057) 707 32 42,

МЕТОДИКИ ЧИСЕЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ КОЛЬОРУ МАТРИЧНИХ ФОТОПРИЙМАЧІВ ЦИФРОВИХ ФОТОКАМЕР

Цифрова фотографія зручна для фіксації зорового враження, однак може вносити значні спотворення в колірну гамму. Спотворення послідовно виникають на наступних етапах: зміна спектрального складу джерела освітлення, невідповідність спектральної чутливості елементів матриці фотоапарата чутливості людського ока і відмінності, зумовлені різноманітністю способів візуалізації файлу отриманого при фотографуванні сцени в процесі обробки зображення вбудованими програмними засобами після реєстрації.

Зміна спектрального складу і яскравості при освітленні архітектурного об'єкта є природним процесом і однією з характеристик об'єкта. В інших випадках необхідна стандартизація джерел освітлення або врахування впливу їх характеристик. В області кольору джерел випромінювання в зв'язку з необхідністю деталізації обговорюється перехід від чисельної оцінки за індексом передачі кольору R_a відповідно до СІЕ 13.3-1995 до оцінки відповідно до IES TM-30-15, що дає можливість більш детально характеризувати спотворення, що виникають при сприйнятті.

Очевидним рішенням повної фіксації зовнішнього вигляду об'єкта є вимірювання його координат кольору для кожної точки об'єкта. Це складне завдання, однак, навіть його вирішення не забезпечує адекватної оцінки зорового враження. Додатково необхідна візуалізація сцени, для якої потрібна наскрізна методика відтворення однакових координат кольору для кожної точки зображення і об'єкта з однаковими кутовими координатами. Однак різноманітність типів фотоапаратів і різноманітність екранів призведуть до величезного розмаїття таких методик, тому логічніше розробляти методики окремо для відповідності фотоапаратів і файлів та окремо для відповідності файлів і екранів. Людський мозок майже завжди справляється зі складним завданням відповідності кольорів для різних сцен, проте надійно зафіксувати результат не може, що обумовлює необхідність всебічного, ретельного, поетапного розгляду деталей процесу фіксації кольору.

Для мінімізації спотворення кольору при відтворенні файлу фотографії об'єкта на різних екранах необхідний чисельний критерій оцінки якості передачі кольору фотоапарата, як фіксатора колірної зорового враження від обраної сцени. Запропоновані та проаналізовані декілька підходів до чисельної оцінки якості передачі кольору фотоапаратів. Кожен із запропонованих підходів має свій рівень інформативності та вимагає свого рівня компетенції для використання.

Розробка чисельного детального методу оцінки якості передачі кольору фотоапаратів дозволить надійніше фіксувати таке суб'єктивне поняття, як відповідність зорового враження від реальної сцени і файлу зображення цієї сцени. Цифровий формат, що містить інформацію про об'єкт, дозволяє уникнути проблем, пов'язаних зі старінням зображення. Це розширить можливості об'єктивного опису не тільки об'єктів комунального господарства, але може знайти застосування в музейній справі, в медицині, в торгівлі і широкому полі рекламних

додатків. Надійна, довгострокова фіксація кольору об'єкта дозволить удосконалювати різноманітні методи оцінки якості, проведення діагностики, виявлення довгострокових змін зовнішнього вигляду різноманітних об'єктів.

МЕТОДИКИ ЧИСЛЕННОЇ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ЦВЕТА МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ ЦИФРОВЫХ ФОТОКАМЕР

Купко А. Д., Ляшенко Е. Н., Неежмаков П.И., Тимофеев Е.П., Литвиненко А.С.

METHODS FOR NUMERICAL EVALUATION OF COLOR QUALITY TRANSMISSION OF MATRIX PHOTODETECTORS IN DIGITAL CAMERAS

Kupko O.D., Liashenko O. M., Nyezhamkov P.I., Tymofeiev E.P., Litvinenko A. S.

УДК 551.510.534:621.383.52:004.9

Ліпка В.М.

Акціонерне товариство «Центральне конструкторське бюро «Ритм»

58032. М. Чернівці, вул. Головна, 244, тел. 0372582613

E-mail: volodymyrlipka9@gmail.com

ФОТОПРИЙМАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ З РОЗШИРЕНИМ ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ ВХІДНИХ СИГНАЛІВ, СТИЙКИЙ ДО ФОНОВОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ

Фотоприймальні пристрої (ФПП) широко використовуються у різноманітних сферах людської діяльності, пов'язаної із прийманням оптичних інформаційних сигналів. Розширення динамічного діапазону ФПП дозволяє розширяти сферу його застосування, що є актуальним завданням електроніки. Але, при розширенні динамічного діапазону ФПП у бік малих освітленостей виникає проблема фонових сигналів.

Тому, метою дослідження є створення електричної схеми ФПП, яка би сприяла розширенню динамічного діапазону, який би упевнено реєстрував потоки періодичного монохроматичного випромінювання в умовах фонових освітленостей.

Результати досліджень.

ФПП створювався на основі фотодіоду з кремнію р-типу провідності, який оптимізований для прийому монохроматичного випромінювання з довжиною хвилі, притаманній лазеру на основі ітрій-алюмінієвого гранату (YAG) - 1064 нм потужністю до 5 мкВт, який широко застосовується для при вимірюваннях і контролі в промисловості при керування станками і у будівництві, а також у геодезії та контролі чистоти атмосфери і, як правило, в умовах фонових освітленостей.

Для збільшення динамічного діапазону ФПП розроблено нову версію схеми автоматичного регулювання підсилення (АРП) на основі мікросхеми AD633, яка наведена на рисунку 1.

Схема АРП складається з регулятора АРП (3), реалізованого на мікросхемі аналогового перемножувача AD633, вихідного підсилювача ФПП (4), і детектора АРП (5).

Схема АРП працює наступним чином. Вихідний сигнал з виходу першого каскаду (2) подається на вхід аналогового перемножувача регулятора АРП (3), підсилюється вихідним підсилювачем (4) і подається на детектор АРП. При досягненні порогового рівня АРП, детектор АРП формує керуючий сигнал, який подається на другий вхід аналогового перемножувача регулятора АРП (3), зменшуючи при цьому коефіцієнт підсилення регулятора АРП.

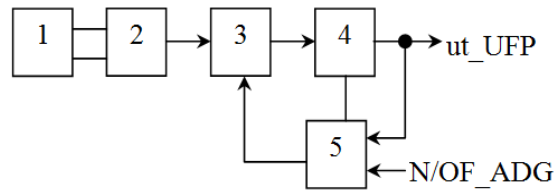


Рисунок 1 – Блок-схема ФПП, стійкий до не модульованого фонового випромінювання.
 1 – фотодіод; 2 - перший каскад підсилювача ФПП; 3 - регулятор АРП; 4 - вихідний підсилювач ФПП; 5 – детектор АРП;
 Out_UFP – напруга вихідного підсилювача;
 ON/OFF_ADG – увімкнення, вимкнення АРП

Вольтова монохроматична чутливість ФПП на частоті 20 кГц і довжині хвилі 1064 нм досягає $2,8 \cdot 10^6$ В/Вт при вимкненій АРП. Смуга пропускання ФПП, виміряна по рівню мінус 3дБ, знаходиться у діапазоні частот від 3 кГц до 100 кГц. При цьому динамічний діапазон ФПП ефективно подавляє частоти, викликані оптичними завадами у низькочастотному діапазоні від постійної складової до 3 кГц включно.

АЧХ вольтової монохроматичної чутливості ФПП у цілому представлений на рисунку 2.

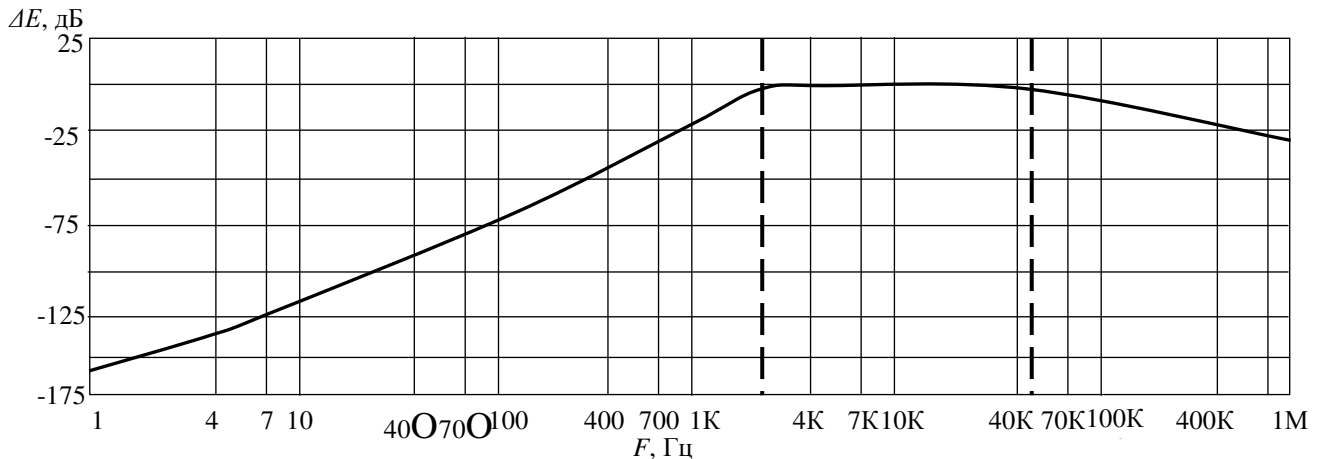


Рисунок 2 – Частотний діапазон вольтової монохроматичної чутливості ФПП, стійкого до не модульованого фонового оптичного випромінювання

Конструкція ФПП забезпечує вибір корисного сигналу певної частоти модуляції у частотному діапазоні від 3 кГц до 45 кГц і ефективно подавляє частоти, викликані оптичними завадами у низькочастотному діапазоні від постійної складової до 3 кГц включно.

