ВІДГУК

офіційного опонента Середюка О.Є. на дисертаційну роботу

Терещенка Валерія Володимировича

«Підвищення точності вимірювання світлових величин безперервного та імпульсного випромінення»,

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Вдосконалення засобів вимірювальної техніки є актуальним завданням практично впродовж всіх етапів розвитку науки і техніки, в тому числі і за умов сьогодення. Тому поряд з вдосконаленням різних видів вимірювань значної уваги набуває розвиток і підвищення точності у сфері вимірювання світлових величин. При цьому вдосконалення стосується вимірювання оптичного випромінювання не тільки джерел безперервної дії, але і імпульсних джерел. Це пов'язано з постійним зростанням рівня вимог до умов безпечності праці, а також необхідністю у ефективності використання джерел світла та зменшенню рівня енерговитрат на освітлення. Вдосконалення вимірювання світлових величин зумовлює розвиток методів метрологічного забезпечення цієї сфери вимірювання. З врахуванням сучасної спрямованості економіки України у напрямі країн Європейського Союзу потребує практичної реалізації забезпечення простежуваності оптичних вимірювань, що може бути досягнуто шляхом створення нових та вдосконалення наявних методів і засобів вимірювання. Це стосується в тому чисті розроблення джерел світла і вимірювання генерованих ними світлових величин, які безпосереднім чином впливають на безпеку руху наземних транспортних засобів (освітлення дорожнього полотна) та морських і повітряних рухомих об'єктів (імпульсні світлосигнальні пристрої). Тому дисертаційна робота, яка присвячена вдосконаленню засобів вимірювань безперервного та імпульсного оптичного випромінення і розвитку їх метрологічного забезпечення, стосується вирішення актуальної задачі, що характеризує актуальність дисертаційної роботи.

Наукова новизна дисертаційної роботи стосується розвитку методів і засобів вимірювання світлових величин, зокрема з використанням сучасних засобів відтворення і вимірювання одиниці сили світла.

Найвагомішими науковими результатами є наступні:

1. Удосконалено математичну модель функціонування трап-детектора і кольорового вузькосмугового світлодіода з симетричним спектром випромінювання, що дозволило запропонувати новий метод відтворення сили світла на основі цих технічних пристроїв.

2. Вперше запропоновано метод коригування результатів вимірювання сили світла неточкових джерел з коригуванням на відстань між джерелом випромінювання і приймачем, що дозволяє суттєво зменшити розміри оптичних стендів при метрологічних дослідженнях джерел випромінювання.

3. Вдосконалені методологічні підходи, які стосуються оцінки кількісних характеристик світлових величин освітленості, яка генерується джерелами безперервного та імпульсного випромінювання, що дозволило науково

Національний науковий центр "Інститут метрології"
«03» 11 2017 р.
Вх.№ 4785-17

обгрунтувати створення нової нормативної бази метрологічного забезпечення світлових величин різних видів випромінювання.

4. Отримав подальший розвиток метод метрологічних досліджень фотометрів при вимірюванні ними модульованого оптичного випромінення, що дозволяє підвищити точність вимірювання світлових величин імпульсного випромінювання.

Практична цінність отриманих автором результатів стосується їх впровадженння при модернізації Державного первинного еталона одиниці сили світла ДЕТУ 11-02-15, що дозволило підвищити точність еталонних вимірювань світлових величин та реалізувати вимірювання параметрів періодичного оптичного випромінювання без значних матеріальних витрат.

Практична цінність дисертаційної роботи підтверджується розробленням, за участю здобувача, і затвердженням методики калібрування пульсметрів МКУ 11-347:2016.

Практична цінність роботи також полягає у її впровадженні на підприємстві ТОВ «НВФ «ТЕНЗОР» (м. Чернівці) при оптимізації процесу розробки та метрологічного забезпечення світловимірюваного обладнання, а також на ДП «Рівнестандартметрологія» (м. Рівне) при впровадженні методу коригування відстані між джерелом та приймачем оптичної відстані.

