

Рецензія

дисертації

Ванкевича Петра Петровича

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

поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань

11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Актуальність дослідження. Сучасний науково-технічний прогрес спричиняє і стимулює дослідження різних складних природничих явищ і технологічних процесів за допомогою створення відповідних їм математичних моделей. Дедалі важливішим при використанні таких моделей є можливість отримання чисельних результатів, які можна застосувати у конкретних прикладних задачах.

Дисертація Ванкевича Петра Петровича стосується експериментального дослідження дифракції лазерного променя на одно- та двовимірних дифракційних ґратках з поліанілінових волокон при довільному куті його падіння з метою побудувати математичну модель явища і прототип приладу для визначення кута падіння променя на ґратку за виглядом дифракційної картини. Це призводить, зокрема, до формулювання обернених задач, в яких за результатами експериментального та теоретичного аналізу дифракційної картини встановлено кути падіння променя на ґратку. Задачі такого типу є новими, тому що використовують результати різних галузей знань у комплексі, обумовлюють необхідність застосування при їх розв'язуванні попередньої обробки зображень результатів експерименту, побудови відповідних математичних моделей, навиків програмування електронно-обчислювальної техніки.

З цієї очки зору саме формулювання задачі є актуальним, особливо, стосовно збереження життя особи у збройних силах. Актуальність таких досліджень дисертанта підтверджена актами про впровадження результатів дисертаційної роботи у Національній академії сухопутних військ імені Петра Сагайдачного та у ТОВ «Техприлад».

Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень. Виконано комплекс експериментальних досліджень, спрямованих на виявлення особливостей взаємодії лазерного випромінювання з волоконно-дифракційними ґратками із поліаніліну. Отримано дифракційні картини для спадних під різними кутами променів на одновимірні й двовимірні ґратки.

Досліджено залежність отримуваних дифракційних картин від кутів падіння лазерного променя на ґратку. Показано, що за формою дифракційних картин можна визначити розташування джерела випромінювання відносно ґратки.

На цій основі запропоновано прототип відносно простого і дешевого сигнального елемента, який є дифракційною ґраткою із поліанілінових волокон і легко інтегрується в традиційні текстильні матеріали. Такий елемент перетворює спадний світловий промінь з точкової плями в дифракційну смугу, яка має вигляд розсіяної кривої другого порядку.

Розроблено математичну модель для кількісного опису фізичних процесів взаємодії світлових променів із волоконно-дифракційними елементами. В основу моделі покладено співвідношення конічної дифракції, які описують падіння лазерних променів на дифракційну ґратку під довільними кутами. Для довільного кута падіння променя на ґратку визначено значення коефіцієнтів кривої другого порядку, застосовуючи аналітико-числові методи аналізу зображень, регресійні методи обробки даних та модифікований метод найменших квадратів. Вибором емпіричних параметрів у співвідношеннях запропонованої математичної моделі забезпечується узгодження побудованих засобами математичного моделювання кривих з експериментальними.

Здійснено формулювання оберненої задачі про визначення кутів падіння променя на дифракційну ґратку на основі аналізу отриманих дифракційних картин, які мають вигляд розсіяних кривих другого порядку. На основі аналітичних розв'язків сформульованої математичної задачі запропоновано алгоритм визначення кутів падіння променя на ґратку.

Створено відповідне програмне забезпечення, яке дає можливість для будь-якої кривої другого порядку в режимі реального часу визначати кутові координати джерела випромінювання відносно волоконно-дифракційної ґратки. Це програмне забезпечення на основі розробленої математичної моделі взаємодії лазерного випромінювання з волоконно-дифракційною ґраткою запропоновано для використання при розробленні фізичного прототипу сигнальних елементів системи попередження про небезпеку вогневого ураження на ТОВ "Техприлад".

Наукова обґрунтованість та відповідність темі дисертації основних наукових засад. Тема досліджень дисертації стосується прикладних завдань, пов'язаних зі збереженням життя людини. Такі дослідження завжди є комплексними, а тому для їх проведення потрібне використання різних галузей знань та даних. Використання техніки експерименту, методів обробки експериментальних даних з метою подальшого їх математичного моделювання та створення практичних прототипів, програмування є тими науковими засадами, які автор використав для розв'язання завдань, відображених у темі дисертації.

