

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу **Ляшенко Олени Миколаївни**

«Вдосконалення методів розрахунку і засобів вимірювань світлових величин»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.09.07 – Світлотехніка та джерела світла

Актуальність теми дисертаційної роботи. Для сучасного стану вітчизняного ринку освітлювального обладнання характерно переважне застосування світлодіодних і лазерних джерел видимої частини оптичного випромінення, параметри яких представлені в широкому діапазоні. Наявні методи визначення і засоби вимірювань основних світлових характеристик цих джерел з вузько спрямованим просторовим розподілом випромінення в процесі їхнього виробництва або експлуатації дозволяють отримати результати з високою точністю за рахунок значної тривалості і складності контролю.

Враховуючи зазначене вище, розробка методів і засобів вимірювань, що забезпечують спрощення зменшення вартості та часу проведення масового контролю фотометричних характеристик джерел випромінення з вузьким кутовим просторовим розподілом сили світла при їх виробництві або експлуатації є актуальним.

Важливим є і швидке впровадження нових джерел випромінення під час розробки або реконструкції світлотехнічних систем, що можливо при застосуванні сучасного програмного забезпечення, в яке можливо інтегрувати світлові характеристики, отримані при вимірюваннях. Для забезпечення регламентованої чинними стандартами точності результатів моделювання світлотехнічних установок необхідно встановити, яким чином проводити коригування значень, визначених комп'ютерною програмою, що також є актуальним завданням і потребує обґрунтованого вирішення.

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі світлотехніки і джерел світла Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова в межах державних бюджетних тем Міністерства освіти і науки України «Дослідження перспективних освітлювальних установок та методів їх діагностики» (ДР 0111U010509 2015 р.) і «Дослідження енергоефективних освітлювальних систем» (ДР 0116U003677 2016 – 2018 рр.). Практична важливість виконаного комплексу науково-дослідних робіт підтверджується відповідними актами впровадження, які наведено у додатках дисертації.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна. Наукові положення, висновки та рекомендації роботи достатньо обґрунтовані оскільки базуються на сучасних методах досліджень, зокрема – методів математичної фізики, математичного та комп'ютерного моделювання, теорії диференціальних рівнянь та інтегрального обчислення, точних методів прямих і опосередкованих вимірювань, експериментальні методи досліджень складників похибок і сучасні методи оброблення результатів вимірювань.

Висновки, що сформульовані в дисертаційній роботі, містять наукові положення щодо підвищення точності результатів вимірювання характеристик джерел випромінення з вузьким просторовим розподілом сили світла, що досягається шляхом створення методів і засобів вимірювань фотометричних характеристик.

Наукова новизна наукових положень, висновків та рекомендацій. На основі аналізу результатів дисертаційних досліджень Ляшенко Олени Миколаївни доцільно відзначити наступні результати, що мають наукову новизну:

1. Вперше запропоновано та реалізовано метод вимірювання характеристик джерел світла з вузьким кутовим розподілом, який полягає у застосуванні приймачів, розташованих в площині, перпендикулярній до головного напрямку поширення випромінення джерела, що забезпечило

можливість проведення вимірювань просторового кутового розподілу випромінення без застосування пристроїв обертання.

2. Уперше запропоновано метод автоматизованого визначення характеристик лазерного випромінення внаслідок застосування додаткового каналу з компенсаційним світлофільтром для забезпечення однозначності різниці показів для кожного значення довжини хвилі лазерного випромінення.

3. Удосконалено метод розрахування світлових величин унаслідок підвищення точності результатів комп'ютерного моделювання світлотехнічних установок.

Практична значимість одержаних автором результатів підтверджується зв'язком дисертаційних досліджень з пріоритетними державними напрямками наукових досліджень ХНУМГ ім. О.М. Бекетова та використанням результатів дисертації при виконанні науково-дослідних робіт, а саме: державних бюджетних тем МОН України «Дослідження перспективних освітлювальних установок та методів їх діагностики» (ДР 0111U010509 2015 р.) та «Дослідження енергоефективних освітлювальних систем» (ДР 0116U003677 2016 – 2018 рр.), впровадженням в науково-дослідних лабораторіях «Центр випробувань і діагностики напівпровідникових джерел світла та освітлювальних систем на їх основі» Інституту фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України і фотометрії та радіометрії ННЦ «Інститут метрології», ДП «Харківстандартметрологія», а також в навчальний процес на кафедрі світлотехніки і джерел світла ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Повнота викладу отриманих результатів у наукових виданнях. Основні результати і наукові положення, висновки та рекомендації, що наведені в дисертації, повністю висвітлені в 23 опублікованих працях, в тому числі в дев'яти статтях у наукових фахових виданнях із переліку МОН України, із яких одна стаття індексується SCOPUS, одна стаття – Web of Science і 5 – Index Copernicus.

Окремі теоретичні та практичні положення дисертаційної роботи апробовано на дев'яти міжнародних науково-технічних конференціях.

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (121 джерело) та трьох додатків. Обсяг основного тексту дисертації становить 143 сторінки при загальному обсязі 198 сторінок.

У *вступі* наведено обґрунтування актуальності теми дисертації, сформульовані мета і завдання досліджень, викладені наукова новизна та практична значимість отриманих результатів, наведені дані про особистий внесок, публікації та апробацію наукових розробок.

У *першому розділі* проведено порівняльний аналіз наявних методів розрахунку і засобів вимірювань світлових характеристик джерел з вузькою кутовою діаграмою просторового розподілу (світлодіодів і лазерів), а також алгоритмів роботи сучасних комп'ютерних програм для моделювання і визначення параметрів світлового середовища. Сформульовані шляхи виконання основних завдань дисертаційної роботи для досягнення мети підвищення точності розрахункових методів і створення засобів вимірювань, що уможливають проведення швидкого, простого і недорогого контролю параметрів світлодіодів і лазерів при дотриманні регламентованої нормативним документами точності.