Виміряно динамічний діапазон ФПП при прийомі оптичного випромінювання з довжиною хвилі 1064 нм у діапазоні потужностей від $2 \cdot 10^{-8}$ до $2 \cdot 10^{-5}$ Вт з частотою модуляції 20 кГц при ввімкненому АРП. У цих умовах динамічний діапазон ФПП склав до 67 дБ. При вимкненому АРП динамічний діапазон складає не більше 30 дБ.

**ФОТОПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО С РАСШИРЕННЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ
 ДИАПАЗОНОМ ВХОДНОГО СИГНАЛА, УСТОЙЧИВОЕ К ФНОВОЙ
 ОСВЕЩЕННОСТИ**

Липка В.Н.

**PHOTO RECEIVING DEVICE WITH EXTENDED DYNAMIC RANGE OF INPUT
 SIGNALS, RESISTANT TO OUT LIGHTING**

Lipka V.M.

Литвиненко А.С. канд. техн. наук, доц., **Суворова К.І.**, канд. техн. наук, доц.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: litvinenko_as@ukr.net; kisuvorova17@gmail.com

Неєжмаков П.І., д-р техн. наук, проф., **Тимофеев Є.П.** д-р техн. наук, проф.
Національний науковий центр “Інститут метрології”,
ул. Мироносицька, 42, м. Харків Україна, 61002

E -mail: pavel.neyezhnikov@gmail.com; timofeev@metrology.kharkov.ua

Татьянко Д.М., канд. фіз.-мат. наук

Інститут радіофізики та електроніки ім.О.Я.Усикова НАН України
вул. Академіка Проскури, 12, м. Харків, Україна, 61085, E -mail: tatyanko@ukr.net

КЛАСИФІКАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ТРАП-ДЕТЕКТОРІВ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Розвинення сучасних технологій в області створення джерел оптичного випромінювання вимагає вдосконалення засобів контролю та вимірювання їх характеристик, як енергетичних так і спектральних. Все більш високі вимоги висуваються до точності вимірювань.

Одними з найбільш високоточних напівпровідникових детекторів оптичного випромінювання, що використовуються провідними світовими метрологічними установами в якості еталонних засобів вимірювання, є трап-детектори – пристрої на основі фотодіодів, які призначені для високоточного вимірювання характеристик випромінювання оптичного діапазону.

Різноманіття застосувань джерел оптичного випромінювання, від волоконно-оптичних ліній зв'язку до освітлення населених пунктів, доріг тощо, призводить до необхідності створення відповідно різних конструкцій детекторів оптичного випромінювання, зокрема трап-детекторів, що задовольняли би вимоги та умови їх використання.

В роботі проведено класифікацію трап-детекторів оптичного випромінювання на підставі їх конструктивних особливостей. Показано переваги та недоліки різних моделей трап-детекторів.

Розглянуті конструкції на основі тільки фотодіодів та конструкції з використанням оптичних елементів. Показані переваги і недоліки відкритих і тупикових конструкцій, а також плоских і об'ємних. Особливу увагу приділено розгляду конструкцій в яких забезпечується подальше зростання числа відбиттів вимірюваного випромінювання при збереженні досить малої кількості фотодіодів (так звані циклічні конфігурації).

В роботі також розглянуті конструкції трап-детекторів, в яких використовуються фотодіоди що не юстуються. В таких конструкціях фотодіоди фіксуються на поверхнях, що виготовлені з необхідною точністю кутів нахилу, наприклад, на гранях прозорої оптичної пентапризми та інших призм. Трап-детектор із змінним коефіцієнтом поглинання дозволяє проводити юстування трап-детектора відносно вимірюваного оптичного променя, що підвищує точність вимірювань.

Проведена класифікація буде сприяти вибору потрібної конструкції при розробці оптико електронних приладів із застосуванням трап-детекторів, що дозволить покращити їх метрологічні характеристики.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТРАП-ДЕТЕКТОРОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Литвиненко А.С., Неєжмаков П.И., Татьяна Д.Н., Тимофеев Е.П., Суворова К.И.

STRUCTURES CLASSIFICATION OF THE OPTICAL RADIATION TRAP DETECTORS

Litvinenko A., Neezhnikov P., Tatyanko D., Tymofeev E., Suvorova K.

Калустова Д.О., Корнага В.І., канд. техн. наук, Рибалочка А.В., канд. техн. наук., с.н.с.

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, 03028, м. Київ, пр.

Науки, 41, тел.: (044) 525-55-20, e-mail: dariakalustova@gmail.com

Валюх С.І., канд. техн. наук

Факультет фізики, хімії та біології, Університет Лінчепінг, Лінчепінг, Швеція, 58183

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ БІЛОГО СВІТЛА В RGBW СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ

Сучасна людина багато часу проводить під штучними джерелами світла, тому важливим завданням є створення комфортного світлового середовища для роботи та відпочинку. Це передбачає відтворення параметрів природнього світла, зокрема динамічну зміну інтенсивності та відтінків білого світла при забезпеченні високих параметрів кольоропередачі. Найбільш перспективними з цієї точки зору є RGBW-системи освітлення, які дозволяють отримати нескінченну кількість варіантів спектральних характеристик та комбінацій візуальних та циркадних параметрів результуючого світла при заданих координатах колірності на хроматичній діаграмі xY (заданій корельованій колірній температурі). Такі системи потребують використання додаткових умов для визначення ефективного співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодних компонентів для забезпечення високих параметрів кольоропередачі та світлової віддачі в точках на кривій Планка у широкому діапазоні корельованих колірних температур (CCT).

Представлено два методи отримання білого світла в RGBW системах освітлення, які дозволяють однозначно визначити співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодів системи в заданих координатах колірності та додатково спростити та оптимізувати систему керування освітлювальним пристроєм. Перший метод генерації білого світла базується на умові мінімізації внеску кольорової RGB-складової у результуюче світло для забезпечення високої світлової віддачі системи у широкому діапазоні CCT при одночасному використанні лише трьох світлодіодів з чотирьох. Другий метод полягає у стабілізації пропорції інтенсивності випромінювання білого та червоного світлодіодів для забезпечення високих параметрів кольоропередачі результуючого білого світла у широкому діапазоні CCT при спрощенні системи керування за рахунок використання одного каналу для цих двох світлодіодів.

При використанні запропонованих методів досліджено вплив параметрів білого світлодіоду на параметри результуючого світла RGBW-систем. Для цього проведено комп'ютерне моделювання спектральних характеристик результуючого світла та визначено його світлові, колірні та циркадні параметри в діапазоні CCT від 2500K до 7000K для систем з однаковими кольоровими RGB світлодіодами, але різними білими компонентами. Використано сім білих світлодіодів з різними CCT (теплий, нейтральний, холодний білий) та різними індексами кольоропередачі Ra (73, 82, 95).

Показано, що для забезпечення високих значень параметрів кольоропередачі та світлової віддачі результуючого білого світла у широкому діапазоні CCT найбільш доцільно використовувати білі світлодіоди з CCT, які лежать у нижній межі діапазону, який потрібно забезпечити (у системах для відтворення параметрів денного світла це, переважно, теплі білі світлодіоди з CCT 2500 – 3200 K) та з індексом кольоропередачі близьким до 80. Зокрема, при застосуванні методу стабілізації пропорції інтенсивності випромінювання білого та червоного світлодіодів та її фіксації на рівні 100:6, можна отримати біле світло з індексом кольоропередачі вище 90 при світловій віддачі вище 130 лм/Вт у діапазоні CCT від 3000 до 7000K.

Для більш детального аналізу можливостей RGBW-систем представлено простір візуальних та циркадних параметрів, які можуть бути отримані при визначеному наборі

світлодіодів. За результатами запропоновано ряд критеріїв вибору співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодів системи для забезпечення комфортного світлового середовища в залежності від пріоритетності вимог по якості світла.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛОГО СВЕТА В RGBW СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

Калустова Д.А., Корнага В.И., Рыбалочка А.В., Валюх С.И.

METHODS FOR OBTAINING WHITE LIGHT IN RGBW LIGHTING SYSTEMS

Kalustova D.O., Kornaga V.I., Rybalochka A.V., Valyukh S.I.

УДК 628.9

Несжмаков П.І., д-р техн. наук, проф., Говорова К.В., асп.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

hovorova.metrology.kh@gmail.com

ИНДЕКС КОЛЬОРОПЕРЕДАЧИ: ПОКРАЩЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ КОЛІРНОЇ РІЗНИЦІ

Вступ.

З розробленням нових джерел світла (наприклад LED) питання оцінки властивостей передавання кольору цими джерелами набуло важливого практичного значення. Переважна більшість таких джерел світла призначені для освітлення, що наближено до денного освітлення, торгових центрів, на виробництві, в театрах, житлових будівлях, тощо. Суб'єктивне сприйняття кольору світла, що випромінюється такими джерелами, відповідає кольору фази природного денного світла в межах від 4000 К до 6500 К. Проте, відносне спектральне розподілення енергії випромінювання багатьох штучних джерел денного світла не відповідає розподіленню енергії природного денного світла відповідного або наближеного кольору (колірної температури). Невідповідність спектральної складової є основним чинником, за яким колір предмету, при освітленні різними джерелами світла буде відрізнятися. Для врахування цього показника було введено таку характеристику фотометричної величини як кольоропередача. Загальний індекс кольоропередачі визначається як середнє арифметичне значення восьми (або більше) значень різниці координат кольору та кольоровості $\Delta E_{a,i}$ для восьми (або більше) стандартних зразків [1]. Колірна різниця розраховується на основі порівняння (у векторних одиницях) спектральних характеристик джерела світла та спектральної густини потоку випромінювання, вибраногов якості еталонного - абсолютного чорного тіла. Для зменшення невизначеності обирається еталонний випромінювач, колірна температура якого максимально наближена до джерела випромінювання, що досліджується, тобто еталонне випромінення вибирається таким чином, щоб колірна різниця була, наскільки це можливо, меншою, ніж $5,4 \cdot 10^{-3}$ [1]. Такий критерій хоча й виключає необхідність врахування зміни стану адаптації ока, проте не враховує неоднорідності сприйняття колірної відмінності.