Слід відзначити практичну значимість розробленого стенда для калібрування (повірки) вимірників сили світла, який поєднує у собі еталонний засіб вимірювальної техніки, та джерело світла, який дозволяє проводити всебічні дослідження приймачів оптичного випромінення в транспортній галузі.

Практична цінність роботи підтверджується її впровадженням в навчальний процес механічного факультету ХНАДУ (м. Харків) і факультету електронної та біомедичної інженерії ХНУРЕ (м. Харків).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Основні теоретичні положення роботи, які захищаються здобувачем, *обґрунтовані* та підтверджені коректністю постановки завдань досліджень з використанням основних положень фотометрії, закону обернених квадратів, теорії вимірювальних сигналів, теорії похибок і теорії невизначеності при оцінюванні результатів вимірювань, а також великим обсягом результатів фізичного моделювання з використанням сучасних вимірювальних засобів. Отримані автором наукові результати у не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та повністю відображають отримані автором результати і підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на наукових конференціях.

Достовірність отриманих результатів обумовлена коректністю виконання експериментів та обчислень і підтверджується узгодженістю між результатами математичного моделювання, експериментальних і метрологічних досліджень.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Розроблений автором метод коригування результатів вимірювання сили світла неточкових джерел з коригуванням на відстань між джерелом випромінювання і приймачем може бути використаний в діяльності науково-дослідних лабораторій і підприємств, які займаються питаннями розробленням і метрологічної оцінки сучасних енергоощадних джерел світла. Результати дисертаційної роботи

можуть бути використані при розробленні нових нормативних документів України щодо методик метрологічного оцінювання засобів вимірювання джерел імпульсного світлового випромінювання.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків. Загальний об'єм дисертації складає 191 сторінку друкованого тексту, у т. ч. 34 рисунки, 14 таблиць, 3 додатки, перелік використаних джерел з 172 найменувань на 20 сторінках.

У вступі обгрунтувано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й завдання досліджень, визначено наукову новизну, практичне значення та цінність отриманих результатів.

У першому розділі здійснено аналіз відомих вітчизняних та зарубіжних засобів генерування і вимірювання світлових величин. Розглянуті технічні і метрологічні характеристики приймачів оптичного випромінення і еталонних джерел світла. Проведений аналіз етапів розвитку метрологічного забезпечення вимірювань світлових величин в Україні, в тому числі розглянуто особливості функціонування Державного первинного еталону одиниці світла. Розглянуті методи дослідження імпульсного оптичного випромінювання і вплив модульованого світла на вимірювання сили світла фотометрами. Сформовані основні напрямки проведення дисертаційних наукових досліджень.

Другий розділ присвячений викладенню результатів дослідження джерел світла для забезпечення вимірювань світлових величин. Наведені результати експериментальних досліджень роботи еталонних джерел оптичного випромінювання – світловимірювальних ламп типу СИС. Здійснено вивчення зміни результатів вимірювання сили світла внаслідок впливу кутового юстирування ламп і оціненні при цьому похибки вимірювання сили світла з корегованими на відстань і некорегованими результатами. Досліджений метод відтворення сили світла на основі трап-детектора та світлодіодних джерел світла. Розглянуті складові невизначеності при функціонуванні цих джерел світла. Виконаний порівняльний аналіз методів відтворення одиниці світла, який вказує на шляхи підвищення точності відтворення одиниці. Проведені теоретичні дослідження відтворення сили світла із застосуванням трап-детектора і кольорового вузькосмугового світлодіода.

