

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу

Ванкевича Петра Петровича

«Моделювання поширення світлових променів через елементи волоконно-дифракційних сенсорів»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 11 – Математика та статистика

за спеціальністю 113 – Прикладна математика

Актуальність теми дисертації. Розвиток сенсорних технологій у волоконній оптиці вимагає точних методів аналізу й моделювання для забезпечення відтворюваності та надійності вимірювань. Ефективне опрацювання та інтерпретація даних сприяє створенню інноваційних рішень у сфері оптичних сенсорів.

У роботі вирішується важливе науково-прикладне завдання – розроблення математичної моделі та відповідного програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання взаємодії світлових променів із волоконно-дифракційними елементами сенсорних систем попередження про небезпеку вогневого ураження засобами, які застосовують лазерні системи для наведення на ціль. Роль засобів попередження про небезпеку при проведенні бойових дій, десантуванні, тощо, можна трактувати як складову тактико-оперативних дій при виконанні певних бойових завдань.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Обраний напрям досліджень пов'язаний з положеннями Державної цільової оборонної програми розвитку озброєння та військової техніки ЗС України на період до 2022 року, введеної в дію Указом Президента України від 6 червня 2016 року № 240/2016, а також напрямів розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період, схвалений розпорядженням Кабінету

Міністрів України від 14 червня 2017 року № 398. Дослідження за темою дисертації виконувалися в рамках науково-дослідних тем Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України: "Виявлення додаткового ресурсу конструкцій енергетичного машинобудування, озброєнь та військової техніки засобами математичного моделювання " (2021-2023, № держреєстрації 0121U100692); "Моделювання та розвиток методів розрахунку раціонального функціонування конструкційних елементів і систем різного цільового призначення за комплексних навантажень" (2023-2024, № держреєстрації 0123U100908).

Новизна презентованих теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень.

1. Розроблено математичну модель для кількісного опису взаємодії одновимірної (1D) та двовимірної (2D) волоконно-дифракційної ґратки із лазерним випромінюванням.
2. Уперше, засобами математичного і комп'ютерного моделювання процесів поширення світлових променів через дифракційну ґратку із поліанілінових волокон, практично підтверджено появу дифракційних смуг у вигляді розсіяних кривих другого порядку (еліпс, гіпербола, парабола), форма яких зумовлена явищем конічної дифракції і залежить від кута падіння променя на ґратку, що дало можливість розробити сигнальний елемент волоконно-дифракційного сенсора.
3. Уперше, з використанням сигнального елемента волоконно-дифракційного сенсора, математично визначено кутові положення джерела випромінювання, що дало можливість використати розроблені сигнальні елементи для побудови системи виявлення джерела випромінювання та його позиціонування в одній площині: джерело небезпеки ліворуч (або вгорі), праворуч (або внизу).
4. Досліджено характеристики полімерного волокна поліаніліну за допомогою адаптованих під вирішення поставленого завдання теоретико-експериментальних методів, показано можливість використання такого

волокна для формування волоконно-дифракційних мікродавачів, здатних виявляти засоби вогневого ураження, у яких використовується спрямоване лазерне випромінювання як чинник зондування. 5. Обґрунтовано можливість інтегрування елементів волоконної оптики в текстильні матеріали бойового екіпірування військовослужбовця та їх модифікацію під функцію реєстрації діючих ззовні прицільно спрямованих оптичних променів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони безпосередньо використані при розробленні фізичного прототипу відповідних сигнальних елементів для побудови системи виявлення засобів вогневого ураження та їх позиціонування по відношенню до сигнального елемента. Запропоновано також структуру, склад і параметри сигнального елемента волоконно-дифракційного сенсора перспективної інтегрованої комп'ютерної мережі для виявлення локацій випромінювання. Чутливі елементи інформаційних систем попередження про небезпеку інтегровано в бойове екіпірування.

Практична значущість отриманих результатів підтверджується відповідними актами впровадження. Так, наукові, практичні та експериментальні результати дисертаційної роботи впроваджені: у Товаристві з обмеженою відповідальністю (ТОВ) “Техприлад” – при проектуванні та побудові засобів попередження про небезпеку вогневого ураження у Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного – у наукових розробках для опрацювання сигналів, що випромінюються прицільними засобами ворожих снайперів.

Викладені в дисертації рекомендації, пропозиції, а також теоретичні й практичні результати становлять інтерес для розробників і експертів, діяльність яких спрямована на проектування аналогічних систем.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів. Усі результати, що становлять основний зміст дисертації, отримані автором самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать

основні ідеї, ключові положення і рекомендації, які увійшли до дисертаційної роботи. У цілому, кількість публікацій здобувача відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

Дослідження за темою дисертації виконано автором самостійно в межах планів проведення теоретично-прикладних та експериментальних досліджень розрахованих на чотирирічну програму підготовки аспірантів ступеня доктора філософії з галузі знань 11 – Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій. Достовірність отриманих результатів підтверджується як експериментальними дослідженнями, так і результатами математичного моделювання, що демонструють узгодженість між теорією та практикою. Крім того, результати знайшли своє застосування в практичних умовах, де запропоновані рекомендації успішно впроваджені, підтвердивши свою ефективність. Важливо також зазначити, що отримані результати мають зрозуміле фізичне трактування, що полегшує їх інтерпретацію, і не суперечать існуючим науковим даним, що забезпечує їх наукову обґрунтованість та надійність.