Основна частина.

Колірними просторами CIE 1976 p.L*a*b* забезпечується обчислення колірної різниці у вигляді векторних відстаней в цих просторах. Промислова практика визначення малих значень колірної різниці показує неоднорідні результати в розрахункових значеннях у різних діапазонах і в різних напрямках у наведеному колірному просторі [2]. У звіті «Параметричні ефекти при оцінці колірної різниці» [3] описується кілька факторів, які впливають на співвідношення між розрахованими параметрами колірної різниці та результатами вимірювань колірних параметрів. За результатами досліджень було визначення базові умови зорових задач, на основі яких було прийнято формулу визначення колірної різниці. Комітет вимірювання кольорів співтовариства фарб і кольорів (Colour Measurement Committee of the Society of

Dyersand Colouristsdefined) запропонував формулу колірної різниці – СМС (I:c), яку було залучено до деяких стандартів ISO. Проте дана формула має ряд недоліків, які було усунуто в наступній публікації ТС 1 - 29 Міжнародної комісії з освітлення (СІЕ) – стандарті, щодо формули колірної різниці СІЕ94.

Рівняння СІЕ94 зменшило, але не вирішило проблему однорідності сприйняття, через наявність вагового коефіцієнту, який залежить від сфери використання (промисловість або мистецтво), тому комітетТС 1 - 43 СІЕ відкоригував формулу визначення колірної різниці СІЕDE2000 додавши п'ять доповнень: поворот колірного кута тону R_T , щоб усунути проблеми в синій області; компенсацію для нейтральних кольорів; компенсацію для світлості S_L ; компенсацію для насиченості кольору S_C ; компенсацію для тону S_H . Загальний вигляд формули СІЕDE2000 [4] є:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2} \quad (1)$$

При значеннях $\Delta E_{00} < 1$ – людське око із чутливістю вище середньостатистичної людини не відчуває колірної різниці [5].

Наведена формула враховує сприйняття неоднорідності колірного простору, що дає можливість більш точно обрати еталонне джерело випромінювання при розрахунках індексу кольоропередачі, особливо у випадках дослідження LED джерел світла, що мають велику палітру та різноманіття кольоровості.

Висновки.

Пропонується застосувати формулу визначення колірної різниці СІЕDE2000, яка враховує сприйняття неоднорідності колірного простору, при розрахунках індексу кольоропередачі, що виконуються в Україні.

Перелік посилань:

1. ДСТУ СІЕ 13.3:2019 (СІЕ 13.3-1995, IDT). Метод вимірювання та визначення властивостей кольорового відтворення джерел світла. [Чинний від 2020-01-01]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=88102 (дата звернення 3.02.2021).
2. ДСТУ СІЕ 15:2019 (СІЕ 15:2004, IDT). Колориметрія. [Чинний від 2020-01-01]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88095 (дата звернення 3.03.2021).
3. СІЕ 101-1993. Parametric effects in colour-difference evaluation. URL: <https://cie.co.at/publications/parametric-effects-colour-difference-evaluation> (last access: 7.04.2021).
4. ISO/CIE 11664-6:2014 Colorimetry — Part 6: CIEDE2000 Colour-difference formula. URL: <https://www.iso.org/standard/63731.html> (last access: 7.04.2021).
5. Центр знань BenQ. Як ми визначаємо точність кольорів? : веб-сайт. URL: <https://www.benq.eu/uk-ua/knowledge-center/knowledge/define-accurate-color.html> (дата звернення: 10.03.2021).

ИНДЕКС ЦВЕТопЕРЕДАЧИ: УЛУЧШЕНИЕ ОЦЕНКИ ЦВЕТОВОЙ РАЗНИЦЫ

Неежмаков П.И., Говорова Е.В.

COLOR RENDERING INDEX: IMPROVING COLOR-DIFFERENCE ASSESSMENT

Neezhmakov P., Hovorova K.

Назаренко Л.А., д-р техн. наук, проф, Суворова К.І., канд. техн. наук., доц, Білик О.В.
Харківський національний університет міського господарства ім.О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: kisuvorova17@gmail.com

ПРО ДИНАМІЧНЕ ЦИРКАДНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Світлове оточення не тільки впливає на візуальні характеристики, проте має суттєвий вплив на людей через так звані невізуальні ефекти або такі, що не формують зображення (БОЗ-ефекти) – настрої, бадьорість, циркадні ритми тощо.

Звичайно великий інтерес представляє освітлення внутрішніх приміщень, де люди проводять більшу частину часу, такі як робочі приміщення, школи, шпитали, резиденції для похилих людей тощо. Важливим є поєднання візуальних та невізуальних вимог із інноваційними світловими системами.

Циркадне освітлення повинно завжди бути оцінено на рівні очей, в типовому розташуванні людського буття в специфічному внутрішньому оточенні. Всі елементи світлового дизайну, включаючи стіни та меблі, впливають на освітлення, створене в приміщенні та навіпаки, освітлення впливає на сприйняття оточення.

Покращений сценарій освітлення припускає синхронізацію світла з активністю і циркадними ритмами споживачів на протязі 24-годинного циклу. Повинні бути враховані сезонні зміни, які визначають тривалість дня, та погодні зміни, які впливають на присутність та тривалість природного світла. Використання циркадного освітлення, тобто світла, яке синхронізує людську циркадну систему, в помешканні, покращує якість життя, допомагає краще відпочивати вночі і залишатися активними протягом усього дня. Це також полегшує симптоми депресії.

Циркадна система освітлення, спроектована для цих цілей, повинна представляти зміни освітлення з часом і в відношенні до місця проживання. Циркадна система повинна також відноситися до природних циклів день-ніч, діючи через колірну кольорову температуру і рівні освітленості. Освітлення повинно бути стимулюючим фактором протягом світлового дня, з одного боку, та дестимулюючим ввечері та вночі, з іншого боку. Особливо, це стосується приміщень для перегляду телевізора або читання, в спальнях. Система, яка забезпечує освітлювальні сценарії повинна змінюватися автоматично, відповідно до часу, у відповідності, наприклад, встановленій програмі, яка розрахована на добу.

Освітлення в аудиторіях освітніх установ повинно, в першу чергу, виконувати необхідні зорові вимоги і створювати комфорт учням і студентам.

В темні періоди року і ситуації зі слабким проникненням денного світла рекомендується збільшувати рівень освітлення від часто рекомендованого повсякденного рівня в 300 лк горизонтальної освітленості до по крайній мірі 500 лк із збільшенням колірної температури до 6500 К на протязі перших 2 годин вранці.

О ДИНАМИЧЕСКОМ ЦИРКАДНОМ ОСВЕЩЕНИИ

Назаренко Л.А., Суворова К.И., Билык Е.В.

ABOUT CIRCADIAN DYNAMIC LIGHTING

Nasarenko L., Suvorova K., Bilyk O.

Полякова О. В., канд. мист.

Київський національний університет технологій та дизайну,
01011 м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2; polyakova_ov@ukr.net; 062853683.

РОЛЬ ОСВІТЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ХУДОЖНЬО-ОБРАЗНОГО СПРИЙНЯТТЯ СЕРЕДОВИЩА СУЧАСНОГО ЖИТЛА

Житлове середовище, окрім свого утилітарно-практичного призначення, відіграє ще й важливу роль для мешканців як об'єкт естетичного сприйняття. Освітлення житлового середовища є невід'ємною складовою сприйняття простору в цілому та його художньо-образного вирішення. Майже для всіх приміщень житла є властивим поєднання природнього сонячного світла та штучного електричного, і, залежно від часу доби та функціональних процесів, що відбуваються в тій чи іншій зонах помешкання, сценарії залучення різних джерел світла можуть суттєво відрізнитися.

Дослідженнями питань штучного освітлення архітектурного середовища займалися М. І. Щепетков [5], В. П. Дубинський [1], С. А. Степанова [4]. Театральне освітлення, що є джерелом для запозичення деяких композиційних прийомів при побудові світлових сценаріїв, досліджували Д. Г. Ісмагілов та О. П. Древальова [2].

Світло та колір тісно пов'язані причинно-наслідковим зв'язком. Будь-який світловий потік у більшій чи меншій мірі впливає на сприйняття кольору оточення, підсилюючи його або змінюючи. Побутові освітлювальні прилади житла виконують дві основні функції: утилітарну – полягає у забезпеченні необхідним освітленням усіх функціональних процесів, та декоративну – в якості активних складових композиційної структури інтер'єру.

Освітлення в житловому середовищі вирішує наступні завдання: надання художньо-декоративних ефектів; підсилення стильової єдності предметно-просторового середовища; підкреслення композиційних доміант середовища; поділ простору на зони; утворення оптичних ілюзій (підвищення стелі, ефект «паріння» меблів, руйнування форми / рівноваги та ін.); створення динамічного освітлення; підвищення естетичних характеристик житла у вечірній час, організація нового індивідуального характеру сприйняття простору [1].

Можливі два підходи до використання штучного освітлення предметно-просторового середовища: налаштування відповідно до умов природнього освітлення та створення «театрального» ефекту, в якості протиставлення природньому [3]. Надання ефекту природнього освітлення в житлі полягає у створенні образу природніх світлових явищ, циклічності у варіюванні забарвлення та яскравості світла, що залежать від періоду доби, пір року, кліматичних особливостей місцевості. Притаманним для ефекту природнього освітлення є намагання відтворити у мешканців житла ті емоційні враження від естетичних якостей середовища, що з'являються у них під час спостереження за світловими явищами природи. Застосування в освітленні прийому плавної зміни інтенсивності та колірної температури «білого» сонячного світла, сприяє поліпшенню самопочуття мешканців житла через налаштування біологічного годинника. Для «театрального» ефекту освітлення житлового середовища властивим є використання повного спектру кольорів, їх змінюваність, створення оптичних ілюзій, підсилення декоративності образу, порушення тектоніки простору.