Третій розділ стосується викладенню наукових засад вимірювань світлових величин імпульсного оптичного випромінювання. Описане розроблене обладнання для забезпечення відповідних вимірювань та передавання одиниці освітлення, що було включене до первинного еталону одиниці сили світла. Значна увага надана розробленню та експериментальним дослідженням прецизійного джерела живлення та ситеми формування сигналів для реалізації імпульсного оптичного випромінювання. Досліджені алгоритми розрахунку коефіцієнта пульсації побутових джерел світла у контексті з чинними нормативними документами по вимірюванні світлових величин. Викладена суть розробленого методу повірки вимірювачів світлових величин з врахуванням параметру форми при розрахунку коефіцієнту пульсації світла, що використано при розробці проекту національного стандарту України «ДСТУ. Методика повірки. Люксметри. Яскравоміри. Пульсметри». Описаний напрямок подальшого розвитоку методу дослідження похибок фотометрів,

зумовлених модульованим за часом оптичним випромінюванням на основі світлодіодного джерела світла та генератора сигналів спеціальної форми.

Четвертий розділ присвячений дослідженню практичних аспектів вимірювання сили світла на велихих відстанях. Розглянуто особливості вимірювання сили світла світлових приладів еталонним телецентричним освітлювачем ЕТО-2 і можливості його застосування для метрологічних досліджень похибок при вмірюванні сили світла фар або при калібруванні вимірювачів сили світла. Проаналізовані джерела похибок при вимірюванні сили світла. Викладена суть запропонованого методу коригування результатів вимірювання сили світла неточкових джерел на відстань між джерелом випромінювання і приймачем.

У висновках сформульовані основні результати виконаних досліджень.

У додатках подано результати впровадження дисертаційних досліджень, методика калібрування пульсметрів, а також список публікацій за темою дисертації.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій. Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою українською мовою із використанням сучасної правильної української наукової термінології. Робота виконана на належному науковому рівні, є завершеною науковою працею, має практичне значення та відображає рішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення точності вимірювання світлових величин безперервного та імпульсного випромінювання. Оформлення дисертації в цілому відповідає темі досліджень і вимогам пунктів 9, 11–14 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», щодо кандидатських дисертаційних робіт, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567 та діючим на сьогодні пунктам Наказів Міністерства освіти і науки України «Про опублікування результатів дисертацій та здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» від 17.10.2012 р. №1112, від 03.12.2012 р. №1380 та Листа МОН України від 04.12.2015 р. №1/9-586 «Про опублікування результатів дисертацій у періодичних виданнях», а також паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Автореферат в загальному написаний відповідно до вимог Департаменту акредитації кадрів МОН України до авторефератів. Він містить всі необхідні складові структурної побудови і в ньому викладена основна суть виконаних наукових досліджень, а також наведені висновки та список основних публікацій. В цілому зміст автореферату дисертації адекватно відображає основну суть виконаної роботи.

Повнота викладу основних матеріалів в опублікованих працях. Результати наукових досліджень, які отримані автором, опубліковані у чотирнадцяти основних наукових працях, в тому числі у фахових виданнях України 13, серед яких 5 включені до наукометричних баз даних, і 1 в закордонному журналі (Білорусь), які достатньо ґрунтовно розкривають суть розв'язуваних наукових задач. Дисертаційна робота пройшла достатню апробацію, її основні положення доповідалися на 12-ти міжнародних та національних науково-технічних та науково-практичних конференціях. Тому

апробацію результатів дисертаційних досліджень можна вважати достатньою.

Зауваження до дисертаційної роботи і автореферату.

1. В роботі недостатньо відображені прізвища і результати досліджень вітчизняних і закордонних вчених та отримані ними наукові досягнення у сфері розроблення і метрологічних досліджень вимірювання світлових величин.

2. При розгляді Державного первинного еталону України одиниці сили світла необхідно було навести його метрологічні характеристики, в тому числі складові невизначеності.

3. В розділі 2 не розкрито суть функціонування джерела випромінювання як компаратора.

4. В розділі 2 (с.71) незрозумілою є наявність чи відсутність зв'язку між невизначеностями спектрорадіометричного еталона (0,8) і невизначеністю при оцінці коефіцієнта актинічності (0,11%).

