

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Поповой Анны Николаевны «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

В условиях осуществляемых в отношении России санкционных мероприятий и для достижения ее технологического суверенитета необходимо, в частности, развивать методические основы, а также приборную базу для определения физико – химических характеристик различных материалов. Одной из таких важных задач является совершенствование отечественных приборов для определения элементного состава веществ и их методического обеспечения. Наиболее распространенным из экспрессных методов при этом является атомный эмиссионный анализ. Автор предлагает модернизацию методик анализа элементного состава сплавов, а также непроводящих веществ, которая позволяет существенно улучшить качественные показатели измерений. Таким образом, в работе поставлена **актуальная научно-техническая задача** оптимизации атомного эмиссионного спектрального анализа, результаты которой в настоящее время внедряются на российских предприятиях.

В диссертации Поповой А.Н. разработаны и успешно апробированы на серийно выпускаемых отечественных эмиссионных спектрометрах, применяемых для элементного анализа сплавов, горных пород, руд, почв и осадков, **новые методики**, базирующиеся на современных способах обработки информации и физических моделях. Эти методики позволяют в разы снизить количество используемых стандартных образцов, увеличить чувствительность методов атомно-эмиссионной спектроскопии, а также сходимость результатов измерений:

- методика учета влияния фонового излучения плазмы, включающая алгоритм точного учета фонового излучения плазмы в месте расположения аналитических линий, который позволяет существенно уменьшить СКО при определении низких содержаний примесей в пробах; при заводской калибровке серийно производимого прибора использовать не несколько десятков СО, а максимум два;

- новая информационная модель связи регистрируемых сигналов эмиссионного спектрального анализа с параметрами процессов и явлений, происходящих непосредственно в рабочей камере прибора;

- новый способ заводской калибровки спектрометров, в котором впервые учтены нелинейные физические эффекты, влияющие на регистрируемую интенсивность

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-481 от 25.09.24  
АУ УС

аналитической линии определяемого элемента и на достоверность проводимых исследований;

- метод нелинейного учета влияния «третьих» элементов из первых принципов, который применим к любым типам веществ, включающий новый математический алгоритм, в основе которого лежит нелинейная зависимость величины соответствующей поправки к концентрации определяемого элемента в пробе от интенсивности его спектральной линии;

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

- математический метод расширения динамического диапазона регистрирующих ПЗС-элементов, основанный на использовании ранее не востребованной информации об интенсивностях аналитических линий, получаемой в процессе измерения.

Разработанные Поповой А.Н. методики обработки спектральной информации для приборов атомного эмиссионного анализа позволяют достигнуть существенного улучшения аналитических возможностей и эксплуатационных свойств данных приборов, повысить эффективность их использования - сократить время, затрачиваемое на проведение серии исследований, упростить процедуру калибровки, снизить энергопотребление, значительно – до 10 раз - сократить потребление расходных материалов (в первую очередь, таких, как применяемый для продувки аргон высокой чистоты), в разы снизить затраты на приобретение комплектов государственных стандартных образцов или изготовление стандартных образцов предприятия.

Тем не менее, по автореферату есть несколько замечаний:

1. Не совсем ясен физический смысл величин, представленных на Рис. 4, а также сложной зависимости этих величин от относительной интенсивности спектральной линии.
2. Неясно также, откуда берется информация для восстановления «истинной» интенсивности в случае, когда она превышает предел ПЗС. Ведь при поккадровой съемке соответствующие кадры дают одно и то же значение интенсивности, равное этому пределу.

Сделанные замечания не затрагивают основных выводов и результатов работы.

Описанное в автореферате исследование представляет собой цельную, законченную научную работу, удачно сочетающую теоретические исследования (включая физическое и математическое моделирование), и успешное экспериментальное

подтверждение полученных теоретических результатов. И теоретические, и практические результаты успешно апробированы на различных международных конференциях и отражены в достаточном количестве публикаций в российских и международных журналах с высоким рейтингом, о чем свидетельствует упоминание данных работ в итоговых отчетах признанных иностранных научных сообществ. Помимо этого, в соавторстве получен патент. Результаты диссертационного исследования внедрены в производственный процесс отечественного научно-технического предприятия.

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.



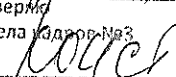
Николай Александрович Тимофеев  
профессор, доктор физико-математических наук,  
заведующий кафедрой оптики,  
физический факультет,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
университет»

Адрес: 198504, Петергоф, ул. Ульяновская, д. 3, корп. Б, каб. 123

Телефон: 428-44-84

Электронная почта: [n.timofeev@spbu.ru](mailto:n.timofeev@spbu.ru) [niktimof@yandex.ru](mailto:niktimof@yandex.ru)

Личную подпись  
Н.А. Тимофеева  
заверил  
О. начальника отдела кадров №3  
И. Константинова



Текст документа размещен  
в открытом доступе  
на сайте СПбГУ по адресу  
<http://spbu.ru/science/expert.html>