До категорії світлових засобів створення художньо-образних характеристик житлового середовища, окрім традиційних джерел освітлення, можна ще віднести і проєкційні системи. Дана технологія представлена комплексом з проєктора, відеокамери та програмного забезпечення. Відеокамера фіксує рухи людини, синхронізує дані з комп'ютером, який дає команду про зміну зображення проєктора. На сьогодні проєкційні системи є більш поширеними в середовищах торгівельно-розважальних центрів і виставкових комплексах у вигляді інтерактивних сенсорних поверхонь (стіни, підлога) та виконують здебільшого рекламно-

інформаційну функцію. Однак і в житловому середовищі засобами мультимедійного дизайну можна створити образність та посилити декоративну функцію. Наприклад, у дитячій ігровій кімнаті засобами інтерактивних проєкцій на поверхні стін та підлоги може бути створений образ фантазійного підводного світу або казкового лісу, з рухомими елементами оточення, що реагують на дії дитини. Також сучасні проєкційні системи можуть розширити функціональне призначення існуючих елементів меблів та обладнання. Наприклад, поверхня звичайного білого стола може стати екраном для проєціювання та перетворитись на поле для інтерактивної гри.

Література

1. Дубинський В. П. Архітектурно-художні принципи формування світло-кольорового середовища сучасного міста : автореф. дис. ... канд. архітектури : 18.00.01 «Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури». Харків, 2007. 20 с.
2. Исмагилов Д. Г. Театральное освещение / Д. Г. Исмагилов, Е. П. Древалёва. М. : ЗАО «ДОКА Медиа», 2005. 360 с.
3. Коваль Л. М. Композиційні доміанти у формуванні смислових груп проектно-образних рішень освітлення предметно-просторового середовища засобами led-технологій. *Теорія та практика дизайну*. 2015. № 7. С. 100-109.
4. Степанова С. А. Динамика визуального образа города (на примере г. Хабаровска) : автореф. дис. ... канд. архит. : спец. 18.00.01 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия». М. : МАРХИ, 2006. 27 с.
5. Щепетков Н. И. Световой дизайн города : учеб. пособ. М. : Архитектура-С, 2006. 320 с.

РОЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ХУДОЖЕСТВЕННО-ОБРАЗНОГО ВОСПРИЯТИЯ СРЕДЫ СОВРЕМЕННОГО ЖИЛЬЯ

Полякова О. В.

THE ROLE OF LIGHTING IN THE ARTISTIC PERCEPTION OF THE MODERN LIVING ENVIRONMENT

Poliakova O. V.

УДК 551.510.534:621.383.52

Сорокати́й Ю.О.

Чернівецький національний університет імені Ю.Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, Чернівці 58012, Україна, тел..0980806735, Email:y.sorokaty@chnu.edu.ua

КРЕМНІЄВИЙ ФОТОДІОД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МОНОХРОМАТИЧНИХ СВІТЛОВИХ ПОТОКІВ

Детектування світлових потоків, зокрема потоків монохроматичного випромінення, було і залишається актуальним завданням світлотехніки. Для вирішення цього завдання застосовуються, зокрема, фотодіоди, створені на основі різних напівпровідникових матеріалів, які обираються в залежності від довжинихвиль випромінення, потік якого потрібно досліджувати. Чутливість обраного фотодіоду буде залежати не тільки від величини потужності випромінення, а і від багатьох інших чинників, зокрема від співвідношення розмірів елементів його конструкції.

Тому, метою роботи є розробка фотодіоду для вимірювання монохроматичних світлових потоків, яка має бути оптимізована за конструктивними параметрами для забезпечення максимальної чутливості.

Результати дослідження.

Розглянемо, для прикладу фотодіод на основі кремнію, який має ширину забороненої зони 1,1 еВ і область спектральної чутливості від 0,4 до 1,1 мкм. У цьому спектральному діапазоні працюють більшість відомих монохроматичних джерел.

Схематичне зображення перетину конструкції фотодіоду, яка використана для розрахунків, наведено на рисунку 1.

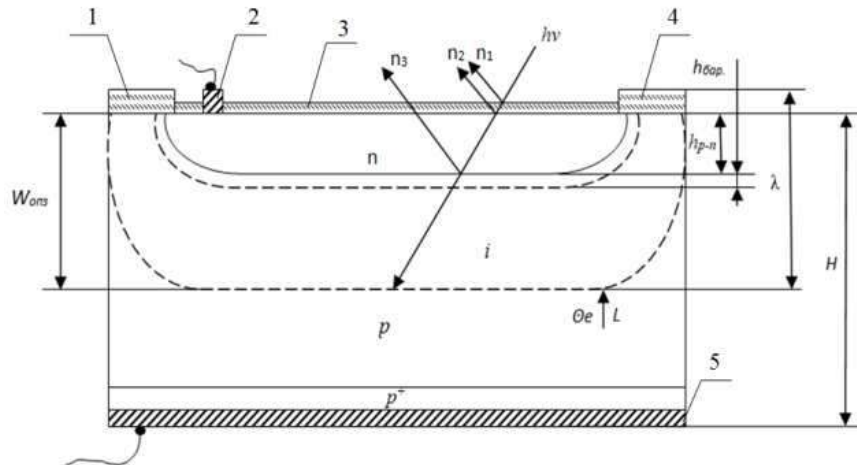


Рисунок 1 – Схематичне зображення перетину конструкції запропонованого фотодіоду

На рисунку 1, 4 – захисний товстий шар окислу кремнію, 2 – металевий омичний контакт, 3 – просвітлюючий шар окислу кремнію, 5 – омичний контакт. n , i , p , p^+ - відповідно області електронної провідності, власної та діркової провідності, а також область підвищеної концентрації дірок. Інші позначення розтлумачені далі по тексту.

Оптичне випромінювання проникає в кремній на різну глибину. Зменшення його інтенсивності, відповідно до закону поглинання оптичного випромінювання, в e (2,7) раз відбувається на глибині $1/\alpha$, де α коефіцієнт поглинання світла (далі глибина поглинання). Зокрема при висвітленні кремнієвого фотодіоду монохроматичним випромінюванням з довжиною хвилі ~ 1 мкм його поглинання в основному здійснюється на глибині також ~ 1 мкм.

При зміні конструкції фотодіоду для наших потреб нам потрібно при цьому враховувати, що товщина напівпровідникової підкладки фотодіоду не повинна перевищувати суму довжини хвилі і дифузійної довжини носіїв заряду, тобто повинно виконуватися нерівність (1):

$$H \leq \lambda + L, \quad (1)$$

де H - товщина напівпровідникової підкладки фотодіоду;

λ - довжина хвилі;

L - дифузійна довжина носіїв заряду.

Враховуючи те, що дифузійна довжина носіїв заряду в кремнії може досягати декількох сотень мікрон, а ширина області просторового заряду, залежно від робочої напруги і концентрації неосновних носіїв заряду, може досягати від декількох десятків до декількох сотень мікрометрів, товщину кристала фотодіоду можна вибирати в широких межах, однак вона повинна бути не більше суми довжини хвилі і дифузійної довжини носіїв заряду (1) і не більше суми ширини області просторового заряду, дифузійної довжини неосновних носіїв заряду, глибини залягання бар'єрної області, яка утворюється на межі областей p - і n -типу провідності, а також глибини залягання p - n переходу. Цю вимогу можна забезпечити при виконанні нерівності (2):

$$H \leq W + h_{p-n} + h_{бар} + L, \quad (2)$$

де W - ширина ОПЗ;

L - дифузійна довжина носіїв заряду;

h_{p-n} - глибина залягання $p-n$ переходу;

$h_{бар}$ - глибина залягання бар'єрної області.

Таким чином, для забезпечення максимальної чутливості фотодіоду для вимірювання монохроматичних світлових потоків необхідно, щоб товщина напівпровідникової підкладки фотодіода H , дифузійна довжина неосновних носіїв заряду L , глибини залягання бар'єрної області $h_{бар}$, глибина залягання $p-n$ переходу h_{p-n} і ширина ОПЗ W повинні задовольняти системі нерівностей (3):

$$\begin{cases} H \leq \lambda + L \\ H \leq W + h_{p-n} + h_{бар} + L \end{cases} \quad (3)$$

Таким чином, можливо досягти збільшення точності вимірювань світлового потоку певної довжини хвилі за рахунок збільшення чутливості фотодіоду.

Запропонований розрахунок було застосовано для оцінки чутливості фотодіоду типу ФД-309 [1]. Робоча напруга та, відповідно ширина ОПЗ W , були обрані з урахуванням глибини поглинання робочої довжини хвилі 0,9 мкм. Розрахунок показує, що струмова монохроматична чутливість такого фотодіоду може бути підвищена до 0,55 А/Вт на відміну від задекларованої чутливості в [1] 0,5 А/Вт.

Література

1. Каталог товарів ТОВ "Західприлад". Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zapadpribor.com/ua/fd-309/>

КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОДИОД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ СВЕТОВЫХ ПОТОКОВ

Сорокатый Ю.О.

SILICON PHOTODIODE FOR MEASUREMENT OF MONOCHROMATIC LIGHT FLOWS

Sorokaty Yu.O.

Несжимаков П.І., д-р техн. наук, проф

¹ Національний науковий центр «Інститут метрології», вул. Мироносицька, 42, м. Харків, 61002, Україна, pavel.neyehzmaikov@metrology.kharkov.ua

Пітяков О.С., асп.

Аспірат Харківського національного університету міського господарства ім. О.М.Бекетова; директор ВСП Полтавський політехнічний фаховий коледж НТУ «ХПІ» вул. Пушкіна, 83А, м. Полтава, Україна, 36039, opitiakov@polytechnic.poltava.ua

Шпак С.В.

