

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 32.1.009.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»

(ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)

ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 19.02.2026г. № 2-26

О присуждении Саакяну Араму Вагановичу гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов абсорбционной, флуоресцентной и рамановской спектроскопии с хемометрической обработкой данных для анализа жидких сред и аэрозолей» по специальности 2.2.4 – Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки) принята к защите 17.12.2025г. (протокол заседания № 6-25) диссертационным советом 32.1.009.01, созданным на базе Федерального бюджетного учреждения «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии - Ростест» (ФБУ "НИЦ ПМ - Ростест") Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, 119361, Москва, ул. Озерная, 46, приказ о создании диссертационного совета № 426/нк от 26 мая 2025 г.

Соискатель **Саакян Арам Ваганович** 14.08.1997 года рождения, в 2021г. окончил Ереванский государственный университет по направлению подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии. В 2025 г. окончил очную аспирантуру Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет) по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (кафедра нанометрологии и наноматериалов). Работает в должности инженера-программиста лаборатории аналитической спектроскопии и метрологии наночастиц Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГБУ «ВНИИОФИ»).

Диссертация выполнена на кафедре нанометрологии и наноматериалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-

технический институт (национальный исследовательский университет)».

Научный Руководитель – доктор технических наук, Левин Александр Давидович, профессор кафедры нанометрологии и наноматериалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

– Прокунин Сергей Викторович, доктор технических наук, заместитель начальника научно-исследовательского отделения физико-химических и электрических измерений Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»);

– Мигаль Павел Вячеславович, кандидат технических наук, заместитель директора по науке Уральского научно-исследовательского института метрологии – филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии» им. Д.И. Менделеева (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук» (ФИЦ ХФ РАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Надточенко В.А., доктором химических наук, профессором, руководителем отдела динамики химических и биологических процессов и утвержденном и.о. директора доктором физико-математических наук Ивановым В.С., указала что в диссертационной работе изложены новые научно обоснованные методы и технические решения в области оптической спектроскопии и хемометрического анализа данных.

В работе впервые построена и экспериментально проверена модель машинного обучения, позволяющая классифицировать аэрозольные частицы чёрного углерода по источникам выбросов на основе спектров абсорбции. Предложен и реализован метод градуировки спектрометров комбинационного рассеяния по фотометрической шкале в приборно-независимых единицах с использованием образцов сравнения из вещества, обладающего характерными линиями комбинационного рассеяния. Определены информативные фрагменты спектров флуоресценции и комбинационного рассеяния и на их основе построены модели машинного обучения для анализа образцов бренди

и конъюнктивной продукции с последующей обработкой методами хемометрики и машинного обучения. Отмечено, что разработано прикладное программное обеспечение, реализующее основные методы хемометрики и машинного обучения, адаптированное для обработки спектральных данных.

В отзыве также отмечено, что результаты и выводы диссертационной работы могут быть рекомендованы для использования при разработке методических рекомендаций по градуировке фотометрической шкалы спектрометров комбинационного рассеяния с применением образцов сравнения. При этом рекомендуется предварительно оценить показатели точности такой градуировки для различных типов образцов сравнения. Указано, что разработанный в диссертации алгоритм классификации аэрозольных частиц чёрного углерода по источникам выбросов целесообразно внедрить в программное обеспечение разрабатываемого ФГБУ «ВНИИОФИ» аэталометра с последующей апробацией на реальных пробах атмосферного воздуха. Кроме того, отмечена возможность использования разработанного программного пакета «Интелл-Спектр» в аналитических лабораториях, применяющих методы, основанные на анализе оптических спектров.

В отзыве указывается, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, а ее автор, Саакян Арам Ваганович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки).

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 статьи в российских рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, 4 тезисов докладов на научно-технических конференциях и получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Саакян А. В., Левин А. Д. Программное обеспечение для обработки спектральных данных методами хемометрики и машинного обучения // Аналитика: научно-технический журнал. — 2024. — Т. 14, № 2. — С. 154–160. — DOI: <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2024.14.2.154.160>.
2. Юшина А. А., Аленичев М. К., Саакян А. В., Левин А. Д. Мера волновых чисел рамановских сдвигов и возможности ее применения для количественного анализа // Эталон. Стандартные образцы. — 2025. — Т. 21, № 1. — С. 22–37. — DOI: <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-1-22-37>.

