

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.09.2024 № 12

О присуждении Поповой Анне Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы повышения точности атомно-эмиссионного спектрального анализа для приборов с системами регистрации на основе фотоприемников с зарядовой связью» по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды принята к защите 23.07.2024, протокол заседания № 6, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм (с изменениями от 31.08.2023 №1193 адм, с изменениями от 30.07.2024 №1212 адм).

Соискатель, Попова Анна Николаевна, 24 августа 1978 года рождения, в 2001 г. окончила Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет) по специальности «Лазерная техника и лазерные технологии (оптотехника)».

С 01.10.2018 г. по 04.07.2024 г. являлась аспирантом очной формы обучения кафедры общей и технической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России. Справка об обучении в аспирантуре выдана 18 июня 2024 г.

Работает инженером I категории кафедры практических навыков и опыта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре общей и технической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор **Мустафаев Александр Сеит-Умерович**, профессор, заведующий кафедрой общей и технической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Марголин Владимир Игоревич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры, профессор кафедры;

Махмудов Хайрулло Файзуллаевич – кандидат физико-математических наук, федеральное государственное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, лаборатория физики прочности, ведущий научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук**, г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном заведующим лабораторией диагностики плазмы, кандидатом технических наук **Пинчуком Михаилом Эрнестовичем**, и секретарем заседания, заведующим лабораторией газодинамических импульсных систем, кандидатом технических наук **Будиным Александром Васильевичем** и утвержденном заместителем директора, кандидатом технических наук **Поповым Виктором Евгеньевичем**, указала, что Поповой Анной Николаевной разработаны новые модели обработки первичной информации и оптимальные методики анализа металлов и сплавов, решающие актуальные задачи атомного эмиссионного спектрального анализа.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ, в том числе в 3 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 5 статьях – в изданиях, входящих в

международные базы данных и системы цитирования (Scopus, WoS).
Получен 1 патент.

Общий объем – 7,2 печатных листов, в том числе 4,8 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Сырков А.Г. Наноструктурное регулирование и взаимосвязь водоотталкивающих защитных свойств покрытий на стали / Сырков А.Г., **Попова А.Н.**, Плескунов И.В., Кулешов Е.Н. // Записки Горного института. – 2006. – Т. 167. № 1. – С. 299-301.

Соискателем получена и проанализирована зависимость защитных свойств от водоотталкивающих свойств (гидрофобности) для ряда однослойных покрытий на стали, содержащих наноструктурированный металлический порошок-наполнитель с кремнийорганической пленкой на поверхности, и проведено сравнение с известной зависимостью для покрытий без наполнителя.

2. Sukhomlinov V.S. Accounting for the Effects of Third Elements in the Emission Spectral Analysis and Construction of Global Analytical Techniques / Sukhomlinov V.S., Mustafaev A.S., **Попова А.Н.**, Koubaji H. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1384. – I. 1. № 012054 (Сухомлинов В.С. Учет влияния третьих элементов в эмиссионном спектральном анализе и построение глобальных аналитических методик / Сухомлинов В.С., Мустафаев А.С., **Попова А.Н.**, Кубаджи Х. // Журнал физики: серии конференций». – 2019. – Т. 1384. – В. 1. – № 012054.)

Соискателем проанализированы спектры стальных образцов, полученные с помощью эмиссионных спектрометров с искровым возбуждением спектров и предложен метод построения «глобальных» градуировок при анализе сплавов, учитывающий так называемое влияние «третьих» элементов.

3. **Попова А.Н.** Development of new plasma technology methods in synthetic materials production and research / **Попова А.Н.**, Kison V.E., Sukhomlinov V.S., Mustafaev A.S.// Materials Science Forum. – 2021. Vol. 1040. PP. 87–93 (**Попова А.Н.** Разработка новых методов плазменной технологии в производстве и исследовании синтетических материалов / **Попова А.Н.**, Кисон В.Э., Сухомлинов В.С., Мустафаев А.С. // Форум по материаловедению. – 2021. Т. 1040 MSF, № 932021. С. 87-93).