Державне підприємство «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації», вул. Генерала Духова, 16, м. Полтава, 36014, Україна, ndcvel.to@gmail.com

Кислиця С.Г., канд. техн. наук, доц., Кожушко Г.М. д-р. техн. наук, проф.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011, Україна, kozhuskोगm@gmail.com

ФОТОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ СИНЬОГО СВІТЛА ПРОЕКТОРІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗІ СВІТЛОДІОДАМИ

Загальні вимоги до класифікації та методів оцінювання фотобіологічної безпечності ламп та лампових систем встановлені в [1]. Для світлодіодних ламп та лампових систем, що використовуються для загального освітлення, пояснення та настанови щодо оцінювання синього світла надаються в [2]. Що стосується проєкторів, які класифікуються як лампові системи, то особливості оцінювання їх фотобіологічної безпечності встановлені в [3].

Проєктор, згідно з [3] – це оптична система, яка використовує відбиття і/або заломлення світла для збільшення сили світла в обмеженому тілесному куті. Світло, що випромінюється в обмеженому тілесному куті, зазвичай називають «променем». Промені проєкторів мають високу яскравість, що може спричинити при прямому спогляданні в об'єктив з малої відстані небезпеку для сітківки ока. Відстань, на якій нормуються значення енергетичної яскравості проєкторів та виконуються вимірювання становить 1 м.

Оцінка ризику небезпеки синього світла проєкторів базується на вимірюванні енергетичної яскравості зваженої L_B , зваженої за функцією небезпеки синього світла в ефективних полях зору, зазначених в стандарті [3]. Мінімальне значення 1,7 мрад встановлене для часу експозиції 0,25 с (межа між групами ризику RG2/RG3), 11 мрад – для часу 100 с (межа між групами ризику RG1/RG2), 110 мрад – для часу 10000 с (межа між групами ризику RG0/RG1). Час експозиції та граничні значення енергетичної яскравості, зваженої за функцією небезпеки синього світла, для різних груп ризику наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Граничні значення часу експозиції, енергетичної яскравості та енергетичної освітленості для різних груп ризику

Час експозиції, с	Максимальна енергетична яскравість L_B , Вт/м ² ср	Максимальна енергетична освітленість, E_B , Вт/м ²	Група ризику
$t \geq 10000$	100	0,01	RG0 (ризик відсутній)
$100 \leq t < 10000$	10^4	1,0	RG1 (незначний ризик)
$0.25 \leq t < 100$	$4 \cdot 10^6$	400	RG2 (середній ризик)
$t < 0.25$	$>4 \cdot 10^6$	>400	RG3 (значний ризик)

Параметри світлодіодних проєкторів вимірювали за допомогою комплексу випробувального обладнання для оцінювання ризиків фотобіологічної небезпеки світла OST 300.

Спектрорадіометрична система комплексу містить монохроматори, фотоелектричний детектор, систему вимірювання спектральної густини випромінювання та розмірів джерел світла, а також імітатор людського ока в полі зору

1,7 мрад, 11 мрад та 110 мрад. Світловий потік, що випромінює проектор, вимірювали за допомогою гоніофотометра GO 2000.

Було досліджено рівні фотобіологічної небезпеки проекторів зі світлодіодними джерелами світла (RGB світлодіод) малої потужності, призначені для використання в установах, навчальних закладах, побутових умовах, та ін. Світловий потік джерела світла становить близько 50 лм, спектр випромінювання наведено на рис. 1, корельована колірна температура біля 6500 К. Результати вимірювання світлотехнічних параметрів проектора за яким оцінюється небезпека синього світла наведено в таблиці 2.

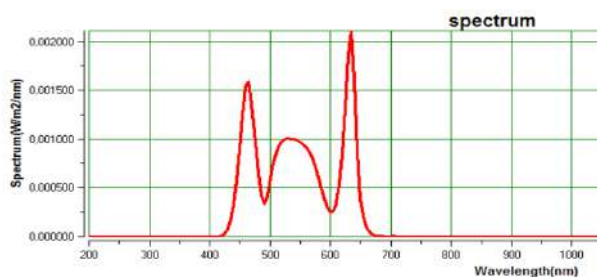


Рисунок 1 – Спектральний розподіл густини випромінювання джерела світла проектора

Таблиця 2 – Параметри проектора на різних відстанях від об'єктива

Відстань вимірювання, м	Енергет. яскравість L_B , Вт/м ² ·ср	Яскравість L_V , кд/м ²	Енергет. освітл. E_B , Вт/м ²	Освітленість E , лк	Макс. Час експозиції, с	Група ризику
1	$2,896 \cdot 10^3$	$3,633 \cdot 10^6$	0,158	198	345	RG1
0,5	$1,149 \cdot 10^4$	$1,427 \cdot 10^7$	0,607	753	87	RG2
0,2	$4,789 \cdot 10^4$	$5,826 \cdot 10^7$	3,424	4166	21	RG2

Із отриманих результатів видно, що на відстані 1 м (відстань для якої нормується рівень фотобіологічної безпечності синього світла) даний тип проекторів відноситься до групи RG1 (незначний ризик). Час максимальної експозиції для цієї групи ризику має не перевищувати 10000 с (близько 2,8 год). Для даного проектора він складає 345 с. При зменшенні відстані до 0,5 м і 0,2 м ризик підвищується до RG2.

Були проведені випробування 3-х проекторів. Всі вони відносяться до групи ризику RG1 (на відстані 1 м), а при зменшенні відстані до 0,5 – 0,6 м ризик зростає до RG2. В доповіді наведено результати вимірювань світлотехнічних параметрів проектора в економічному режимі. За результатами досліджень зроблено висновки та рекомендації.

Література

1. IEC 62471 (2006) Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems.
2. IEC/TR 62778:2014 Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires.
3. IEC 62471-5 (2014) Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems – Part 5 Image Projectors, 76/504/CDV.

ФОТОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИНЕГО СВЕТА ПРОЕКТОРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СВЕТОДИОДАМИ

П.И. Неержмаков, А.С. Питяков, С.В. Шпак, С.Г. Кислица, Г.М. Кожушко

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF BLUE LIGHT IMAGE PROJECTORS WITH LED

P. Neyezhnikov, O. Pitiakov, S. Shpak, S. Kyslytsia, G. Kozhushko

Ляшенко О. М., канд. техн. наук, доц., Діденко О.М., канд. техн. наук
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
Україна, 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
тел.: (+38 057) 707 32 42, e-mail: olena.parhomenko@kname.edu.ua

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОГО СВІТЛОКОЛІРНОГО СЕРЕДОВИЩА АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Верхнє природне освітлення, що раніше часто застосовувалося в історичних архітектурних об'єктах, забезпечувало високий рівень освітленості та інші кількісні і якісні характеристики світлового середовища, що обумовлювало комфортні умови освітлення. Нажаль, при реконструкції цих споруд в деяких випадках, керуючись міркуваннями безпеки і економії витрат, намагаються перекрити ці невід'ємні елементи освітлення світлонепроникними матеріалами.

Такі конструктивні зміни приміщень архітектурних об'єктів негативно впливають на їх світлоколірне середовище, в найбільшій мірі це відчувається при пересуванні по високим і широким сходам, які при повній відсутності природного освітлення для вирівнювання високої освітленості прилеглих транзитних територій (коридорів і рекреацій) потребують збільшення рівня освітленості порівняно з нормами для усунення зорового дискомфорту при різкій зміні умов освітлення. Додатково виникають проблеми розробки і монтажу не тільки системи освітлення, а й електромережі, внаслідок необхідності збереження історичного об'єкта і неможливістю прокладення нової електромережі, з одного боку, і відсутністю даних про попередню систему електропостачання.

Значне збільшення витрат на освітлення таких елементів будівлі після реконструкції обумовлено ще й додатковими втратами світлового потоку діючої освітлювальної установки внаслідок пропускання перекритої скляної стелі зверху, але не облицьованої матеріалами з високим коефіцієнтом відбиття для збільшення освітленості з внутрішнього боку.

Додаткові труднощі створення комфортного світлового простору в цих частинах будівлі, коли в них намагаються розмістити будь-яку експозицію, наприклад виставку картин, для яких нормуються вищі кількісні і якісні характеристики. Особливо важко забезпечити достатній рівень циліндричної освітленості і показники нерівномірності освітленості по вертикальним поверхням при одночасній незначній нерівномірності освітлення і усунення зорового дискомфорту для очей при пересуванні по сходам, а також зменшення тіней від елементів огорожі на самих виставкових об'єктах.

Можливим технічним рішенням є застосування значної кількості трекових світильників додатково з настінними, що дозволяють створити додатковий рівень освітленості в зонах з надто низькими значеннями. Однак для максимально точного прицілення трекових світильників необхідно виконати точне моделювання сходів і системи освітлення в відповідному програмному середовищі і підібрати максимально прийнятний світлорозподіл цих світлових приладів, наприклад в програмі DIALux. Це уможливить комфортні умови освітлення після монтажу і скоротить його час.

Слід відзначити, що кошторис цього проекту буде надто вищим порівняно з попереднім варіантом з верхнім природним освітленням зважаючи на високу складову освітленості цього виду освітлення порівняно зі штучним. В загальний обсяг капітальних витрат і значна сума на облицьовання стелі, без виконання якої досягти комфортного світло-колірного середовища досить важко, навіть при значно вищій споживаній потужності освітлювальної установки.

PROBLEMS OF PROVIDING A COMFORTABLE LIGHT-COLOR ENVIRONMENT OF ARCHITECTURAL OBJECTS DURING RECONSTRUCTION

Liashenko O.M., Didenko O.M.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОЙ СВЕТОЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Ляшенко Е.Н., Диденко Е.М.

