

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.101.16,  
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 ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 20 мая 2021 г. N 5

О присуждении Ульяновскому Николаю Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Методология нецелевого скрининга и определения 1,1-диметилгидразина и азотсодержащих продуктов его трансформации в объектах окружающей среды» по специальностям 03.02.08 – экология (химические науки) и 02.00.02 – аналитическая химия (химические науки) принята к защите 27 января 2021 г. (протокол заседания №2) диссертационным советом Д 212.101.16, 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 г., о признании соответствия №714/НК от 02.11.2012 г.

Соискатель Ульяновский Николай Валерьевич, 1988 года рождения, в 2010 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Определение 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации методами тандемной хроматомасс-спектрометрии» защитил в 2015 году в диссертационном

совете, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»; работает старшим научным сотрудником в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант - член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор **Шпигун Олег Алексеевич**, ФГБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, кафедра аналитической химии, заведующий лабораторией хроматографии, утвержден решением Ученого совета ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» №4 от 13 апреля 2017 г.

Официальные оппоненты:

**Сафарова Валентина Исаевна** – доктор химических наук, профессор, директор ГБУ Республики Башкортостан «Управление государственного аналитического контроля»;

**Буряк Алексей Константинович** – член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, директор ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук»;

**Рыбальченко Игорь Владимирович** – доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУ «27 Научный центр Министерства обороны Российской Федерации» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека" Федерального медико-биологического агентства** (ст. Капитолово, Ленинградская область) в своем положительном отзыве, подписанном доктором химических наук, заведующей лабораторией аналитической токсикологии Савельевой Еленой Игоревной, указала, что совокупность теоретических положений и экспериментальных данных, представленных в работе Н.В. Ульяновского, может квалифицирована как крупное научное достижение, имеющее важное значение для экологии и аналитической химии. Диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями от 01 октября 2018 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальностям 03.02.08 – экология и 02.00.02 – аналитическая химия.

Соискатель имеет 112 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации более 40 работ, из которых в рецензируемых научных изданиях - 21 статья, 1 патент РФ на изобретение.

Основная часть статей по теме диссертации опубликована в изданиях, рецензируемых в базах Web of Science и Scopus, при этом 3 из них индексируются в первом квартиле (Q1). Авторский вклад Ульяновского Н.В. заключался в постановке цели и задач, получении и обработке экспериментальных данных, их обсуждении, подготовке публикаций. На все опубликованные соискателем по теме диссертации работы в тексте диссертации имеются ссылки. Недостоверные сведения о публикациях отсутствуют.

В качестве наиболее значимых опубликованных работ диссертационный совет отмечает следующие:

1. D.S. Kosyakov, **N.V. Ul'yanovskii**, K.G. Bogolitsyn, O.A. Shpigun. Simultaneous determination of 1,1-dimethylhydrazine and products of its oxidative transformations by liquid chromatography–tandem mass spectrometry // *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2014. V. 94. N 12. P. 1254–1263.

2. D.S. Kosyakov, **N.V. Ul'yanovskii**, S.A. Pokryshkin, D.E. Lakhmanov, O.A. Shpigun. Rapid determination of 1,1-dimethylhydrazine transformation products in soil by accelerated solvent extraction coupled with gas chromatography–tandem mass spectrometry // *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2015. V. 95. N. 14, P. 1321–1337.

3. **N.V. Ul'yanovskii**, D.S. Kosyakov, I.I. Pikovskoi, Y.G. Khabarov. Characterisation of oxidation products of 1,1-dimethylhydrazine by high-resolution orbitrap mass spectrometry // *Chemosphere*. 2017. V. 174. P. 66–75.

4. D.S. Kosyakov, I.I. Pikovskoi, **N.V. Ul'yanovskii**, A.Y. Kozhevnikov. Direct determination of hydrazine, methylhydrazine, and 1,1-dimethylhydrazine by zwitterionic hydrophilic interaction liquid chromatography with amperometric detection // *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2017. V. 97. N 4. P. 313–329.