Соискателем проведена экспериментальная проверка разработанной им методики определения концентрации меди, углерода, алюминия, титана и фосфора для исследования стандартных образцов различных сплавов на основе железа, проанализированы полученные результаты, установлено, что они хорошо согласуются с разработанной методикой.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. **Popova A.N.** Determination of the Composition of Chalkogenid Glasses As_xSe_{1-x} by the Method of X-Ray Fluorescent Analysis / **Popova A.N.**, Lomakina E.S., Egorova A.Yu. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1384. – I. 1. – № 012009 (**Попова А.Н.** Определение состава халькогенидных стекол As_xSe_{1-x} методом рентгенофлуоресцентного анализа / **Попова А.Н.**, Ломакина Е.С., Егорова А.Ю. // «Журнал физики: серии конференций». – 2019. – Т. 1384. – В. 1. – № 012009).

Соискателем установлены и проанализированы зависимости концентраций мышьяка и селена в образцах халькогенидных стеклообразных полупроводников As_xSe_{1-x} полученные методом рентгенофлуоресцентного анализа.

5. **Popova A.N.** Scientific school of plasma nanotechnologies and plasma power engineering in Mining university / **Popova A.N.**, Klimenkov B.D., Grabovskiy A.Y. // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Prikladnaya Nelineynaya Dinamika. – 2021. – V. 29. – I. 2. – p. 317-336 (**Попова А.Н.** Научная школа плазменных нанотехнологий и энергетики Горного университета / **Попова А.Н.**, Клименков Б.Д., Грабовский А.Ю. // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2021. – Т.29. – Вып. 2. – С. 317-336).

Соискателем проведено пионерское, масштабное теоретическое исследование деятельности научной школы физики плазмы Ленинградского горного института-Санкт-Петербургского горного университета, с отражением её научных контактов, прорывных научных открытий, преемственности в последних разработках в области плазменных нанотехнологий и энергетики, участия в новых прикладных междисциплинарных направлениях, возникающих при решении фундаментальных задач.

6. **Popova A.N.** Accounting for interelement interferences in atomic emission spectroscopy: A nonlinear theory / **Popova A.N.**, Sukhomlinov V.S., Mustafaev A.S. // Applied Sciences (Switzerland). – 2022. – Vol. 11. – I. 23. № 11237 (**Попова А.Н.** Учет межэлементных влияний в атомно-эмиссионной спектроскопии: нелинейная теория / **Попова А.Н.**, Сухомлинов В.С.,

Мустафаев А.С. // Многопрофильный Цифровой Издательский институт. Прикладные науки. – 2021. – Т. 11. – В. 23. – № 11237).

Соискателем разработана нелинейная теория влияния «третьих» элементов на результаты анализа элементного состава веществ методом атомно-эмиссионной спектроскопии, основанная на предположении, что существует произвольная зависимость между интенсивностью аналитической линии аналита и концентрацией примесей и легирующих элементов. Теория была им проверена на модельной задаче и экспериментально с использованием спектрометров «СПАС-05»; установлено, что полученные результаты хорошо согласуются с разработанной методикой. Даны рекомендации к ее использованию.

7. Mustafaev A.S. A New Technique of Eliminating the Actual Plasma Background When Calibrating Emission Spectrometers with a CCD Recording System / Mustafaev A.S., **Popova A.N.**, Sukhomlinov V.S. // Applied Sciences (Switzerland). – 2022. – Vol. 12. – I. 6. № 2896 (Мустафаев А.С. Новый метод учета влияния фонового излучения плазмы при калибровке эмиссионных спектрометров с системой записи на фотоприемниках с зарядовой связью (ПЗС) / Мустафаев А.С., **Попова А.Н.**, Сухомлинов В.С. // Многопрофильный Цифровой Издательский институт. Прикладные науки. – 2022. – Т. 12. – В. 6. – № 2896).