СТУДЕНТСЬКА СЕКЦІЯ

УДК 628.98

Благун А.О.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: Andreybla659@gmail.com

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА ЛЮДИНУ

Здатність освітлення впливати на здоров'я та самопочуття людини – науково доведений факт. Численні дослідження, проведені фахівцями, виявили прямий зв'язок між впливом світла й процесами, що відбуваються в людському організмі. В чому саме полягає біологічна дія світла? Яке освітлення сприяє якісному відпочинку та підтримці працездатності? Пропонуємо розібратися разом.

Відповідно до медичних даних, регуляція добових змін інтенсивності обміну речовин в організмі здійснюється ендокринною системою за допомогою виділення певних гормонів, вироблення яких безпосередньо пов'язане зі сприйняттям світла.

Останні дослідження вчених показали, що світло з довжиною хвилі з синьої частини видимого спектру, дає організму сигнал, що настав ранок, а отже – необхідно активувати вироблення кортизолу, скоротивши синтез мелатоніну. Тобто, світло нейтрального чи близького до холодного відтінків (від 3500 К і вище), сигналізує нашому мозку про те, що тілу пора переходити в «режим неспанья» й налаштуватися на активність.

Якісне освітлення оселі – це не розкіш, а необхідна умова повноцінного життя. Установка ефективних джерел світла, що мають хороший рівень передачі кольору, захищені від мерехтіння та пульсацій – перший крок до створення правильного освітлення.

Дотримання правильного режиму сну й неспанья дозволяє не лише підтримувати тонус і активно діяти протягом дня, але й уповільнює процеси старіння, сприяє зміцненню імунітету, перешкоджає розвитку неврологічних, серцево-судинних та інших захворювань.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Благун А.О.

THE EFFECT OF ARTIFICIAL LIGHTING ON HUMANS

Blahun A.

УДК 628.97

Мовчан В.Ю.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: valeriadrayzer666@gmail.com

СИСТЕМИ БАГАТОРІВНЕВОГО ОСВІТЛЕННЯ

Ще недавно нормою в освітленні інтер'єру була наявність в кімнаті всього 1-2-х світильників. У всіх сучасних проектах з журналів по дизайну освітлення житлових приміщень збудовано відразу по декількох рівнях. Скрізь присутнє верхнє світло, світло від настінних світильників, світло на рівні підлоги, додаткові рівні з підсвічуванням різних картин і елеме-

нтів інтер'єру, тобто існує явна тенденція у освітленні сучасних інтер'єрів використовувати багаторівневе розташування джерел світла. Це дозволяє зберегти при освітленні тривимірний простір кімнати, візуально підкреслити глибину і затишок. За допомогою багаторівневого освітлення кімната стає більш функціональною. Таке освітлення дозволяє легко перетворювати простір і отримувати різні ефекти при включенні і відключенні окремих джерел світла.

Дуже поширеним стало робити в приміщеннях приховане освітлення, тобто коли світло є, а джерело світла не видно. Зазвичай приховане освітлення розміщують зверху шаф, уздовж полиць, на різнорівневій стелі спеціальної конструкції. Для отримання прихованого освітлення найчастіше використовуються джерела світла лінійної форми. За допомогою прихованого освітлення інтер'єр приміщення стає більш живим і привабливим. Найчастіше таким чином організують не основне, а додатковою фонове освітлення в кімнаті. Приховане джерело світла м'яко освітлює кімнату, завдяки чому в ній стає тепло і затишно.

Зміна ступеня яскравості джерел світла. Однією з наймодніших тенденцій в домашньому освітленні є повсюдне використання димерів - електротехнічних пристроїв для зміни яскравості джерел світла. Якщо в приміщенні є кілька джерел світла на різних рівнях, то використовуючи димери можна дуже легко змінювати світлову середу в приміщенні. Так, приглушивши верхнє світло, але залишивши світильники для підсвічування картин, можна зробити предмети мистецтва точкою фокусу, а керуючи яскравістю торшера і світильників на рівні підлоги можна домогтися незвичайного затишку і краси. Управління димерами можна програмувати і автоматизувати. Фактично, активне використання димерів в приміщенні з запрограмованими світловими сценами - це один з перших кроків до організації розумного будинку. Крім всіх світлотехнічних ефектів і зручності управління джерелами світла у димерів ще кілька переваг - вони дозволяють збільшувати термін служби ламп і економлять електроенергію.

Використання світлодіодних джерел світла. Світлодіодна технологія стає все більш популярною в світі освітлення, світлодіодні світильники стали головними дійовими особами в каталогах абсолютної більшості виробників світлотехнічної продукції, присутні на більшості виставок і все частіше в наших будинках. Світлодіодні лампи споживають дуже мало електроенергії і мають практично нескінченний термін служби.

Виробники виявили, що споживачі вимагають теплі тони світла, просто через схожість з існуючими традиційними джерелами світла. З цієї причини, ця тенденція веде до збільшення світлодіодів з колірною температурою на рівні або нижче 2700 К і мають більш однорідний спектр. В даний час доступні світлодіодні лампи для заміни ламп розжарювання до 100 Вт. Наступним кроком буде зниження вартості виробництва світлодіодних ламп, що дозволить ще активніше використовувати світлодіодні лампи в домашньому освітленні.

СИСТЕМИ БАГАТОРІВНЕВОГО ОСВІТЛЕННЯ

Мовчан В.Ю.

MULTI-LEVEL LIGHTING SYSTEMS

Movchan.V.

Ляшенко К.Д.

Науковий керівник – Діденко О. М., канд. техн. наук

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

ІЛЮМІНАЦІЯ ХРАМУ ТЕМП'ЄТТО

Сучасний образ міста важко собі уявити без ілюмінації. Архітектурне підсвічування будівель вражає своїми барвами та масштабами. Для реалізації ілюмінації великий інтерес представляють старі будівлі, яким притаманні різні архітектурні елементи.

В своїй роботі, я провела розробку ілюмінації пам'ятки архітектури – храм Темп'єтто. Під час проектування ілюмінації об'єкта необхідно проаналізувати:

1. Основна характеристика об'єкта (розташування, приналежність до інших будівель та точки огляду, розміри та архітектурні особливості).
2. Концепція ілюмінації.
3. Умови візуального сприйняття об'єкта (розрахунок рекомендованих рівнів яскравості освітлення на момент пуску об'єкта в експлуатацію, колір освітлення).
4. Вибір та розташування освітлювального обладнання.
5. Графічне представлення розташування освітлювального обладнання на фасаді будівлі.
6. Візуалізація спроектованої ілюмінації.

Отже храм Темп'єтто – це маленька каплиця-ротонда в центрі одного з дворів монастиря францисканців, що прилягає до церкви Сан П'єтро ін Монторіо в Римі на пагорбі Янікул. Храм Темп'єтто є витвіром Ренесансу. Храм Темп'єтто розташований в центрі одного з дворів монастиря що прилягає до церкви Сан П'єтро ін Монторіота має 3 точки обзору (головний вхід у двір монастиря, задній фасад храму та з правого боку).

Що стосується розмірів та архітектурних особливостей, то каплиця здійснюється на невисокому круглому подіумі. Висота каплиці становить 11 метрів. Основою конструктивною частиною Темп'єтто є витягнутий циліндр, оточений 16 колонами і увінчаний витонченим куполом. Діаметр внутрішнього приміщення каплиці становить всього 4,5 м. Каплиця виконана в античному стилі. Кольори фасаду світло-жовтий, сірий.

Стосовно концепції освітлення, хотілось би створити відчуття затишку та спокою, тому для реалізації підсвічування необхідно зробити акцент на складність форми будівлі та підкреслити колони, входи та шпилі. В цьому випадку можна використати принцип точкового освітлення, оскільки ми зможемо підкреслити його форму за рахунок тіней. Так як будівля повністю симетрична, то освітлення у всіх точках однакове. Вважаю доцільним застосувати наступні принципи ілюмінації: цілісності образу, приховування освітлювального обладнання, посилення округлості, посилення глибини і висоти об'єкта.

До умови візуального сприйняття об'єкта можна віднести розрахунок яскравості. Для якісного та правильного виконання ілюмінації об'єктів необхідно використовувати спеціально розроблені рекомендації щодо рівня освітлення та його рівномірності. При ілюмінації об'єкта рекомендується застосовувати три альтернативні рівні освітлення, виражені в показниках середньої яскравості: $L \geq 4 \text{кд/м}^2$, $L \geq 6 \text{кд/м}^2$, $L \geq 12 \text{кд/м}^2$. Ці величини підібрані так, щоб ілюмінований об'єкт своєю яскравістю виділявся на тлі оточення. Ілюмінований об'єкт повинен добре вписуватися в оточенні. Вибір однієї з трьох зазначених величин середньої яскравості диктується рівнем освітленості середовища навколо об'єкта ілюмінації. Застосовують три визначення рівнів освітленості оточення: низький, середній, високий.

Розрахунок початкової освітленості виконується за рівнянням:

$$E \geq k_1 k_2 \pi \frac{L}{\rho}$$

де: k_1 – корегуючий коефіцієнт, враховує тип джерела світла;
 k_2 – корегуючий коефіцієнт, враховує забрудненість фасаду;
 L – яскравість об'єкта ілюмінації;
 ρ – коефіцієнт відбиття матеріалу фасаду.

У моєму випадку освітленість навколишнього середовища становить 50лк, матеріал фасаду світло-жовта цегла та дуже брудна $k_2 = 8$, а джерела світла – світлодіоди $k_1 = 1$. Визначена яскравість об'єкта ілюмінації дорівнює $0,69 \text{ кд/м}^2$.

Оскільки фасад має теплий відтінок, для його ілюмінації необхідно також використовувати теплі відтінки світла. Я пропоную використати світильники з кольоровою температурою 3000К, він чудово гармонує із фасадом і підкреслить його архітектурні особливості та благородний вік.

Для підсвітки даного об'єкта необхідно використовувати світильники направлені та розсіяні і обов'язково з великою дальністю, оскільки будівля висока.