3. Саакян А. В., Аленичев М. К., Левин А. Д. Характеризация коньяков и виноградных бренди по спектрам флуоресценции, обработанным с помощью методов машинного обучения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2023. — Т. 89, № 10. — С. 25–33. — DOI: <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-10-25-33>.

4. Саакян А. В., Юшина А. А., Левин А. Д. Классификация бренди и коньячной продукции по географическому происхождению и сроку выдержки с использованием спектроскопии комбинационного рассеяния и машинного обучения // Измерительная техника. — 2023. — № 3. — С. 33–38. — DOI: <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-3-33-38>.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и обосновании научно-методических и прикладных решений в области обработки и интерпретации спектров абсорбции, флуоресценции и комбинационного рассеяния с применением хемометрических методов и алгоритмов машинного обучения, направленных на решение задач качественного и количественного анализа жидких сред и аэрозолей, а также на обеспечение единства измерений в КР-спектроскопии, в том числе:

- предложен и реализован метод идентификации происхождения аэрозольных частиц чёрного углерода на основе анализа спектров оптического поглощения на семи характерных длинах волн в диапазоне от 370 до 950 нм с применением методов хемометрики и алгоритмов машинного обучения, обеспечивающий достоверную классификацию источников эмиссии частиц чёрного углерода;

- обоснован и реализован выбор процедур предварительной обработки спектральных данных (сглаживание, нормализация, коррекция базовой линии, выбор информативных спектральных диапазонов), направленный на повышение отношения сигнал/шум, воспроизводимости спектральных характеристик и устойчивости хемометрических моделей при анализе спектров абсорбции, флуоресценции и комбинационного рассеяния;

- проведена адаптация методов хемометрического анализа и алгоритмов машинного обучения (методы регрессии и классификации, анализ главных компонент, метод частичных наименьших квадратов, экстремальный градиентный бустинг) для обработки спектральных данных при решении задач классификации и количественного анализа жидких сред и аэрозолей;

- выполнена программная реализация используемых методов и алгоритмов, обеспечивающая автоматизацию обработки спектральных данных, обучение и валидацию моделей, анализ устойчивости и интерпретируемости результатов, а также их использование в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах;

– в соавторстве и самостоятельно проведены экспериментальные исследования, включающие формирование представительных спектральных выборок, верификацию применяемых методов и алгоритмов, анализ воспроизводимости результатов и сопоставление полученных данных с результатами, представленными в независимых отечественных и зарубежных источниках;

– в соавторстве разработан и экспериментально обоснован метод градуировки фотометрической шкалы КР-спектрометров в приборно-независимых единицах с использованием образцов сравнения, в частности государственного стандартного образца на основе циклогексана, позволяющий обеспечить сопоставимость интенсивностей линий комбинационного рассеяния и единство измерений при количественном анализе на различных КР-спектрометрах;

На автореферат поступило 6 отзывов, все отзывы положительные, но есть замечания:

– «В качестве замечания следует отметить, что возможность сопоставления результатов измерений КР спектров, выполненных на разных приборах с помощью предложенного диссертантом метода градуировки фотометрической шкалы, экспериментально продемонстрирована только при использовании образца сравнения на основе циклогексана» (д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Физико-технические проблемы метрологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» П.В. Борисюк);

– «Поскольку предложенный способ градуировки основан на расчете отношения интенсивностей линий образца и меры, каким образом в разработанном алгоритме учитывается влияние флуоресцентного фона? При анализе реальных технических смесей (например, нефтепромысловых реагентов) высокий уровень фона может существенно поднимать базовую линию, что без корректной процедуры коррекции базовой линии и математического разделения наложенных контуров приведет к искажению расчетных значений нормированной интенсивности» (к.х.н., заведующий лабораторией физико-химических методов анализа Уфимского института химии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИХ УФИЦ РАН) Ш.М. Салихов);

