

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію

Єгорова Сергія Анатолійовича

«Компенсація спотворень при вимірюванні параметрів атомно-емісійних спектрів, зареєстрованих багатоелементними оптичними сенсорами», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія

Актуальність дослідження

Відомо, що спектрометрія є не тільки розповсюдженим засобом визначення складу різних матеріалів, але і методом дослідження взаємодії випромінювання з середовищем. З практичної точки зору особливу цінність становить реконструкція параметрів джерела випромінювання на базі зображення спектра.

Зображення атомно-емісійного спектра є результатом складного, багатоступеневого процесу перетворень від атомізації до реєстрації сформованого спектрометром зображення. Проте, навіть якщо взяти відокремлено процес реєстрації, нескладно побачити, що на зображення спектру, що одержано, впливає багато факторів, зокрема: хвильові ефекти інтерференції та дифракції в кристалі, обмеження динамічного діапазону та роздільної здатності оптики. На додаток, на всі ці фактори впливають ще й умови навколишнього середовища в якому працює реальне обладнання. Тому, враховуючи істотну практичну цінність, що становить аналіз складу речовин і середовищ для науки та техніки, дисертаційна робота Єгорова Сергія Анатолійовича, що присвячена обробці сигналів багатоелементних оптичних сенсорів і зображень атомно-емісійних спектрів, є **цілком актуальною**.

Метою наукових досліджень дисертаційної роботи є дослідження механізму виникнення спотворень при реєстрації зображень багатоелементними сенсорами та вдосконалення методів обробки сигналів багатоелементних оптичних сенсорів і оброблення отриманих зображень атомно-емісійних спектрів для підвищення роздільної здатності, динамічного діапазону та вимірювання параметрів спектра.

Ступінь наукової обґрунтованості та наукова новизна результатів роботи. Обґрунтованість та достовірність основних наукових результатів і висновків дисертаційної роботи Єгорова С.А. підтверджуються результатами експериментів і досліджень у лабораторних умовах, а також практичним впровадженням на виробничих підприємствах і в наукових установах України. Результати, наведені в дисертації, опубліковано в наукових фахових виданнях України і в одному закордонному виданні, а також представлено на багатьох конференціях.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі Єгорова С. А., полягає в наступному:

1. Запропоновано використання різниці рівнів сліпих і оптично чутливих пікселів, що є подальшим розвитком ідеї використання особливостей сигналу приладів з зарядовим зв'язком (ПЗЗ сенсорів) для вимірювання температури без застосування температурних датчиків.
2. Розроблено авторську методику компенсації нелінійності ПЗЗ сенсорів з використанням запропонованого алгоритму вимірювання температури.
3. Вперше доведено практичну можливість розширення динамічного діапазону оптичних багатоелементних сенсорів у декілька разів шляхом використання ефекту блюмінга.
4. Створено оригінальний підхід щодо вирішення проблеми неповноти даних при підвищенні роздільної здатності багатоелементних сенсорів і реєстрації емісійних спектрів шляхом зсуву зображення на дрібну частину пікселя.
5. Вперше запропоновано авторську методику вимірювання амплітуди спектральних атомно-емісійних ліній із застосуванням апріорних даних.

Список публікації здобувача за матеріалами дисертації містить 14 публікацій: 5 в наукових фахових виданнях України, 1 в закордонному виданні, що індексується в міжнародних наукометричних базах даних Web of Science та Scopus, 3 в збірниках матеріалів доповідей на міжнародних наукових конференціях і 5 статей, які додатково відображають результати дисертації, у виданнях за суміжними спеціальностями.

Структура і зміст дисертації. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 215 сторінок і містить: анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаних джерел, перелік публікацій автора та один додаток.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений огляду літератури. Оскільки експериментальною базою для робіт є атомно-емісійний спектральний аналіз, то, на початку, наведено основні відомості як теоретичні, так і практичні, потрібні для кращого розуміння отриманих результатів і проблем цієї галузі. Далі розглянуто сучасні підходи до обробки спектрів, а також проблеми та недоліки існуючих методів.

У другому розділі зроблено оцінку можливості виправлення спотворень і розширення діапазону передавальної світлосигнальної функції багатоелементних оптичних сенсорів, створено нові методики компенсації нелінійностей матричних оптичних сенсорів і досліджено фактори, що впливають на результат. Наведено результати випробувань та порівняння ПЗЗ сенсорів.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено методикам вимірювання та обробки зображень атомно-емісійних спектрів; розглянуто розроблені способи обробки зображень, що базуються на особливостях атомно-емісійних спектрів; створено модель зображення емісійного спектра, зареєстрованого лінійними багатоелементними сенсорами.

У четвертому розділі розглянуто практичне використання запропонованих підходів; наведені приклади реального застосування створених методик обробки зображень на реальних спектрофотометричних даних; показана принципова можливість підвищення роздільної здатності через застосування запропонованих методик; зроблено аналіз результатів випробувань.

Практичне значення наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Єгорова С.А., полягає в тому, що він запропонував методики обробки, починаючи від обробки сигналів з багатоелементних сенсорів до вимірювання параметрів спектра, які дозволяють знизити нелінійність передавальної характеристики, підвищити в декілька разів динамічний діапазон, збільшити

роздільну здатність сенсора. Все це має вельми помітну практичну цінність і може бути використано в багатьох галузях науки і техніки.

Відомості про дотримання академічної доброчесності. Представлені в роботі результати не порушують правил академічної доброчесності. Запозичені результати інших авторів мають посилання на відповідне першоджерело. Дисертаційна робота та публікації автора, на яких вона базується, не мають ознак плагіату, фальсифікацій і повністю відповідають вимогам про дотримання академічної доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Було б добре при дослідженнях передавальних характеристик багатоелементних сенсорів більше уваги приділити фізиці процесів у напівпровідниках. Це, вочевидь, дозволило б більш обґрунтовано описати причини викривлень.

2. Використання вузькоспеціалізованих термінів спричиняє певний дискомфорт для неспеціалістів в даній галузі.

3. В дисертації, що викладено з акцентом на саме прикладну атомно-емісійну спектроскопію, непогано було б приділити більш уваги також можливостям використання напрацювань в інших галузях.

4. В розділі 2.2 бажано було б приділити більш уваги аналізу питання щодо точності вимірювання температури при використанні явища «гарячих пікселів/hot pixels».

Наведені недоліки мають рекомендаційний характер та не стосуються наукової новизни основних результатів роботи.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам

Вважаю, що дисертаційна робота Єгорова С.А. «Компенсація спотворень при вимірюванні параметрів атомно-емісійних спектрів, зареєстрованих багатоелементними оптичними сенсорами» є завершеною науковою працею, яка відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» (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 р., а її автор, Єгоров Сергій Анатолійович, заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент

Доктор фізико-математичних наук,
член-кореспондент НАН України, професор,
завідувач відділу радіоспектроскопії
ІРЕ ім. О. Я. Усикова НАН України

Сергій ТАРАПОВ

15.08.2023 р.

Підпис

доктора фізико-математичних наук,
члена-кореспондента НАН України, професора,
завідувача відділу радіоспектроскопії
ІРЕ ім. О. Я. Усикова НАН України Сергія ТАРАПОВА
засвідчую

Т. в. о. вченого секретаря

ІРЕ ім. О. Я. Усикова НАН України

кандидат фіз.-мат. наук



Ірина ЛУЦЕНКО