5. **N.V. Ul'yanovskii**, D.S. Kosyakov, I.I. Pikovskoi, I.S. Shavrina, O.A. Shpigun. Determination of 1,1-Dimethylhydrazine and its Transformation Products in Soil by Zwitterionic Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry // *Chromatographia*. 2018. V. 81. N 6. P. 891–900.

6. D.S. Kosyakov, **N.V. Ul'yanovskii**, I.I. Pikovskoi, B. Kenessov, N.V. Bakaikina, Z. Zhubatov, A.T. Lebedev. Effects of oxidant and catalyst on the transformation products of rocket fuel 1,1-dimethylhydrazine in water and soil // *Chemosphere*. 2019. V. 228. P. 335–344.

7. **N.V. Ul'yanovskii**, D.E. Lakhmanov, I.I. Pikovskoi, D.I. Falev, M.S. Popov, A.Y. Kozhevnikov, D.S. Kosyakov. Migration and transformation of 1,1-

dimethylhydrazine in peat bog soil of rocket stage fall site in Russian North // Science of the Total Environment. 2020. V. 726. 138483.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области экологии и аналитической химии с использованием хроматографических и масс-спектрометрических методов идентификации и определения аналитов в биологических образцах и объектах окружающей среды, подтвержден сферой их профессиональной деятельности, наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях и их согласием выступить в качестве ведущей организации и официальных оппонентов.

На диссертацию и автореферат поступило **десять** положительных отзывов из **семи** организаций.

**В отзыве** профессора кафедры химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», доктора химических наук, профессора Пономарева Дмитрия Андреевича сделаны следующие замечания:

1. Первый абзац главы 2 автореферата (стр.8) сформулирован нечетко: «... НДМГ подвергается ... превращению ... в метилгидразин», и тут же указано на обратную реакцию «Показана возможность образования НДМГ при контакте МГ с торфом». Создается впечатление, что существует равновесие между этими двумя процессами.

2. На стр. 23 автореферата автор рассматривает механизм фотоионизации с участием растворителя: «Такое поведение характерно для азотсодержащих соединений, обладающих высоким сродством к протону, и свидетельствует о реализации механизма фотоионизации с участием растворителя». Если это заключение – результат работы соискателя, то его следовало бы обосновать, если же это сделано на основе литературных данных, то следовало бы на это указать.

3. При обсуждении результатов по миграции и трансформации НДМГ в болотных почвах (стр. 24 автореферата) следовало бы указать время пребывания НДМГ в почве до момента осуществления анализа.

**В отзыве** ведущего научного сотрудника, заместителя декана по научно-инновационной работе, заведующего лабораторией масс-спектрометрии кафедры аналитической химии химического факультета ФГБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктора химических наук, профессора Родина Игоря Александровича имеются вопросы:

1. Автор в диссертационном исследовании предлагает в качестве дериватирующего агента 5-нитро-2-фуральдегид. В чем преимущество данного реагента по сравнению с опубликованными в литературе?

2. Соискателем был предложен оригинальный подход к характеристике образующегося круга продуктов трансформации 1,1-диметилигдразина, основанного на прямом вводе в источник ионов масс-спектрометра высокого разрешения. Представленные результаты получены при исследовании модельных реакционных смесей НДМГ с различными окислителями, и экстрактах песчаных почв. Однако нет информации по применению данного подхода к экстрактам торфяных болотных почв, с чем это связано?

**В отзыве** заведующего кафедрой химии ФГАОУ ВО «Самарский государственный национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», доктора технических наук, профессора Платонова Игоря Артемьевича имеется вопрос о том, насколько доступными являются предложенные в работе методики анализа компонентов ракетного топлива для их реализации в лабораториях экологического контроля?

**В отзыве** заведующего кафедрой техносферной безопасности и аналитической химии, доктора химических наук, профессора кафедры Института химии и химико-фармацевтических технологий ФГБОУ ВО

«Алтайский государственный университет Темерева Сергея Васильевича указаны следующие замечания:

1. Число защищаемых положений следовало сократить. Например, защищаемые положения 1+2+3, 4+5+6 объединить. Выводы очень объемные, а число выводов можно привести в соответствие числу глав (в пределах семи).

