

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 25 декабря 2025 г. N 6

О присуждении Попову Марку Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Скрининг и определение азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах методами термодесорбционной газовой хроматографии - масс-спектрометрии» по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки) принята к защите 9 октября 2025 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.320.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказ о создании № 420-368 от 14.03.2008, об установлении полномочий – № 561/НК от 03.06.2021.

Соискатель, Попов Марк Сергеевич, 11 января 1996 года рождения, в 2019 г. окончил специалитет на кафедре фундаментальной и прикладной химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» (ФГАОУ ВО «САФУ») по направлению подготовки 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия. В период подготовки диссертации с 2020 по 2024 гг. обучался в аспирантуре ФГАОУ ВО «САФУ» по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (профиль 1.4.2 – Аналитическая химия). Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2024 г. ФГАОУ ВО «САФУ». В настоящее время работает младшим научным сотрудником Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа выполнена в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент, директор Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» **Косяков Дмитрий Сергеевич**.

Официальные оппоненты:

Карцова Людмила Алексеевна – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии института химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

Азарян Алиса Андреевна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук» (г. Москва) – в своем положительном отзыве, подписанном Пыцким Иваном Сергеевичем, кандидатом химических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории физико-химических основ хроматографии и хромато-масс-спектрометрии, указала, что диссертационная работа Попова М.С. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г (с изменениями и дополнениями) «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК РФ и индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 8 тезисов докладов в

материалах профильных научных мероприятий. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. Все выносимые на защиту положения аргументированы, подтверждены теоретическими и экспериментальными данными соискателя.

В публикациях соискателя описаны условия определения и валидации методики определения азотсодержащих компонентов ракетных топлив термодесорбционной ГХ-МС (Popov M. S. Kosyakov D. S., Ul'yanovskii N. V. In situ derivatisation method for analysis of N,N-dimethylhydrazine and methylhydrazine in sandy soil by thermal desorption gas chromatography – mass spectrometry // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2025; с. 1–16); особенности определения метаболитов азотсодержащих компонентов ракетных топлив в песчаной и суглинистой почвах (Popov M. S., Kosyakov D. S., Ul'yanovskii N. V. Direct quantification of 1, 1-dimethylhydrazine transformation products in sandy soil by thermal desorption gas chromatography–Tandem mass spectrometry // Microchemical Journal. 2024; 197: 109833; Popov M. S. Kosyakov D. S., Ul'yanovskii N. V. Analysis of nitrogen containing rocket fuel transformation products in loamy soil by thermal desorption gas chromatography tandem mass spectrometry // Journal of Separation Science. 2024; 47: 2400383).

Основные результаты диссертационного исследования обсуждены на 8 профильных научных международных, Всероссийских и региональных мероприятиях. Анализ литературных данных, экспериментальная часть работы выполнены соискателем самостоятельно, постановочная часть и интерпретация результатов исследований проводилась совместно с научным руководителем. Все работы опубликованы в соавторстве, на все публикации в диссертации имеются ссылки.

На диссертацию и автореферат поступили 6 отзывов, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы по выбору аналитов (к.х.н. Борисов Р.С., к.г.н. Королёва Т.В.), механизмам образования продуктов трансформации (к.х.н., доц. Борисов Р.С., к.х.н. Байгильдиев Т.М.), влиянию почвенных матриц на термическую десорбцию аналитов (к.г.н. Королёва Т.В, к.х.н., доц. Шишов А.Ю., оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А.), модификации образцов почвы (к.х.н. Байгильдиев Т.М., к.г.-м.н. Кокряцкая Н.М., к.г.н. Королёва Т.В, оф. оппонент

д.х.н., проф. Карцова Л.А.), оценке экологичности методик (к.х.н. Байгильдиев Т.М.), процедуре дериватизации (ведущая организация, оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А.), использованию индексов удерживания (ведущая организация), оформлению диссертации и автореферата (ведущая организация, к.г.н. Королёва Т.В, оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А., оф. оппонент к.х.н., доц. Азарян А.А., к.х.н., доц. Борисов Р.С., к.х.н., доц. Шишов А.Ю), параметрам референтного метода (к.х.н., доц. Азарян А.А.), деградации целевых соединений и изменению состава аналитов в процессе подготовки и анализа (оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А., оф. оппонент к.х.н., доц. Азарян А.А.), практическому применению методик (оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А.), представительности образцов (оф. оппонент д.х.н., проф. Карцова Л.А.), оборудованию, применяемому при разработке методик (д.т.н., профессор Платонов И.А.), метрологическим характеристикам методик (оф. оппонент к.х.н., доц. Азарян А.А.).