– «На рисунке 3 нормировка КР-спектров вызывает вопросы. Почему автор не выбрал один определенный пик и не отнормировал все спектры на него, чтобы была видна разница в относительных интенсивностях всех остальных пиков исследуемых образцов? Поскольку именно в относительных

интенсивностях пиков содержится основная информация о природе черного углерода, то в представленном виде восприятие читателем разных КР-спектров затруднено; в подразделе 3.2 не приведены спектры пропускания исследуемых образцов. По этой причине не очень понятно, достаточно ли приведенных длин волн для однозначной идентификации частиц черного углерода. Кроме того, не понятен практически смысл выбора метода для измерения спектра поглощения на семи фиксированных длинах волн. Довольно сложно представить, что использования на практике спектрографа для измерения спектров поглощения (пропускания) на семи длинах волн будет более дешевым, чем использование спектрографа на всех длинах волн видимого диапазона длин волн электромагнитного излучения; на рисунках 8 и 9 цветное отображение коньяка Трехлетний «Дубовый бочонок» не соответствует цветовому маркеру с подписью. Поэтому только методом исключения можно догадаться, какой именно спектр соответствует этому коньяку» (д.ф.-м.н., профессор РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории неравновесных электронных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН) Л.В. Кулик);

– «В автореферате не приведены данные о быстродействии разработанного ПО в зависимости от объема анализируемых данных, что может быть важным фактором при проведении рутинного анализа, требующего исследования большого количества образцов; в реферате не приведены конкретные данные по измеренной ОП для исследованных мембран с пятнами чёрного углерода. Учитывая описанные сложности с позиционированием, было бы интересно, какие были получены результаты для конкретных образцов; автор указывает, что для анализа алкогольной продукции экспериментальным путём было подобрано разбавление 1:29 для нивелирования ЭВФ. Было бы интересно увидеть спектры ОП и флуоресценции для разных разбавлений, чтобы оценить влияние ЭВФ, а так же изучить характерные особенности спектров. Особый интерес это представляет, если планируется дальнейшее масштабирование этого подхода и разработка методик; в описании подраздела 5.1 диссертации, автор упоминает высокую погрешность, полученную при кросс-валидации для сахаров. Причиной этого называется сложность системы. Можно предположить, что этот эффект будет возникать и для других систем, поэтому хотелось бы видеть пути решения этой проблемы» (к.т.н., научный сотрудник лаборатории инструментальных методов и органических реагентов Института

геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук А.Ю. Садагов);

– «из автореферата неясна степень участия автора в разработке программы «ИнтелСпектр». С моей точки зрения было бы полезно сделать отнесение инфракрасных спектров черного углерода в диапазоне $450\text{--}200\text{ см}^{-1}$ к определенным функциональным группам. Это позволило бы дополнительно обсудить и усилить классификацию углеродных наночастиц по источнику происхождения. Кроме того, было бы полезно сравнить хеометрический метод анализа спектров алкогольной продукции с альтернативными методами (ВЭЖХ, капиллярный электрофорез), которые также требуют хеометрической обработки, чтобы лучше понять место предложенного метода в технологическом и санитарном контроле» (д.х.н., профессор, генеральный директор ООО «Эконикс-Эксперт» Н.К. Зайцев);

– «Хотя в работе подробно рассмотрены физические принципы и математический аппарат используемых методов, представляет интерес и химическая интерпретация спектральных линий. В частности, хотелось бы уточнить, с какими типами химических соединений и видами молекулярных колебаний связана наиболее информативная область спектра $1400\text{--}1500\text{ см}^{-1}$, применяемая при классификации образцов коньячной продукции (рис. 10)» (д.х.н., заведующий лабораторией синтетических гликовакцин Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук (ИОХ РАН) В.Б. Крылов и чл-корр. РАН, д.х.н., заведующий лабораторией химии гликоконъюгатов ИОХ РАН Н.Э. Нифантьев).