Соискателем разработана новая методика точного учета фонового излучения плазмы при эмиссионном спектральном анализе с использованием стандартных данных, полученных в процессе регистрации линии аналита, осуществляемой фотоприемниками системы регистрации спектрометра, которая также позволяет воспроизводить калибровочные кривые в спектрометрах одного типа путем линейного преобразования интенсивности (с использованием только двух образцов) а также определены условия применимости традиционного метода калибровки эмиссионного спектрометра по линейному преобразованию интенсивности аналитической линии. Методика апробирована соискателем на искровых спектрометрах «СПАС-02» и «СПАС-05».

8. **Popova A.N.** A New Intensity Adjustment Technique of Emission Spectral Analysis When Measured at the Upper Limit of the Dynamic Range of Charge-Coupled Devices / **Popova A.N.**, Sukhomlinov V.S., Mustafaev A.S. // Applied Sciences (Switzerland). – 2022. – Vol. 12. – I. 13). № 6575 (**Попова А.Н.** Новый метод корректировки интенсивности эмиссионного спектрального анализа при измерении на верхней границе динамического диапазона приборов с зарядовой связью / **Попова А.Н.**, Сухомлинов В.С.,

Мустафаев А.С. // Многопрофильный Цифровой Издательский институт. Прикладные науки. – 2022. – Т. 12. – В. 13. – № 6575).

Соискателем разработан метод математической коррекции измерения интенсивности спектральных линий с помощью ПЗС для атомно-эмиссионной спектроскопии при наличии эффекта блуминга. Им разработана математическая модель и предложен алгоритм определения измеряемой интенсивности аналитических линий вблизи верхней границы фотоприемника в дополнение к алгоритму обработки данных, поступающих от системы регистрации спектров. Предложенный математический алгоритм успешно опробован соискателем экспериментально при определении химического состава сталей путем внедрения в программное обеспечение искровых спектрометров «СПАС-02» и «СПАС-05» (Россия).

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

9. Патент № 2790797 Российская Федерация, СПК G01J, 3/443 (2023.01). Способ измерения параметров спектральных линий при определении содержания примесей в металлах и сплавах: №2022114121: заявл. 26.05.2022 : опубл. 28.02.2023 / Мустафаев А.С.-У., Сухомлинов В.С., **Попова А.Н.**, Бровченко И.В.; заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 16 с.

Соискателем разработан способ измерения параметров эмиссионных спектров примесей в металлах и сплавах для определения их концентраций при помощи алгоритмического метода коррекции сигнала, регистрируемого спектральными приборами, с учетом фонового излучения плазмы, возникающей в рабочей камере спектрометра.

Апробация основных положений и результатов исследований диссертационной работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами: 10 конференций и семинаров, в том числе

- Международной научно-технической конференции «Электротехнические комплексы и системы (UralCon 2023)» (2023 г.), г. Магнитогорск;

- Международном семинаре «Нанозифика и наноматериалы» (2023 г.), г. Санкт-Петербург;

- IV Международной конференции «Газоразрядная плазма и синтез наноструктур» (2023 г.), г. Казань.

Диссертационная работа выполнена в рамках тематики научных исследований кафедры общей и технической физики Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II «Композиционные наноструктуры для плазменной энергетики и нанодиагностики» (грант Российского научного фонда, проект № 21-19-00139, завершен).

Результаты исследования внедрены в ООО «ИВС», что подтверждается соответствующим актом о внедрении от 25.06.2024 г.

В диссертации Поповой Анны Николаевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

В.О. Некучаева, д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой физики и высшей математики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет»;

Г.Б. Рагимханова, к.ф.-м.н., заместителя декана физического факультета, доцента кафедры физической электроники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дагестанский государственный университет»;

М.Ш. Гарифуллина, д.т.н., доцента, профессора кафедры «Электроэнергетические системы и сети» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»;

И.Д. Кучука, к.х.н., генерального директора ООО «КемКонсалт»;

Д.И. Долженко, к.ф.-м.н., старшего преподавателя Высшей школы электроники и микросистемной техники Института электроники и телекоммуникаций федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)».