Соискатель ответил на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привел собственную аргументацию в интерпретации полученных результатов, с рядом замечаний терминологического, стилистического и оформительского характера согласился.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области хроматографических и хроматомасс-спектрометрических методов анализа объектов окружающей среды, сферой их профессиональной деятельности, наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях, а также их согласием выступить в качестве официальных оппонентов и ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики ТД-ГХ-МС определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в песчаных и суглинистых почвах;

предложены:

– способ дериватизации алкилгидразинов пентаналем *in situ*;

– повышение термодесорбционного извлечения целевых соединений из анализируемых почв с использованием модификаторов;

доказаны:

– перспективность применения термодесорбции в он-лайн комбинации с ГХ-МС анализом для скрининга и определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в различных типах почв;

– возможность прямой термодесорбции целевых соединений из образцов почв для последующего ГХ-МС анализа;

введена в аналитическую практику ЦКП НО «Арктика» методика ТД-ГХ-МС определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива в песчаных почвах с предварительной дериватизацией аналитов *in situ*.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказано термодесорбционное извлечение удерживаемых поверхностью песчаной почвы азотсодержащих компонентов ракетного топлива после их дериватизации;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов термодесорбционной хроматографии и масс-спектрометрии с квадрупольным масс-анализатором (в том числе тандемная масс-спектрометрия) и анализатором на основе орбитальной ионной ловушки, обеспечившие достоверную идентификацию аналитов и надежную интерпретацию результатов;

изложены условия подготовки проб песчаной, суглинистой и торфяной почв для последующего хроматомасс-спектрометрического определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов;

раскрыты возможности и ограничения термодесорбционного хроматомасс-спектрометрического определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в образцах почв;

изучены:

– условия подготовки к одновременному хроматомасс-спектрометрическому определению азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в исследуемых объектах;

– применимость разработанных методик определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в различных типах почв;

проведена модернизация известных подходов к хроматомасс-спектрометрическому определению азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах.

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

разработаны методики ТД-ГХ-МС определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их азотсодержащих метаболитов в почвах для экологического мониторинга и оценки экологического воздействия ракетно-космической деятельности на объекты окружающей среды;

определены перспективы применения разработанных подходов к определению азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах при экологическом мониторинге;

создан комплекс методических решений для определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах;

представлены преимущества и недостатки разработанных методик определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в почвах относительно существующих подходов и методик.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано современное сертифицированное, поверенное аналитическое оборудование и стандартные образцы, показана удовлетворительная воспроизводимость и правильность полученных результатов;

теория построена на фундаментальных и прикладных достижениях методов современной аналитической хроматографии для обеспечения экоаналитического мониторинга, масс-спектрометрии для одновременного определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов в объектах окружающей среды, полученные данные согласуются с данными публикаций по теме диссертации;

идея базируется на анализе передового опыта в проведении мониторинга объектов окружающей среды методами аналитической хроматографии;

использовано сравнение авторских данных с литературными, полученными другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат представленным в независимых источниках по данной тематике данным;

использованы компьютеризированные методики сбора и обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в обобщении, систематизации данных по теме диссертации, выполнении теоретических и экспериментальных исследований для разработки методик ТД-ГХ-МС определения азотсодержащих компонентов ракетного топлива и их метаболитов, обработке данных, подготовке докладов и выступлениях на конференциях, практической апробации полученных результатов. Формулировка целей и задач исследования, а также оформление публикаций выполнены совместно с научным руководителем.

В ходе защиты диссертации соискателю были заданы вопросы по представительности анализируемого образца (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н., д.х.н., профессор Цюпко Т.Г., д.х.н., профессор Темердашев З.А.), естественному содержанию аналитов в почвах (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н.), образованию побочных гидразонов в процессе дериватизации (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н.), образцам сравнения (д.х.н., профессор Цюпко Т.Г.), оптимизации термодесорбции (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н., д.х.н., профессор Темердашев З.А.), механизмам сорбции и десорбции аналитов (д.х.н., профессор Цюпко Т.Г., д.х.н., профессор Письменская Н.Д.), метрологическим характеристикам методик (д.х.н., профессор Темердашев З.А.), степени поглощения аналитов сорбционной ловушкой (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н., д.х.н., профессор Темердашев З.А.), степени конверсии аналитов в процессе дериватизации (д.х.н., профессор Бехтерев В.Н.), используемой терминологии (д.б.н. Захарихина Л.В., д.х.н., профессор Цюпко Т.Г., д.х.н., профессор Темердашев З.А.).

Соискатель, Попов Марк Сергеевич, ответил на заданные ему в ходе обсуждения вопросы, привел собственную аргументацию в интерпретации данных, с рядом рекомендаций и замечаний согласился.

На заседании 25 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение за выполнение важной научно-практической задачи в области аналитической хроматографии-масс-спектрометрии – совершенствование методологии эколого-аналитического контроля загрязнения почв, связанного с деятельностью ракетно-космической отрасли – присудить Попову Марку Сергеевичу ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета



З.А. Темердашев

Ученый секретарь
диссертационного совета

Н.В. Киселёва

25.12.2025