

ВІДГУК офіційного опонента

на дисертацію Єгорова Вадима Анатолійовича
“Підвищення метрологічних та експлуатаційних характеристик елементів та систем атомно-емісійного спектрального аналізу”, представленої до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізики приладів, елементів та систем

Актуальність теми дисертації. Атомно-емісійний спектральний аналіз (АЕСА) - це метод визначення хімічного складу речовини по спектру випромінювання його атомів під впливом джерела збудження (дуга, іскра, полум'я, плазма). Складність реалізації цього методу полягає в необхідності об'єднання в єдину систему низки різноманітних приладів, робота яких базується на законах фізики плазми, оптики, фізики твердого тіла та додаткових надбань з інших галузей знань і технологій. Це призводить до необхідності узгодження роботи даних приладів, зокрема, для мінімізації сумарної помилки вимірювань. Для реалізації цього треба комплексно підходити до вирішення проблеми покращення точності отримання кінцевого результату. Саме такий підхід був реалізовано в дисертаційній роботі Єгорова В.А. “Підвищення метрологічних та експлуатаційних характеристик елементів та систем атомно-емісійного спектрального аналізу”, в якій автор поєднує удосконалення кожного окремого компонента апаратури і їх взаємодії в цілому, що є в даному випадку найбільш продуктивним.

Підводячи підсумок вищесказаного можна сказати, що дана дисертаційна робота представляє безперечний науковий і практичний інтерес, а її актуальність не викликає сумніву.

Основна частина дисертаційної роботи Єгорова В.А. є результатом узагальнення досліджень, проведених автором в Інституті Радіофізики та електроніки ім. акад. О.Я. Усикова впродовж 2000 – 2020 р.р. у відповідності до планів держбюджетних науково-дослідних робіт НАН України. Тематика дисертаційної роботи безпосередньо пов'язана з основними науковими напрямками та найважливішими проблемами фундаментальних досліджень у

галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук НАН України на 2019 – 2023 роки.

В цілому дисертація складається зі вступу, п'яти розділів з рисунками та таблицями, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 197 сторінок.

В дисертації автором вирішується ряд задач, що торкаються всіх ланок процесу створення досконалих та водночас доступних апаратних засобів АЕСА, включаючи розробку способів формування розрядного струму в дугових плазмових джерелах спектру, аналіз і удосконалення оптичних елементів спектральних приладів, розробку багатоканальних спектральних камер і збільшення роздільної здатності та динамічного діапазону фотоприймачів, удосконалення методик обробки спектральних даних.

Наукова новизна дисертаційної роботи. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що автор вперше:

- розробив спосіб підвищення роздільної здатності багатоелементних фотоприймачів для спектральних досліджень із застосуванням зміщення спектру на частину пікселя, що дозволяє підвищити її аж до оптичної роздільної здатності спектрометра – незалежно від розмірів пікселів фотоприймача, експериментально отримана роздільна здатність 7 мкм, що у два рази менше ніж розмір пікселя фотоприймача – 14 мкм.
- розробив і впровадив методику вимірювання темного струму багатоканальних фотодетекторів, яка заснована на вимірюванні параметрів вихідного сигналу фотоприймача без застосування допоміжних сенсорів температури, що дозволяє суттєво зменшити вплив температури на точність фотометрування, експериментально отримана точність визначення температури фотоприймача краще ніж 1°C.
- запропонував провести лінеаризацію передавальної світлосигнальної функції фоточутливих приладів з зарядовим зв'язком (ПЗЗ), що не мають антиблумінгу, із застосуванням одночасної реєстрації на два сенсори з протилежними напрямками транспортування зарядів у зсувних регістрах, що

дозволило більш ніж у десять разів збільшити динамічний діапазон фотоприймачів.

У дисертаційній роботі автор удосконалив схемотехніку формування розрядного струму дугового генератора збудження спектру з підвищеною стабільністю та швидкодією, що дає змогу розширити діапазон енергій збуджуваних спектральних ліній, і отримати точність вимірювань що перевищує точність серійного генератора УГЭ-4, в три рази.

Також отримали подальший розвиток методи контролю нелінійних характеристик трактів накопичення та перенесення заряду фотоприймачів щодо виконання принципу взаємозамінності яскравості ліній і тривалості експозиції, що дозволило знайти пояснення порушенню закону взаємозамінності для малих рівнів експозицій ПЗЗ.