А.А. Бобкова, к.т.н., доцента кафедры микро- и наноэлектроники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»);

Н.А. Тимофеева, д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой оптики физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. Требуется пояснений ступенчатый вид спектра на рисунках 1 и 5

автореферата (скриншоты программного обеспечения спектрометров «СПАС») **(к.ф.-м.н. Г.Б. Рагимханов)**;

2. Какие единицы измерения отражены на вертикальной оси на скриншоте программного обеспечения спектрометров «СПАС» на рисунках 1 и 5 автореферата? На горизонтальной оси, вероятно, отражены длины волн [нм] **(к.ф.-м.н. Г.Б. Рагимханов)**;

3. В диссертации объектом применения разработанных методик стала задача определения элементного состава твердых проб сталей и сплавов, в автореферате хорошо было бы более подробно указать и обосновать какие металлы и сплавы были выбраны для экспериментальной проверки, а в диссертации показать особенности влияния на свойства сталей различных примесей, и как следствие, причин строгой регламентации их содержания **(к.х.н. И.Д. Кучук)**;

4. 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 **(к.т.н. А.А. Бобков)**;

5. Возможно, было бы необходимым упоминание того, в каком программном пакете проводились построение и обработка графиков зависимостей интенсивности от концентрации и др. **(к.т.н. А.А. Бобков)**;

6. Представляет определенный интерес сравнение полученных автором результатов исследования сталей и сплавов с результатами, полученными другими сходными методами – методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, а также методами атомно-абсорбционной спектроскопии, масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы, атомно-эмиссионной спектрометрии микроволновой плазмы и традиционными химическими методами, хотя бы для определения концентраций ряда ключевых элементов. Но надо отметить, что это не критическое замечание, а, скорее, пожелание для дальнейшего направления работы с целью распространения полученных результатов и на другие сходные методы **(д.т.н. М.Ш. Гарифуллин)**;

7. В тексте автореферата недостаточно рассмотрен вопрос отражения вклада иностранных авторов в решаемые проблемы, однако в диссертационной работе необходимая информация об этом присутствует, несмотря на некоторую очевидную «закрытость» информации, связанную с

коммерческой тайной зарубежных предприятий-изготовителей эмиссионных спектрометров (д.ф.-м.н. В.О. Некучаев);

8. В автореферате не указано, какое количество линеек ПЗС используется в спектрометрах «СПАС»? Охватывают ли фотодетекторы весь диапазон, необходимый для проведения анализов по ГОСТ? (д.ф.-м.н. В.О. Некучаев);

9. Не совсем ясен физический смысл величин, представленных на Рис. 4, а также сложной зависимости этих величин от относительной интенсивности спектральной линии (д.ф.-м.н. Н.А. Тимофеев);

10. Неясно также, откуда берется информация для восстановления «истинной» интенсивности в случае, когда она превышает предел ПЗС. Ведь при покадровой съемке соответствующие кадры дают одно и то же значение интенсивности, равное этому пределу (д.ф.-м.н. Н.А. Тимофеев).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые методы выбора оптимальных способов математической обработки первичной информации системы регистрации эмиссионных спектрометров на основе ПЗС при определении концентраций примесных и легирующих элементов для последующего использования этих способов в работе программного обеспечения приборов данного типа;

предложены оригинальные научно-методические и технологические подходы к способам определения концентраций примесных элементов в сталях и сплавах и процессу калибровки оборудования атомного эмиссионного спектрального анализа;

доказана перспективность применения созданных методов учета спектральных данных и построения единых градуировочных кривых для определения элементного состава веществ с различными физико-химическими свойствами;

введены новые информативные параметры для обработки регистрируемых сигналов и построения градуировочных зависимостей в атомном эмиссионном спектральном анализе.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны научные положения, вносящие вклад в расширение общепринятых представлений атомной эмиссионной спектроскопии об учете фонового излучения плазмы, расширении динамического диапазона фотоприемников с

зарядовой связью, о теории влияния «третьих» элементов на результаты спектрального анализа.

