

О Т З Ы В

На автореферат диссертации Поповой Анны Николаевны на тему «Методы повышения точности атомно-эмиссионного спектрального анализа для приборов с системами регистрации на основе фотоприемников с зарядовой связью», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

Одновременно с развитием технологий получения материалов и покрытий с заданными функциональными свойствами развивались многоэлементные методы количественного анализа (в том числе эмиссионный спектральный анализ, где явление эрозии поверхности твердой фазы при контакте с плазмой используется для определения ее элементного состава), чему способствовало также развитие микро- и оптоэлектроники, поскольку определение массовых концентраций и массовых долей содержания компонентов является важнейшей задачей контроля параметров состава веществ и материалов в технологическом процессе получения многокомпонентных структур, металлов, сплавов, изделий с заданным составом, функциональными свойствами и качеством. Также эмиссионный спектральный анализ, обеспечивающий экспрессное высокочувствительное исследование широкого линейного диапазона зависимости интенсивности спектральных линий от концентрации, возможность возбуждения спектра материалов с различными физикохимическими свойствами (в том числе биоматериалов), дает возможность объективного решения спорных вопросов в сфере юридических и экономических отношений. Таким образом, тема диссертации Поповой А.Н. относится к числу актуальных проблем научных исследований по приоритетным направлениям развития науки.

Поставленная цель - разработка новых математических алгоритмов обработки эмиссионных спектров многокомпонентных веществ для улучшения метрологических характеристик спектральных приборов за счет уменьшения случайных и систематических ошибок измерений достигнута автором путем решения следующих задач: корректно решена задача учета величины фонового излучения плазмы на длинах волн аналитических линий определяемых элементов; для определения истинных значений интенсивностей аналитических линий (вблизи верхнего предела ПЗС) использованы массивы данных покадровой съемки этих интенсивностей; при исследовании эмиссионных спектров на основе анализа физико-химических процессов на поверхности пробы и в плазме выявлено влияние примесных и легирующих элементов на определение элементного состава веществ; для разработки новых методик определения элементного состава веществ применены современные математические и статистические методы обработки информации.

Разработанные Поповой А.Н. методики, алгоритмы и способы, обладают всеми необходимыми элементами научной новизны:

1. Получен алгоритм точного учета фонового излучения плазмы в месте расположения аналитических линий, который позволяет добиться существенного уменьшения СКО при определении низких содержаний примесей в пробах; при заводской калибровке серийно производимого прибора обойтись максимум двумя стандартными образцами.

2. Разработан способ заводской калибровки спектрометров, впервые учитывающий нелинейные физические эффекты, влияющие на регистрируемую интенсивность аналитической линии определяемого элемента и на достоверность проводимых исследований.

3. Разработана новая информационная модель связи регистрируемых сигналов эмиссионного спектрального анализа с параметрами процессов и явлений, которые имеют место в рабочих условиях прибора при воздействии на исследуемый образец.

4. Предложен новый математический алгоритм, основанный на том, что зависимость величины соответствующей поправки к концентрации определяемого элемента в пробе от

интенсивности его спектральной линии является нелинейной. В отличие от существующих методов, разработанный алгоритм базируется на современных способах обработки информации и физических моделях.

5. Созданы новые методики построения единых градуировочных кривых для определения элементного состава веществ с различными физико-химическими свойствами, которые (методики) обеспечивают проведение элементного анализа с точностью и чувствительностью, удовлетворяющими и превосходящими современные стандарты.

Созданные и обоснованные Поповой А.Н. с использованием средств фундаментальной физики информационные модели, математические алгоритмы обработки спектральной информации, оптимизирующие программное обеспечение спектрометрического оборудования, обеспечивают резкое снижение количества используемых стандартных образцов, увеличение чувствительности методов атомно-эмиссионной спектроскопии, улучшение сходимости результатов измерений. И, как следствие, дают улучшение аналитических возможностей, улучшение эксплуатационных свойств, увеличение ресурса работы, повышение надежности спектрального эмиссионного аналитического оборудования, это реальный способ сократить временные затраты на проведение анализа, упростить процедуры юстировки и калибровки приборов, снизить их энергопотребление. Также Поповой А.Н. в соавторстве получен патент «Способ измерения параметров спектральных линий при определении содержания примесей в металлах и сплавах», который обеспечивает существенное уменьшение среднеквадратичного отклонения при определении низких содержаний примесей в пробах; уменьшение предела обнаружения примесного элемента в пробе в случае, когда ошибка при учете фонового излучения плазмы превышает 3σ фона, а также обеспечивает использование при заводской калибровке серийно производимого прибора всего двух стандартных образцов, с помощью которых находятся по алгоритму рекалибровки параметры линейного преобразования интенсивности аналитической линии примесного элемента. Результаты диссертационного исследования внедрены в ООО «ИВС», что подтверждается соответствующим актом о внедрении от 25.06.2024 г. Попова А.Н. также приняла участие в работе над грантом «Композиционные наноструктуры для плазменной энергетики и нанодиагностики» в составе научного коллектива кафедры общей и технической физики Санкт-Петербургского горного университета, и результаты этой работы утверждены Российским научным фондом.

При подготовке автореферата и диссертационной работы использована обширная и актуальная источниковая база, включающая исследования советских, российских и иностранных ученых, а также общедоступные спектральные данные аналитических линий элементов из российских и иностранных баз стандартов. Методология исследования тщательно проработана, все этапы исследования прописаны достаточно полно. Полученные Поповой А.Н. экспериментальные данные соответствуют теоретическим и практическим фундаментальным положениям по направлению.

Замечания.

1. Специфическая терминология, сокращения и аббревиатуры в тексте диссертации и автореферата использованы максимально корректно, однако сокращение «ПО», применяемое для обозначения пределов обнаружения, сходно до степени смешения с общепринятым сокращением «ПО» («программное обеспечение»). Это не является недостатком работы или неверным использованием сокращения, поскольку само оно вынесено в список сокращений Приложения «А» к диссертационной работе.

2. Возможно, было бы необходимым упоминание того, в каком программном пакете проводились построение и обработка графиков зависимостей интенсивности от концентрации и др.

Автореферат подготовлен автором с использованием общепринятой научной терминологии и правильно структурирован, написан хорошим техническим языком. Необходимо отдельно отметить отсутствие грамматических ошибок в тексте. Однако, размещение формул и иллюстраций на двух вклейках в конце документа несколько затрудняет восприятие информации.

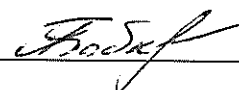
Указанные замечания несколько не снижают научной ценности излагаемого

материала.

Диссертация «Методы повышения точности атомно-эмиссионного спектрального анализа для приборов с системами регистрации на основе фотоприемников с зарядовой связью», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Попова Анна Николаевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.
Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
К.т.н., Доцент кафедры микро- и нанoeлектроники

Бобков Антон Алексеевич



17.09.2024

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И.
Ульянова (Ленина)» 197022, г. Санкт-Петербург, ул.
Профессора Попова, д. 5, лит. Ф.
Тел.: +7 (952) 364-87-71
email: aabobkov@etu.ru