Рівень виконання поставленого завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності. Зміст дисертації відображає суть розв'язаного наукового завдання. Мова дисертації ясна та чітка, дисертант вільно володіє науковою та технічною термінологією в області створення систем попередження про небезпеку.

Текст дисертації викладений логічно, послідовно, технічно грамотно. Терміни та визначення, які використовує автор, відповідають прийнятим у чинних нормативних та нормативно-технічних документах. Автор користується іноземними джерелами, в тому числі інтернет сайтами. Незважаючи на незначні недоліки технічного характеру стиль роботи доступний, дозволяє легко сприймати матеріал.

Усі поставлені в роботі завдання виконані у повному обсязі.

Вищезазначене засвідчує, що здобувач успішно опанував методологію наукової діяльності.

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 148 сторінок, до числа яких входить список використаних джерел з 96 позицій.

У вступі викладено обґрунтування актуальності обраної теми дисертації, чітко визначено мету і завдання дослідження, а також окреслено об'єкт, предмет і методи, що були використані у роботі. Розкрито наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, розкрито зв'язок дослідження з науковими темами, а також інформацію про апробацію результатів і їхнє висвітлення у наукових публікаціях. Окремо зазначено особистий внесок здобувача у роботах зі співавторами.

У першому розділі проведено аналіз волоконно-дифракційних сенсорів, що можуть застосовуватися для виявлення різних небезпечних ситуацій в режимі реального часу, зокрема для виявлення можливих вогневих атак на військових. У другому розділі представлено опис результатів експериментальних досліджень, проведених для вивчення особливостей взаємодії лазерного випромінювання з волоконно-дифракційними ґратками.

У третьому розділі розроблено математичну модель для кількісного опису взаємодії одновимірної дифракційної ґратки з лазерним випромінюванням та узагальнено цю модель на двовимірний сценарій.

У четвертому розділі представлені результати оцифрування експериментальних даних. За допомогою регресійного аналізу було отримано коефіцієнти кривих другого порядку, які найточніше описують дифракційні смуги для конічної дифракції на одновимірній і двовимірній дифракційних ґратках. Методами математичного моделювання визначено відповідні криві другого порядку для заданих кутів падіння променів на ґратку.

П'ятий розділ стосується практичної реалізації системи попередження про безпеку вогневого ураження на основі волоконно-дифракційного

сенсора, яка побудована з використанням мікроконтролерів, а програмне забезпечення написано мовою Python.

Кожен розділ містить підсумкові висновки, що відображають проміжні результати дослідження. У загальних висновках дисертації представлені узагальнені результати проведеної роботи.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності. В опублікованих працях здобувача основні результати дисертаційної роботи представлені з достатньою повнотою. Кількість, обсяг та якісний рівень публікацій відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України, в них не виявлено академічного плагіату, текстових чи ідейних запозичень, а також недостовірної чи сфальсифікованої інформації. Матеріали дисертації пройшли достатню апробацію на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Для проведення експериментів поширення світлових променів через елементи волоконно-дифракційних сенсорів автор для формування дифракційних ґраток використав лише поліанілін. Можливо було б для порівняння результатів використати й інші полімери.

2. Експерименти виконано для фіксованої частоти лазерного променя. Було б доцільно продемонструвати, наскільки зміна частоти променя ворожої системи наведення вплине на дифракційну картину.

3. У роботі не обговорюється проблема визначення частоти лазерного променя ворожої системи наведення.

4. Представлення копій екрану VS Code замість лістингу коду в додатку не є найкращим варіантом висвітлення елементів програмного забезпечення в науковій роботі.

5. Твердження про те, що найоптимальнішим для задач аналізу даних роботи є використання мови Python є безапеляційним і наведене без аргументів.

Однак, наведені зауваження загалом не впливають на високу оцінку проведеного автором дослідження.

Загальні висновки. Дисертаційна робота Ванкевича Петра Петровича «Моделювання поширення світлових променів через елементи волоконно-дифракційних сенсорів» за своєю актуальністю, ступенем новизни та обґрунтованістю отриманих наукових результатів дисертація відповідає змісту освітньо-наукової програми спеціальності 113 – Прикладна математика, вимогам до оформлення дисертації, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 року № 40, та пунктам 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 (зі змінами), а її автор, Ванкевич Петро Петрович, заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Офіційний опонент:
Завідувач кафедри радіофізики
та комп'ютерних технологій
Львівського національного
університету імені Івана Франка
доктор фіз.-мат. наук, доцент



Іван КАРБОВНИК

"4" вересня 2024 року

Підпис доц. Карбовника І.Д. засвідчую.

Вчений секретар
Львівського національного
університету імені Івана Франка
доцент



Ольга ГРАБОВЕЦЬКА