В *другому розділі* запропоновано метод вимірювання характеристик джерел світла з вузькою кутовою діаграмою просторового світлорозподілу, що ґрунтується на застосуванні приймачів, розташованих у площині, перпендикулярній головному напрямку поширення випромінення джерела. Для реалізації цього методу було розроблено фотометр на базі волоконнооптичного фокону і фотоприймальної матриці з коригуючим світлофільтром. Експериментально визначені відхилення спектральних характеристик чутливості матричних приймачів від стандартної кривої відносної спектральної світлової ефективності монохроматичного випромінення для фотопічного зору відповідно до ISO/CIE 19476:2014.

Розроблено фотометр на основі фонону та фотоприймальної матриці з встановленим перед нею світлофільтром, для забезпечення похибки фотометру менше 5 % було розраховано та застосовано комбінований коригуючий оптичний фільтр з трьох світлофільтрів ЗС 8, СЗС 24, ЖЗС 18. Запропонований метод автоматизованого визначення світлорозподілу та фотометр з волоконнооптичним фоконом дозволяє виконувати дослідження та контроль фотометричних характеристик випромінювачів (джерел світла і світильників), з урахуванням сучасного рівня метрологічного забезпечення у світлотехнічній галузі, що підтверджено патентами України на корисну модель

Третій розділ описує розроблення методу та засобу автоматизованого визначення характеристик лазерного випромінення для його реалізації. Для визначення напрямку і кутових координат лазерного випромінення в контрольних точках світлового середовища обґрунтовано застосування сферичних пристроїв для прямого лазерного випромінення і конусних – для розсіяного і дифузно відбитого випромінення. Розроблено та досліджено конструкцію пристрою, в якому завдяки використанню об'ємного матованого екрану і фотоприймальної матриці забезпечується можливість одночасного виявлення лазерного випромінення, що надходить з різних напрямків в місце проведення дозиметричних вимірювань.

Запропоновані конструкції дозиметра і пристрою визначення кутових координат лазерного випромінення підтверджено патентами України на корисні моделі.

У *четвертому розділі* показано, максимальне значення сумарної відносної похибки моделювання з урахуванням параметрів, що залежать від способу розрахування, може бути прийнято рівним 0,1. Виявлено причини відмінностей результатів комп'ютерного моделювання від експериментальних результатів вимірювань світлових характеристик. Удосконалено метод розрахування світлових величин за рахунок підвищення точності результатів комп'ютерного моделювання світлотехнічних установок. Запропоновано узагальнений коефіцієнт максимальної похибки

для застосування в світлотехнічних комп'ютерних програмах під час розробки та реконструкції систем освітлення.

У висновках сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

У додатках наведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи в науково-дослідних лабораторіях і навчальний процес ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, патенти на корисні моделі і відомості про публікації результатів дисертаційного дослідження та їх апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях.

Автореферат дисертації ідентичний її основним положенням.

До недоліків дисертаційної роботи необхідно віднести наступне:

1. Формули по тексту не відповідають формату основного тексту (1.1), (1.2), (1.3) і т.і.

2. п. 3. наукової новизни отриманих результатів не повністю відображений у висновках. Зокрема, у висновках не йдеться про «...узагальнений коефіцієнт максимальної похибки...».

3. В підрозділі 2.5 вказано, що в роботі застосовано нову систему з трьох оптичних фільтрів для ПЗЗ матриць фотокамер, зокрема: ЗС8, СЗС24, ЖЗС18 і не обґрунтовано, чому не застосовано відому комбінацію з чотирьох фільтрів ЗС-8, СЗС-24, ЖЗС-18 і СЗС-21, що забезпечує спектральну похибку для фотометричних головок на рівні 1 %.

4. В підрозділі 3.1 не наведено спектральну характеристику і принцип дії фільтра 5.

5. В третьому розділі дисертації не роз'яснено, що таке функція $F_p(\lambda)$ у формулі (3.1).

6. В підрозділі 3.2 опис конструкцій пристроїв для визначення напрямку і координат лазерного випромінення доцільніше було б навести в першому розділі, оскільки в них викладено відомі рішення.

7. Вимірювання побудовані на основі фотодіода застарілої конструкції ФД-24К, що має певні недоліки, до яких відносяться великий темновий струм і менший, ніж у фотодіода ФД-288, динамічний діапазон.

8. В підрозділі 2.4.1 не роз'яснено, що таке f_l .

9. Помилкові значення параметрів «Відхилення значень ККД світлових приладів і їх КСС» і «Значення сумарної максимальної похибки», вказаних в таблиці 1 (стовпець 5) автореферату, що відрізняються від аналогічних в таблиці 4.1 дисертації.

Загальна характеристика дисертаційної роботи. Необхідно зазначити, що вказані вище недоліки не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи. В цілому дисертаційна робота Ляшенко Олени Миколаївни є завершеною працею, в якій отримані нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують наукове завдання підвищення точності вимірювань характеристик джерел випромінення та світлового середовища на підставі вдосконалення методів розрахування і розроблення відповідних засобів вимірювальної техніки.

Представлена робота відповідає паспорту спеціальності 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла і задовольняє вимогам МОН України, що висуваються до кандидатських дисертацій згідно з пп. 9, 11, 12 та 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. №567, а Ляшенко Олена Миколаївна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла.

Офіційний опонент

кандидат технічних наук,

директор ТОВ «Науково-виробнича

фірма «ТЕНЗОР», м. Чернівці



Б.Г. Шабашкевич