У освітлюванні об'єкта використовувалися світильники:

- • для освітлювання нижніх колон – IGuzzini Led Trick BU21
- • для освітлювання фасаду та куполу – IGuzzini Led Palco InOut EI06

Отже, створення сучасного нічного міста вимагає кропіткої роботи по представленню різних будівель в одному гармонічному поєднанні, які повинні нести одну концепція та певний емоційний настій спостерігачу.

При проектуванні ілюмінації храму Темп'єтто була визначита концепція та принципи ілюмінації за допомогою яких була підкреслена його унікальність, визначена яскравість фасаду на момент пуску ілюмінації $L=0,69 \text{ кд/м}^2$, з урахуванням освітленості оточуючого середовища (сусідніх будівель).

ИЛЛЮМИНАЦИЯ ХРАМА ТЕМПЬЕТТО

Ляшенко К.Д.

ILLUMINATION OF THE TEMPETTO TEMPLE

Liashenko K.

УДК 628.979

Кіндінова А.К.

Науковий керівник – Ляшенко О. М., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова
 вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА СВІТЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Однією з найпоширеніших проблем зовнішнього освітлення міст є світлове забруднення. Найчастіше на цю проблему звертають увагу у рамках екологічних проблем, але все частіше зараз підіймають проблеми економічності систем освітлення.

Основними виробниками світлового забруднення є великі міста і промислові комплекси. Світлове забруднення створюється вуличним освітленням, рекламними щитами або прожекторами. Тому жовтий ореол нічного міста вже не є тим еталоном, до чого необхідно прагнути і у сучасних країнах, все частіше намагаються прийти до зменшення штучного освітлення на вулицях.

За даними атласу рівня світового штучного нічного освітлення Cinzano, світлові ореоли в Європі збільшуються на 5% в рік і не дозволяють жителям мегаполісів бачити 90% зірок.

Окрім цього, світлове забруднення – це невинуватена витрата грошей і енергії. Щороку мільярди доларів витрачаються на освітлення, яке не потрібно. Наприклад, у США приблизно \$ 1,7 мільярда йдуть буквально «в небо» через світильники, які спроектовані неналежним чином. Даремно використане освітлення в США виражається в викидах в атмосферу 38 мільйонів тонн двоокису вуглецю щороку; світильники, що світять на всі боки, є причиною 1,2 мільйона тонн викинуто двоокису вуглецю. Просте зменшення кількості не потрібних світильників або їх ліквідація збереже гроші і енергію. Витрати на даний захід будуть мінімальними. Зайве засвічення вночі не покращує видимість і не забезпечує необхідний рівень безпеки. Тож боротьба за темне небо є джерелом суттєвої економії електричної енергії.

Основними напрямками вирішення цієї проблеми є:

- Для вуличного освітлення використовувати мінімальні рівні, рекомендовані стандартом UNI 10439
 - Виключити використання світильників з ККД в верхню напівкулю, що перевищує 3%
 - Використовувати прожектори тільки в разі потреби і, в будь-якому випадку, з кутом нахилу не менше 60 °
 - Використовувати автоматичні системи, здатні знизити світловий потік на 50%
- Такі прості кроки зможуть забезпечити водночас енергетичну ефективність, економічність, безпеку, візуальний комфорт та естетику, тип самим покращивши життя населення.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Киндинова А.К.

ECONOMIC COMPONENT OF LIGHT POLLUTION

Kindinova A.K.

УДК 628.974.8

Гопич А.Ю.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: nastyagopich01@gmail.com

АРХИТЕКТУРНЕ І ХУДОЖНЄ ОСВІТЛЕННЯ

Архітектура, як вид мистецтва, справляє великий психологічний і емоційний вплив на людину. Цей вплив здійснюється через зорові враження, які можуть бути значно розширені за рахунок штучного освітлення архітектурних об'єктів у темний час доби.

Необхідність нових критеріїв підкреслюється наявною недооцінкою ролі архітектора як своєрідного «диригента» світлового середовища. Зближення завдань архітекторів і світлотехніків стає очевидним.

Світловий дизайн перестає бути допоміжною, оформлювальною сферою діяльності в архітектурі. Завдяки прогресу в техніці освітлення електричне світло стає архітектурним матеріалом у місті, що дозволяє створювати нові естетичні цінності.

Важливим напрямком формування цілісного вечірнього світлового середовища міста є виявлення, а також формування й детальне експонування художніх домінант, до яких, перш

за все, відносяться церкви, собори, фонтани, пам'ятники, монументи, мости тощо. Підсвічування, світлокольоровий режим цих унікальних споруд із високоякісним благоустроєм змінює якість міського середовища, надаючи йому унікальний характер, хоча такий підхід не дає цілісного уявлення, а створює окремі образи. Тому при розробці планів архітектурного освітлення необхідно використовувати концепцію комплексного рішення даної задачі, тобто розробляти й виконувати проекти архітектурного освітлення цілого кварталу, району, враховуючи наявні історичні особливості.

Функції зовнішнього освітлення не обмежуються утилітарними задачами: воно повинно бути також екологічним й естетично повноцінним, сприяти формуванню в місті зорового комфорту та візуально-художньої специфіки. Це художнє явище, а тому потребує створення нових принципів системного рішення світла, заснованих на вираженні індивідуальності кожного району, єдиному сприйнятті вечірньої світлової архітектури міста.

Сьогодні архітектурне освітлення будівель і споруд використовується повсюди. І це закономірно. Адже з його допомогою вдається перетворити всі, без винятку, об'єкти архітектури зі звичайних і сумних будівель в оригінальні і сучасні споруди, від яких складно відвести погляд, в які хочеться повертатися знову і знову.

Головна задача проектування архітектурного освітлення – забезпечення комплексного вирішення світлокомпозиційних задач на основі системного підходу шляхом пропорціонування світла за кількістю та якістю в міському просторі, гармонізація параметрів випромінювання усіх освітлювальних установок, що приймають участь у формуванні конкретного світлового простору і світлового образу об'єктів, а саме, установок функціонального, архітектурного і світлоінформаційного освітлення. Таким чином, якісне освітлення – це не лише ефективність, нешкідливість для навколишнього середовища, але й забезпечення світлового комфорту, настрою і безпеки. Зробити наші відчуття більш яскравими, приємними та корисними і є завданням освітлення в цілому і, зокрема, архітектурного освітлення.

АРХИТЕКТУРНОЕ И ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Гопич А.Ю.

ARCHITECTURAL AND ARTISTIC LIGHTING

Horich A.

УДК 628.9

Іващенко О.І.

Науковий керівник – Ляшенко О.М., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЗУАЛЬНОГО КОМФОРТУ ПРИ СПРИЙНЯТТІ АРХІТЕКТУРНОГО ОСВІТЛЕННЯ ФАСАДІВ БУДІВЕЛЬ

Архітектурне освітлення фасадів будівель широко застосовується завдяки великому асортименту світлодіодних джерел світла і світлових приладів з різним світлорозподілом на їх основі, які дозволяють створювати різні світлові сценарії освітлення завдяки зручності керування і енергоефективності. Якісно виконані проекти декоративно-художньої підсвітки фасадів будівель підкреслюють унікальність та історичне або соціальне значення цієї споруди.

При розробці фасадного освітлення необхідно враховувати наступні аспекти:
стиль і архітектурні особливості фасаду будівлі;
функціональне призначення будівлі;

географічне розташування будівлі і особливості оточуючого ландшафту;
врахування рівня освітленості прилеглої до будівлі території;
спосіб установки світлових приладів, що не псує зовнішній вигляд будівлі в денний час доби, не призводить до руйнування будівлі і має відповідну конструкцію для надійної і безпечної експлуатації при будь-яких погодних умовах.

Характерними особливостями освітлення фасадів, що виконані без урахування світлорозподілу застосованих приладів і високої яскравості світлодіодів є:

- фасадне підсвічення може негативно впливати на якість освітлення проїзної частини і пішохідної зони внаслідок створення в полі зору перехожих і водіїв надмірної яскравості, що призводить до швидкої стомлюваності зору і зниженню швидкості реакції;

- створення надмірно високої яскравості забезпечується високою потужністю і надмірними витратами споживаної електроенергії застосованого світлового обладнання, що знижує енергоефективність установки в цілому, незважаючи на використання сучасних джерел світла;

- неврахування світломоделюючого ефекту від застосованих світлових приладів призводить до погіршення зовнішнього сприйняття будівлі внаслідок висвітлення недоліків облицювання і небажаної візуальної зміни форми рельєфних елементів.

Ще одним важливим критерієм якості фасадного освітлення є візуальний комфорт сприйняття будівлі в оточуючому середовищі, що дозволяє її спостереження як єдиного елемента міської інфраструктури на тлі інших прилеглих об'єктів. Для досягнення цього необхідно забезпечити відповідну яскравість фасаду, що не викликає перенапруження зору спостерігачів при можливості чітко розрізнити цю будівлю і окремі її елементи.

На основі аналізу особливостей зорового процесу в вечірній час доби і характеристик світлового обладнання можна виділити такі засоби, що уможливають візуальний комфорт спостерігача освітленої будівлі:

відсутність спрямованих в напрямку зору світлових приладів;

цілісність світлового образу будівлі;

достатній яскравісний і колірний контраст освітлених поверхонь фасаду; врахування світломоделюючих властивостей застосованого світлового обладнання при виборі його світлорозподілу і розміщенні;

відсутність надмірно високої засвіткиточуючого середовища, особливо в верхню частину простору;

оптимальна кількість світлових приладів для створення якісного світлового вигляду будівлі.

Врахування наведених вище заходів уможливить створення енергоефективного і екологічного фасадного освітлення, що є важливою складовою туристичної привабливості сучасних міст завдяки створенню унікального і комфортного для сприйняття об'єкта міської інфраструктури.

МЕРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИЗУАЛЬНЫЙ КОМФОРТ ПРИ ВОСПРИЯТИИ АРХИТЕКТУРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Иващенко О.

WAYS FOR VISUAL COMFORT IN THE PERCEPTION OF ARCHITECTURAL LIGHTING FOR BUILDING FACADES

Ivashchenko O.

Колесова Д.П.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: dianka0499@gmail.com

СПЕЦІАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА В МЕДИЦИНІ

Турбота про пацієнтів - призначення лікарні.

І один із проявів цієї турботи - комфортний світ. Однак при організації освітлення в медустанові слід пам'ятати також про лікарів: в кабінеті, операційному блоці або в лабораторії підсвічування не менш важливе, ніж медичні інструменти.

Існують декілька видів джерел світла призначених в медицині, такі як бактерицидні, галогенні, лампи для дефектоскопії, лампи для лікування жовтухи у новонароджених, лампи для операційних світильників, мікроскопів та офтальмологічних пристроїв, лампи для світильників робочого поля, лампи для фотополімеризації, радіолампа електровакуумна тетрод ГУ-72, фізіотерапевтична лампа, лампа для лікування псоріазу. В даний період часу потрібність деяких ламп дуже актуальна, в зв'язку з вірусом COVID-19. Наприклад такі лампи як кварцові.

Кварцова лампа - це джерело ультрафіолетових променів з довжиною хвилі від 205 до 315 нм. Тривала дія променів руйнує клітинну структуру бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів, розриваючи зв'язку в ДНК, що призводить до їх загибелі. Причому кварцування вбиває не тільки віруси, але і взагалі будь-які живі мікроорганізми: цвіль, бактерії, грибок. Саме тому його так часто застосовують в приміщеннях медичних установ. Ніяких витратних матеріалів не потрібно - хіба що лампи потрібно періодично міняти.

В принципі кварцування застосовується не тільки для приміщень, але і для обробки ран, боротьби із захворюваннями шкіри. Є апарати, розраховані навіть на внутрішньопорожнинне застосування - його використовують при ГРВІ, ГРЗ. Один з таких приладів називається «Сонечко». Якщо задаватися питанням чи допоможе кварцова лампа в боротьбі з коронавірусом то звичайно, якби лампа могла позбавити весь організм від вірусів, нам жилося б набагато простіше. Але ні - вона лише обробляє окремі області. Томувилікувати від коронавірусу ніяке кварцування не в силах. Інша справа - знезараження приміщення. Лікарі стверджують, що той самий COVID-2019 може жити на поверхні поза організмом до 10 годин. Ось тут кварцування буде дуже до речі. Лампа стане в нагоді і для обробки предметів одягу. Правда, опромінення іноді викликає вицвітання тканин.

Звісно не потрібно забувати про інші види ламп так як велика кількість з них здатних до лікування або профілактики захворювання організму.

СПЕЦІАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА В МЕДИЦИНІ

Колесова Д.П.

SPECIAL SOURCES OF LIGHT IN MEDICINE

Kolesova D.

Лутчин М.С.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: mykolalutchyn90@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ

Логістичний центр - це спеціальне підприємство, основними функціями якого є обробка та зберігання продукції. Вагому роль у його роботі відіграє освітлення, основними функціями якого є:

- економічність, адже логістичні центри, які працюють 24/7 витрачають більше 40 відсотків електроенергії на підтримання належного рівня світлового середовища;
- відповідність нормам ДБН В.2.5-28:2018, оскільки у приміщеннях працюють люди, а коректно реалізоване освітлення забезпечує хороший фізичний та нервово-психологічний стан працівників, а також зменшує рівень травматизму.

За допомогою сучасних технологій змоделювати освітлення можна завдяки різним програмам. Одною з таких програм є Dialux. Вона дозволяє розробити модель, наприклад палетного складу, найбільш поширеного приміщення у логістичних центрах, розмістити у ньому освітлювальні установки так, щоб вони забезпечували відповідний до норм рівень освітлення та його рівномірність. Адже розмістивши найкращі світильники не правильно, можна не отримати потрібного рівня освітленості. Якщо світлові прилади розміщені занадто близько один до одного, з'являтимуться «гарячі точки» або ж «бліки». Світло одного світильника накладатиметься на світло іншого. Якщо ж навпаки, світильники надто далеко один від одного, виникне «Drop-off» або ж «темна точка».

Також програма надає можливість виміряти рівень дискомфорту UGR, який є не менш важливим у складах, висота яких становить понад 8м. Оскільки оператор погрузника при завантаженні вантажу на таку висоту змінює положення для кращого контролю завантаження на полку стелажу і в цьому випадку у його поле зору потрапляє джерело світла. Тому важливим є забезпечення належного рівня UGR, адже це забезпечить комфортну роботу працівника без ризиків для його здоров'я.

Ще одним не менш важливим фактором на який слід звертати увагу при моделюванні є колірна температура. Вона відіграє важливу роль у видимості на складі. А видимість – це насамперед безпека праці, рівень продуктивності та самопочуття працівників. Джерела світла колірною температурою від 4000 до 5000К – найкраще підходять для освітлення складу. Цей діапазон випромінює нейтральне (природне) біле світло, яке сприймається людським оком, як сонячне. Дослідження довели, що саме ця колірна температура зменшує навантаження на зір, створює приємний зоровий простір на складі і зменшує різницю між освітленням на вулиці і у приміщенні, якщо доводиться працювати у павільйоні і за його межами.

Галузь освітлення розвивається з кожним днем. Тому важливим є і його удосконалення на об'єктах, зокрема і у логістичних центрах. Основною задачею якого є покращення характеристик уже наявного освітлення або ж використання нових досконаліших технологій освітлення в порівнянні з уже давно використовуваними та застарілими рішеннями. Це надає можливість додаткової економії на електроенергії, адже нові світильники на базі світлодіода споживають менше енергії, а видають більше світла, що призводить до оптимізації кількості світильників у меншу сторону, а це ще додаткове зменшення фінансових витрати при закупівлі обладнання.

Головна задача проектування освітлення логістичних центрів полягає у забезпеченні вище вказаних функцій освітлення, правильного моделювання та вдосконалення. Виконавши всі ці пункти можна отримати правильне світлове середовище з оптимальними затратами електроенергії, що є вигідним для орендаря чи власника логістичного центру, а також коректними світловими параметрами, що забезпечить хороші умови праці для працівників підприємства.

MODELING AND IMPROVEMENT THE LIGHTING ENVIRONMENT OF THE LOGISTICS CENTER

Lutchyn M.S.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Лутчин Н.С.

УДК 628.97

Третьяков О.Ю.

Науковий керівник: Суворова К.І., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: alekster41@gmail.com

ПРОБЛЕМИ СВІТЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Однією з актуальних проблем сучасності є питання світлового забруднення, вперше озвучене астрономами, вченими-біологами, що спостерігали за популяціями кажанів, поведінкою перелітних птахів, фахівцями, що досліджували зміни екобалансу територій поблизу великих міст і астрофізиків.

Сьогодні поняття світлового забруднення являє собою більш глобальне сприймання даного екологічного аспекту, що включає в себе питання негативного впливу систем освітлення не тільки на навколишнє середовище, але і на здоров'я та безпеку самої людини.

За даними останніх досліджень, світлове забруднення являє собою порушення природної освітленості місцевості в результаті дії штучних джерел світла, яке може привести до аномалій в житті рослин і тварин. Основними продуцентами світлового забруднення є великі міста та промислові комплекси, вуличне та рекламне освітлення і прожекторні системи. На думку фахівців, світлове забруднення останнім часом у ряді європейських країн, таких як Франція, Великобританія, Німеччина, є дуже значимим. Вперше на це явище звернули увагу місцеві обсерваторії (наприклад, Медонська обсерваторія), що дослідили викривлення карт нічного неба за рахунок паразитного засвічення аж до 90%. Подібне сяйво, або засвітка, спостерігається поблизу всіх великих міст. За даними атласу рівня світового штучного нічного освітлення Cinzano, світлові ореоли в Європі збільшуються на 5% на рік. Але якщо дана проблема сьогодні досліджується астрофізиками і астрономами, то питання впливу світового шуму на здоров'я людини являє собою більш глобальну і масштабну загрозу, вивчення якої вимагає системного підходу і залучення фахівців таких напрямків як медицина, ергономіка, світлотехніка, електротехніка та енергетика, екологія та юриспруденція.

Світлове забруднення не просто астрономічна чи екологічна проблема, а й гостре питання енергоефективності. Наприклад, наприкінці 1990-х років кількість світіння неба була еквівалентна 15 млн. кВтгод енергії по Саппоро, Японія; 23 млн. кВтгод на Лондон, Великобританія і 38 мільйонів кВтгод на Париж, Франція. У Хельсінки, Фінляндія, кількість використуваного світла для громадського зовнішнього освітлення становить 170 млн. кВтгод .

Витік корисної світлової енергії за рахунок засвітлення верхньої півсфери простору становить за даними економічні втрати на мільярди євро щорічно. Втрати енергії також виявляються і як викиди CO₂, і за даними досліджень компанії Philips, одна лише заміна застарілих конструкцій світлових приладів і джерел світла може зменшити викиди CO₂ на 3,5 млн. тонн щорічно.

ПРОБЛЕМЫ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Третьяков О.Ю.

PROBLEMS OF LIGHT POLLUTION

Tretiakov O.

Наукове видання

Матеріали

VIII Міжнародної науково-технічної онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СВІЛОТЕХНІКИ»

13-14 травня 2021р.

Конференція включена до переліку наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі МОН України на 2021 рік, п.189

Відповідальний за випуск: проф. П. І. Неєжмаков
Технічний редактор: О. М. Діденко

Матеріали друкуються в авторській редакції мовою оригіналу

Підп. до друку 14.05.21р.
Друк на ризографі

Формат 60x84 1/16
Ум. друк. арк. 3,4

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажана, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.