2. Отсутствует информация о стандартных веществах производных гидразина и азотсодержащих веществах.

3. Весьма значимые продукты взаимодействия тетраоксида азота и производных гидразина – нитрозоамины (вывод 8), а также неорганические соединения азота не обсуждаются, может быть, такая информация присутствует в диссертационной работе.

**В отзыве** главного научного сотрудника лаборатории спектральных и хроматографических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), доктора химических наук, профессора Заикина Владимира Георгиевича и ведущего научного сотрудника, исполняющего обязанности заведующего лабораторией спектральных и хроматографических исследований ИНХС РАН, кандидата химических наук Борисова Романа Сергеевича имеются следующие замечания:

1. Автор отмечает, что продукты трансформации НДМГ характеризуются потенциалами ионизации ниже энергии квантов излучения криптоновой лампы (10 эВ), что позволяет реализовывать прямую избирательную фотоионизацию без применения допантов. Вместе с тем далее по тексту становится понятно, что основные механизмы ионизации в этом случае подразумевают передачу протона. Более того, известно, что, например в случае пиридина, использование допантов позволяет увеличить выход ионов как минимум на порядок. Поэтому было бы интересно изучить

возможность использования таких подходов. Хотя и стоит отметить, что подбор универсальных для всех аналитов допантов сложен и не всегда возможен в принципе.

2. Не вполне понятно сделанное в табл.9 примечание о том, что отсутствие пиразина в списке детектируемых соединений является следствием снижения его концентрации ниже предела обнаружения. А для остальных соединений причина другая?

3. Поскольку диссертационная работа выполнена на русском языке, подписи на рисунках (например, Рис. 15 и 19), следует приводить на нем же.

**В отзыве** главного научного сотрудника, заслуженного научного сотрудника МГУ, заведующего лабораторией природных гуминовых систем кафедры медицинской химии и тонкого органического синтеза Химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктора химических наук, профессора Перминовой Ирины Васильевны имеются вопросы и замечания:

1. В таблицах и в тексте автореферата не расшифрована аббревиатура НГОК. Для методик ВЭЖХ-МС, HPLC-АД не приводятся характеристика правильности и воспроизводимости.

2. Утверждение о высокой экономической эффективности применения сверхкритической воды для очистки от НДМГ следовало бы подтвердить технико-экономическими расчетами.

3. Автором подчеркивается сложность торфа как аналитической матрицы, однако в тексте автореферата не приведены характеристики исследуемой матрицы (элементный и функциональный состав, рН и др.), которые могут влиять на сорбционные свойства и миграцию НДМГ.

**В отзыве** ведущего научного сотрудника лаборатории кинетики и катализа кафедры физической химии Химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,



доктора химических наук, профессора Нестеренко Павла Николаевича приведены следующие замечания:

1. Правильность использования термина «нецелевой скрининг» в названии работы и в тексте вызывает вопросы. Поскольку автор все-таки рассматривал соединения, которые так или иначе связаны с НДМГ и продуктами его трансформации, то правильнее было бы использовать выражение «скрининг подозреваемых». Нецелевой скрининг подразумевает необходимость исследования всех (!) органических соединений в образце без использования ранее существовавших знаний для сравнения перед анализом.

2. Стр. 8. Утверждение автора о том, что «После 3 суток с момента попадания НДМГ в почву извлекается не более 15% от исходного количества загрязнителя» не имеет смысловой нагрузки и требует уточнения условий, поскольку реальное количество извлеченного загрязнителя зависит от объема разлитого НДМГ, площади поверхности почвы и ее состава, метеорологических условий и т.д.

3. Стр. 8. Автор формулирует одну из задач своей работы как изучение сорбции НДМГ торфяной болотной почвой и утверждает, что основная часть НДМГ трансформируется в течение суток. В этом случае более правильно было бы обсуждать процессы хемосорбции НДМГ и использовать соответствующую терминологию. Также непонятно, как при этом учитывается протонирование НДМГ и образование простых солей с гуминовыми кислотами, торфом и лигнином, устойчивость которых заметно отличается от устойчивости свободных оснований.