Несмотря на перечисленные недостатки, все отзывы положительные, во всех отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов обусловлен тем, что они признаны ведущими специалистами в области методического и метрологического обеспечения физико-химических измерений

Выбор ведущей организации обоснован тем, что Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова является одной из ведущих организаций, занимающихся разработками в области аналитической спектроскопии и хеометрики, на базе этого института работает российское хеометрическое общество.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** и внедрён новый метод идентификации происхождения аэрозольных частиц чёрного углерода на основе анализа спектров оптического поглощения на семи длинах волн (370, 470, 520, 590, 660, 880 и 950 нм) с применением методов хемометрики и машинного обучения;

- **предложен** метод градуировки фотометрической шкалы КР-спектрометров в приборно-независимых единицах с использованием образцов сравнения, в частности ГСО на основе циклогексана. Метод обеспечивает переход к сопоставимым интенсивностям линий комбинационного рассеяния и тем самым позволяет обеспечить единство измерений при количественном анализе на различных КР-спектрометрах;

- **доказана** перспективность применения методов хемометрики и машинного обучения для анализа спектров абсорбции, флуоресценции и комбинационного рассеяния при решении задач качественного и количественного анализа жидких сред и аэрозолей. Экспериментально подтверждена возможность достоверной классификации источников происхождения частиц чёрного углерода, образцов алкогольной продукции по географическому происхождению и возрасту выдержки, а также количественного анализа на основе КР-спектров;

- **введены** новые понятия в области метрологического обеспечения спектрального анализа, основанные на использовании приборно-независимых фотометрических единиц в КР-спектроскопии, а также на интеграции методов предварительной обработки спектров, хемометрики и машинного обучения в единый аналитический алгоритм.

Теоретическая значимость обоснована тем, что:

- **доказана** корректность и состоятельность математических моделей и алгоритмов обработки спектральных данных, основанных на методах многомерного статистического анализа, регрессии и классификации, что обеспечивает их применимость при анализе сложных многокомпонентных систем и расширяет границы использования методов оптической спектроскопии в задачах качественного и количественного анализа;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** теоретические и экспериментальные методы исследования, основанные на современных подходах оптической спектроскопии (абсорбционной, флуоресцентной и комбинационного рассеяния), хемометрики, машинного обучения и математической статистики. Обработка экспериментальных данных включала современные методы хемометрики - анализ главных компонент, частичные наименьшие квадраты и

экстремальный градиентный бустинг с применением стандартных процедур предварительной обработки спектров (сглаживание, нормализация, коррекция базовой линии и выбор информативных диапазонов);

- изложены:

– современные тенденции в развитии методов оптической спектроскопии, реализующие повышение их информативности прежде всего за счет совершенствования методов обработки спектральных данных;

– основные стадии построения, валидации и использования моделей машинного обучения для обработки результатов спектрального анализа;

– идеи и гипотезы по обеспечению аппаратной независимости спектров комбинационного рассеяния и использования при количественном анализе состава многокомпонентных смесей;

- раскрыта методическая роль предварительной обработки спектральных данных как обязательного этапа хемометрического анализа: сформулированы критерии оценки её качества (отношение сигнал/шум, воспроизводимость положения и интенсивности спектральных полос, стабильность базовой линии) и показана необходимость учитывать особенности конкретных типов образцов; обоснованы принципы выбора информативного диапазона спектра и выявления/устранения выбросов.

- изучено влияние природы анализируемых объектов и условий измерения на спектральные характеристики и эффективность их обработки методами хемометрики и машинного обучения;

- проведена модернизация методических подходов к применению алгоритмов хемометрики и машинного обучения для анализа спектров поглощения, флуоресценции и комбинационного рассеяния, выразившаяся в их систематизации и развитии, обосновании последовательности этапов обработки данных (формирование набора спектров, предварительная обработка, обучение и валидация модели), критериев оценки качества моделей и схем их проверки, что обеспечило сопоставимость, воспроизводимость и интерпретируемость получаемых аналитических результатов.