Применительно к проблематике диссертации результативно **использован** системный подход, базирующийся на понимании физико-химических процессов, протекающих в ходе воздействия газового разряда на твердые металлические образцы, дополненный современными математическими и статистическими методами обработки информации; **изложены** условия применимости разработанных физических и информационных моделей, методов, способов и математических алгоритмов в зависимости от типа анализируемого вещества и определяемых элементов; **раскрыты** проблемы и противоречия корректного количественного анализа состава веществ в атомной эмиссионной спектроскопии; **изучены** существующие методы обработки данных эмиссионных спектров веществ, особенности их применения, влияние на них различных технических факторов и конструкционных особенностей приборов; **проведена** модернизация традиционных способов интерпретации спектральных данных, обеспеченных применением существующих математических алгоритмов;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены новые математические алгоритмы обработки спектральных данных, позволяющие оптимизировать программное обеспечение приборов атомного эмиссионного спектрального анализа, что подтверждается актом о внедрении на предприятии ООО «ИВС»;

определены условия применимости и перспективы практического использования разработанных математических алгоритмов в работе промышленных лабораторий спектрального анализа и предприятий, производящих эмиссионные спектрометры;

созданы методики атомного эмиссионного спектрального анализа, позволяющие наиболее верно отразить связь регистрируемых сигналов оптического излучения с основополагающими факторами, характеризующими процессы и явления, происходящие в процессе воздействия плазмы газового разряда на анализируемое вещество в рабочей камере прибора, тем самым существенно повысив чувствительность и точность проводимых измерений;

представлены рекомендации для применения разработанных математических алгоритмов в виде подключаемых блоков программного обеспечения при модернизации имеющихся или проектировании новых спектральных приборов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования для твердых образцов различных марок сталей, результаты получены на сертифицированных спектрометрах серийного производства, калибровки по разработанным методикам обоснованы;

теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т.ч. для предельных случаев, хорошо согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертационного исследования и смежным направлениям, таким как физика плазмы, оптика, материаловедение;

идея базируется на результатах анализа и обобщения опыта в области диагностики плазмы, оптического приборостроения, подходов к регистрации и обработке оптических и электрических сигналов;

использованы для сравнения опубликованные в российской и зарубежной печати научные разработки и расчетные данные о зависимостях интенсивности регистрируемого излучения от концентрации примесных и матричных элементов в твердых образцах (а также, аналогично, зависимости концентрации от интенсивности), применяемые в атомном эмиссионном спектральном анализе, стандартные методики их определения, справочные сведения по содержанию микропримесей в аттестованных государством стандартных образцах, данные о производимом спектральном оборудовании;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых отечественных и зарубежных источниках по данной тематике в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации в контексте поставленных и решенных в диссертации задач.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования, планировании, подготовке и осуществлении теоретических исследований и экспериментальных работ; обобщении и обработке полученных экспериментальных данных; формулировании основных научных положений и выводов к работе, написанию и подготовке к публикации текстов научных работ, диссертационного исследования и автореферата. Информационные модели, созданные и обоснованные соискателем с использованием средств фундаментальной физики, позволяют существенно снизить количество используемых стандартных образцов, увеличить чувствительность методов атомно-эмиссионной спектроскопии, а также сходимость результатов

измерений. Все основные результаты диссертации получены либо лично автором, либо при его непосредственном участии. Основные результаты, положения и рекомендации, изложенные в диссертационной работе, представлены в научных публикациях и на профильных конференциях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Попова А.Н. исчерпывающе ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела убедительную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 27 сентября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить **Поповой Анне Николаевне** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке методов повышения точности атомно-эмиссионного спектрального анализа для приборов с системами регистрации на основе фотоприемников с зарядовой связью, имеющей важное стратегическое значение для развития технологий производства и исследования уже существующих и новых перспективных материалов в рамках программ импортозамещения и поддержания технологического суверенитета (в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 18.06.2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий», перечень II «Сквозные технологии», п. 26 «Технологии создания отечественных средств производства и научного приборостроения»).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Назарычев
Александр Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Устинов
Денис Анатольевич

27.09.2024 г.