На основі оптичної схеми, що була спроектована, автор провів дослідження та розробив спектрогеліограф для спостереження Сонця одночасно у двох лініях спектра, що дозволяє отримувати одночасно два зображення сонячної фотосфери на різних її глибинах.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових результатів, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Слід відзначити, що в основі досліджень, які проведені у дисертаційній роботі, лежить загальна теорія атомно-емісійного спектрального аналізу, апробовані методи і способи. Розроблені елементи спектральних приладів базуються на теоретичних основах побудови імпульсних джерел живлення, стійкості систем зі зворотним зв'язком, принципах побудови електронних приладів, теоретичних методах розрахунку та комп'ютерному й експериментальному моделюванні. У більшості випадків достовірність та обґрунтованість підтверджуються також прямою відповідністю теоретичних і експериментальних результатів, отриманих на експериментальних макетах приладів. Тому, на мій погляд, можна стверджувати, що отримані в

дисертації наукові результати є достовірними і в достатній мірі обґрунтованими.

Практична значимість роботи обумовлена можливістю подальшого використання запропонованих рішень для удосконалення існуючих і подальшої розробки перспективних приладів атомно-емісійного спектрального аналізу, а також в суміжних областях оптичної спектроскопії, дистанційному зондуванні, одержанню зображень в інфрачервоному і радіодіапазоні. Серед практичних результатів дослідження варто відзначити наступні:

- Розробка і виготовлення дугового генератора збудження спектру з підвищеною стабільністю та швидкодією, що дає змогу розширити діапазон енергій збуджуваних спектральних ліній, і підвищити точність вимірювань.
- Розробка, проектування і виготовлення кількох варіантів спектроскопічних камер які використовуються разом з серійними спектрографами, що дозволило замінити фотографічну реєстрацію спектрів на фотоелектричну.
- Розробка методик визначення температури сенсорів, що значно зменшило вплив температури на результати аналізу.

Про практичне значення результатів досліджень автора додатково свідчить їх успішне використання на ряді підприємств і лабораторій України, що підтверджено рядом актів-впровадження.

Повнота викладених результатів в опублікованих роботах.

Матеріали дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані у 22 наукових працях, з них 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному спеціалізованому виданні, що входить до наукометричних баз даних Scopus і Web of Science, 8 наукових працях, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та 7 статей, що додатково відображають наукові результати дисертації.

Зміст автореферату дисертації у повній мірі відображає основний зміст дисертаційної роботи.

Робота не вільна від ряду недоліків, серед яких слід відзначити:

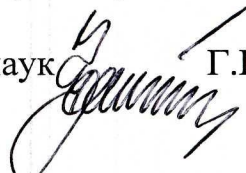
1. В роботі не приводяться характеристики зразків, що досліджуються. Зокрема, їх фізичний стан (тверде, рідке або газоподібне) і природа (органічна або неорганічна), а також їх електрична провідність. В цьому плані що треба робити, яка існує можливість і як зміниться структурна схема вимірювань спектральної характеристики таких зразків або середовищ ?
2. До недоліків роботи можна віднести також відсутність спроб автора провести систематизацію існуючих апаратних засобів і їх порівняння між собою.
3. Недостатню увагу автор приділив теоретичному опису процесів, що становлять сутність методу АЕСА. Зокрема, опису аналітичного сигналу, що показує зв'язок між інтенсивністю емісійної спектральної лінії і концентрацією елементів в зразках.
4. З огляду на значний практичний досвід автора, хотілося б більш чітко уявляти подальшу перспективу розвитку методу АЕСА в плані автоматизації процесу вимірювань, включаючи застосування інтелектуальних методів обробки даних із застосуванням методів машинного навчання.
5. І останнє. Автор провів величезну роботу, пов'язану з експериментальними дослідженнями, застосовуючи нові підходи і рішення. На жаль, відсутність патентів в списку літератури збіднює проведену автором роботу і отримані результати.

Висновки про відповідність дисертації вимогам МОН України.

Проте, зазначені недоліки не впливають на загальну високу позитивну оцінку рецензованої дисертаційної роботи. Тому, підсумовуючи вищезазначене, вважаю, що дисертаційна робота Єгорова В.А. "Підвищення метрологічних та експлуатаційних характеристик елементів та систем атомно-емісійного спектрального аналізу" є завершеним науковим дослідженням, у якому отримані нові результати, повністю відповідає сучасним вимогам до

кандидатських дисертацій, а її автор Єгоров В.А. заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізики приладів, елементів та систем.


Офіційний опонент,
професор кафедри фізичних основ електронної
техніки Харківського національного університету
радіоелектроніки,
професор, доктор фізико-математичних наук

 Г.І. Чурюмов

Підпис доктора фіз.-мат. наук, професора Чурюмова Г.І. засвідчую:

Учений секретар Харківського
національного університету
радіоелектроніки



 І.В. Магдаліна

28 квітня 2021 року

Відгук вернено 28 квітня 2021 р

Учений секретар спецради