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

- разработан и внедрен методический комплекс, включающий методы анализа спектров оптического поглощения и комбинационного рассеяния для идентификации происхождения частиц чёрного углерода с применением хемометрических методов и алгоритмов машинного обучения, который внедрён и использован в ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» при решении задач определения преобладающих источников эмиссии частиц чёрного углерода в атмосферном

воздухе, а также в ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» при обработке спектров оптического поглощения микрочастиц чёрного углерода в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию анализаторов концентрации микрочастиц чёрного углерода в атмосферном воздухе, что подтверждено актами внедрения;

- **определены** перспективы практического использования разработанных методов для анализа аэрозольных частиц, алкогольной продукции и многокомпонентных жидких смесей, а также для интеграции в программное обеспечение аналитических приборов;

- **созданы** практические рекомендации по применению разработанных в диссертации методов и методик спектрального анализа (абсорбционного, флуоресцентного и комбинационного рассеяния), а также по использованию алгоритмов хемометрики и машинного обучения для обработки спектральных данных в задачах качественного и количественного анализа жидких сред и аэрозолей;

- **представлены** методические рекомендации по внедрению разработанных подходов в практику аналитических исследований, включая рекомендации по формированию и верификации экспериментальных выборок, выбору информативных спектральных диапазонов, применению процедур предварительной обработки спектров и интерпретации результатов анализа, а также предложения по дальнейшему совершенствованию методов спектрального анализа с хемометрической обработкой данных.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** результаты получены с использованием сертифицированного аналитического оборудования, государственного стандартного образца и стандартных методик регистрации спектров абсорбции, флуоресценции и комбинационного рассеяния; корректность экспериментальных данных обеспечивалась повторяемостью измерений и использованием независимых тестовых выборок;

- **теория** обработки спектральных данных построена на известных и проверенных положениях, основанных на современных подходах оптической спектроскопии, хемометрики и машинного обучения, которая согласуется с опубликованными экспериментальными данными отечественных и зарубежных авторов и подтверждена результатами собственных экспериментальных исследований, в том числе для предельных и контрольных случаев;

- **идея базируется** на аналитическом обзоре современного состояния исследований в области абсорбционной, флуоресцентной и рамановской

спектроскопии, а также на обобщении передового отечественного и зарубежного опыта применения методов хемометрики и машинного обучения для анализа спектральных данных в задачах качественного и количественного анализа;

- **использованы** результаты сравнительного анализа авторских данных с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике и представленными в независимых источниках, включая научные публикации и материалы международных конференций, при обосновании выбора методов обработки спектральных данных и интерпретации полученных результатов;

- **установлено** воспроизводимое качественное и количественное соответствие полученных автором результатов при повторных экспериментах и при независимой проверке на контрольных и тестовых выборках, подтверждающее устойчивость и корректность разработанных подходов при решении задач классификации и количественного анализа;

- **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, а также представительные выборочные совокупности спектральных данных, сформированные для различных типов объектов исследования (жидкие среды, аэрозоли), с обоснованием выбора объектов наблюдения, условий измерений и процедур проверки устойчивости получаемых результатов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, в подготовке основных публикаций по выполненной работе, участии в апробации результатов исследований, подготовке основных публикаций и научных докладов по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации было высказано следующее критическое замечание: «при обучении модели классификации частиц черного углерода по источникам выбросов по спектрам для каждого класса (биомасса древесины, керосин, технический углерод) использовались несколько спектров КР, измеренных от разных участков, но на одном стекле. Это недостаточно представительная выборка. Следовало при обучении модели использовать по несколько стекол, содержащих частицы каждого из классов».

Соискатель Саакян А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию. По замечаниям, полученным в отзывах на автореферат, дал ответы и частично согласился.

На заседании 19 февраля 2026 года **диссертационный совет принял решение:** за новые научно обоснованные методы и методики обработки спектров абсорбции, флуоресценции и комбинационного рассеяния с применением хемометрических методов и алгоритмов машинного обучения,

обеспечившие решение задач качественного и количественного анализа жидких сред и аэрозолей, а также за разработку и обоснование метода градуировки фотометрической шкалы КР-спектрометров с переходом к приборно-независимым единицам измерения, обеспечивающего единство измерений для КР-спектрометров, внедрение которых вносит вклад в развитие аналитической спектроскопии и расширяет практические возможности применения спектральных методов анализа и имеет существенное значение для развития страны, присудить Саакяну Араму Вагановичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.2.4 — Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 10 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 10, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



А.Ю. Кузин

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор
«19» февраля 2026г.

В.Г. Лысенко