Наукова обґрунтованість отриманих результатів і висновків забезпечено фізичною обґрунтованістю вихідних положень математичної моделі, коректною фізичною постановкою задач, збіжністю результатів математичного й комп'ютерного моделювання з відповідними результатами експериментальних досліджень та випробувань.

Рівень наукових публікацій здобувача. Про актуальність і науковий рівень публікацій свідчать їх видання у журналах різного профілю, зрозумілий виклад завдань та проблем, використання широкого переліку джерел, які стосуються виконаних досліджень, можливості зрозуміти значимість проведених досліджень у науковому пошуку. Результати опубліковані у численних журналах зі «сліпим» рецензуванням.

Основні наукові результати дисертації опубліковано у 22-х працях, зокрема, у двох статтях індексованих в міжнародній науково-метричній базі Scopus, одній статті у науковому виданні країн-членів ЄС, чотирьох статтях у фахових наукових виданнях, а також додатково відображено у чотирнадцятох тезах доповідей на науково-технічних і науково-практичних конференціях. Отримано один патент на корисну модель.

Рівень виконання поставленого наукового завдання. Поставлене наукове завдання виконано на високому науковому рівні. Про це свідчать:

- опис методики проведення експерименту та його аналіз;
- використання різних методик оцифровування результатів при проведенні експерименту;
- формулювання обернених задач визначення кутів падіння променя на дифракційну ґратку за дифракційною картиною та способів їх розв'язування;
- використання регресійних методів у випадку вироджених матриць;
- створення програмного забезпечення для практичної реалізації теоретичних та експериментальних досліджень;
- перевірка узгодження запропонованих математичних моделей з даними проведених експериментів;

Посилання на літературні джерела з різних галузей знань та їх використання при проведенні досліджень свідчать про ґрунтовний підхід автора до поставлених завдань.

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 (див. Додатки). Запропоновано також структуру, склад і параметри сигнального елемента волоконно-дифракційного сенсора перспективної інтегрованої комп'ютерної мережі для виявлення місцезнаходження випромінювання. Чутливі елементи інформаційних систем попередження про небезпеку інтегровано в бойове екіпірування.

Оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності. Результати, отримані здобувачем, методи експерименту, моделювання, отримання на основі запропонованих теоретичних підходів чисельних даних, придатних для практичного використання, свідчать про ґрунтовне оволодіння

ним методологією наукової діяльності експериментальних, теоретичних та прикладних досліджень.

Зауваження.

1. У другому розділі (починаючи зі стор. 51) твердження про те, що отримані експериментальні криві є еліпсом або гіперболою або параболою не обґрунтовані. До цього місця мова йшла тільки про криві (експериментальний результат). Відповідні посилання на літературні джерела, які б підтверджували, що ці криві є кривими другого порядку також відсутні. Обґрунтування результатів розділу 2 добре описано теоретично у розділі 3.
2. При детальному описі експерименту (п.2.1, 2.2) пропущено важливість встановлення лазерного променя перпендикулярно до екрану.
3. Не подано критеріїв вибору мови програмування для створення програмного забезпечення.

Вказані зауваження не впливають на загальне позитивне враження від роботи.

Результати власної оцінки наукового рівня дисертації і наукових публікацій здобувача. Вважаю, що дисертація Ванкевича Петра Петровича «Моделювання поширення світлових променів через елементи волоконно-дифракційних сенсорів», подана на здобуття ступеня доктора філософії є завершеною науковою працею, яка містить низку нових експериментальних теоретичних актуальних достовірних результатів з практичним застосуванням. Це свідчить про її комплексність, систематичність та важливе значення у галузі прикладної математики.

Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. “Про затвердження Вимог до оформлення дисертації” (з наступними змінами) та “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 №44 від 12 січня 2022, а її автор Ванкевич П.П. заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за з галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Рецензент –

доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
відділу механіки деформівного твердого тіла
Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України

Богдан КАЛИНЯК