5. Відсутній алгоритм порівняння невизначеностей відтворення світлових величин з використанням формул (2.3)-(2.6), про що стверджується на с.73, а також відсутні формули обчислення невизначеності.

6. Відсутні результати розрахунку складових невизначеностей, які в дисертаційній роботі носять декларативний характер, наприклад, табл.2.4 на с.78 і табл.4.3 на с.129. За яким алгоритмом здійснюється сумування складових невизначеностей, які наведені в цих таблицях?

7. При дослідженні світловимірювальних ламп типу СИС 107-500 отримані результати, які не є однозначними (розділ 2, рис.2.3). У двох ламп залежність від кута нахилу має відносно плоску ділянку – в одному випадку у максимумі, а в іншому у мінімумі. Необхідно привести пояснення таким результатам, а також розкрити суть або алгоритм нормування результату вимірювання сили світла лампами.

8. Який із опорних сигналів генератора (рис.3.6) є кращим для дослідження його роботи і чому?

9. Відсутнє математичне виведення алгоритму розрахунку поправки, яка подана формулою (4.2) на с.132.

10. В дисертаційній роботі відсутні метрологічні характеристики вимірювання імпульсного випромінювання із врахуванням його шпаруватості, а також не оцінені динамічні похибки впливу імпульсного випромінювання на результати вимірювань світлових величин.

11. Як зрозуміти вираз на стор.139-140 дисертації стосовно висновку щодо формули (4.2), яка «істотно, на десятки відсотків, збільшує точності вимірювання сили світла та зменшує вимоги до вимірювальних лабораторій більш ніж в 5 разів»? Який алгоритм визначення таких кількісних значень?

12. Дисертаційна робота містить ряд неточностей у її оформленні:

12.1 У формулюванні мети роботи відсутнє слово стосовно безперервного випромінювання.

12.2 Кількість завдань на виконання дисертаційної роботи доцільно було зменшити (їх кількість 8 є надто велика).

12.3 Пункти 2 і 3 практичного значення стосуються наукової новизни дисертації.

12.4 Висновки до дисертації не містять трьохкомпонентного формулювання.

12.5 Робота містить ряд граматичних помилок, наприклад на с.44, 45, 51, 60, 65, 84, 163–170 і стилістичних некоректностей , наприклад на с. 62, 121.

12.6 Відсутні розмірності на графіках рис.2.8 і рис.3.9 і на аналогічних графіках в авторефераті.

12.7 Не поясненим є поняття flicker index (с.31, 83, 84), оскільки воно не є нормовано термінологічно.

12.8 Додаток В в дисертації не потрібний, оскільки цей список поданий в анотації до дисертації на сторінках 6-10.

Висновок про відповідність дисертації вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України

Дисертаційна робота Терещенка В.В. є завершеним науковим дослідженням, в якому отримані суттєві нові наукові і практичні результати, що дозволяють розв'язати науково-прикладне завдання вдосконалення засобів вимірювань безперервного та імпульсного оптичного випромінення і розвитку їх метрологічного забезпечення.

Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній завдання досліджень, викладені основні наукові результати дають можливість зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Відзначені недоліки і зауваження не стосуються основних наукових положень дисертації і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та на її наукову цінність.

На підставі проведеного аналізу дисертації, вважаю, що дисертаційна робота «Підвищення точності вимірювання світлових величин безперервного та імпульсного випромінення», за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю отриманих в ній результатів досліджень і рівнем виконання відповідає вимогам Департаменту акредитації кадрів Міністерства освіти і науки України, що ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Терещенко Валерій Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:
Завідувач кафедри «Методи та прилади
контролю якості і сертифікації продукції»
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу
доктор технічних наук, професор О.Є. Середюк

02.11.2017 р.

Підпис(и) О.Є. Середюк
посвідчую
Вчений секретар ІФНТУНГ
02.11.2017 р.