4. Стр. 16 автореферата. Автор рассматривает вариант гидрофильной хроматографии и пишет, что «Примечательно, что элюирование этих соединений... коррелирует с наличием в структуре молекул гидрофобных групп.» В таком случае возникает закономерный вопрос о соответствии рассматриваемого варианта разделения гидрофильной хроматографии.

**В отзыве** старшего преподавателя кафедры органической химии Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, кандидата химических наук Тополяна Артема Павловича отмечено наличие стилистических неточностей при написании автореферата.

**В отзывах** главного научного сотрудника химического факультета ФГБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктора химических наук, профессора Цизина Григория Ильича и профессора кафедры системной экологии Экологического факультета ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», доктора химических наук Калабина Геннадия Александровича замечаний нет.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны:**

- способы извлечения 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации из почв и водных объектов для последующего хроматомасс-спектрометрического определения;
- методика определения гидразина, метилгидразина и 1,1-диметилгидразина методом ВЭЖХ с предколоночной и постколоночной дериватизацией 5-нитро-2-фураальдегидом;
- методика определения 1,1-диметилгидразина и семи продуктов его трансформации методом ионной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием;
- методика определения 1,1-диметилгидразина и шести продуктов его трансформации методом гидрофильной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием;
- методика ВЭЖХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС - определения 1-метил-1*H*-1,2,4-триазола, диметилгидразонов формальдегида и ацетальдегида, *N*-нитрозодиметиламина и *N,N*-диметилформамида с разделением аналитов на пористом графитизированном углеродном сорбенте;

- методика ВЭЖХ-МС-определения диметилгидразонов формальдегида и ацетальдегида, *N,N*-диметилгуанидина, 1,2,4-триазола, пиридина, имидазола, пиразина и пиразола с разделением аналитов на пористом графитизированном углеродном сорбенте в сочетании с фотоионизацией при атмосферном давлении;

- методика ГХ-МС/МС-определения диметилгидразонов формальдегида, ацетальдегида и 2-фуральдегида, 1,1,4,4-тетраметил-2-тетразена, *N*-нитрозодиметиламина, *N,N*-диметилформамида, диметилгидразида муравьиной кислоты и 1-метил-1*H*-1,2,4-триазола в природных водах;

- методика ГХ-МС/МС-определения диметилгидразонов формальдегида, ацетальдегида и 2-фуральдегида, 1,1,4,4-тетраметил-2-тетразена, *N*-нитрозодиметиламина, *N,N*-диметилформамида, диметилгидразида муравьиной кислоты и 1-метил-1*H*-1,2,4-триазола в почвах в сочетании с жидкостной экстракцией под давлением;

- методика ГХ-МС/МС-определения 29 продуктов трансформации НДМГ в различных водных объектах с помощью изотопного разбавления, дисперсионной (вихревой) жидкость-жидкостной микроэкстракции и последующим анализом аналитов.

**предложены:**

- методология нецелевого скрининга выступающих в качестве продуктов трансформации 1,1-диметилгидразина широкого круга азотсодержащих соединений в различных объектах окружающей среды;

- аналитические схемы одновременного определения 1,1-диметилгидразина и широкого круга продуктов его трансформации в различных природных объектах, обеспечивающие высокую чувствительность и селективность;

- способ детоксикации содержащих НДМГ сточных вод, основанный на окислении в среде сверхкритической воды.

**доказаны:**

- образование нескольких сотен продуктов при окислительной трансформации 1,1-диметилгидразина, относящихся к разным классам;
- высокая сорбционная способность органической составляющей почв по отношению к азотсодержащим продуктам трансформации НДМГ;
- эффективность применения масс-спектрометрии высокого разрешения для проведения нецелевого скрининга и высокочувствительного определения 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации в различных объектах окружающей среды.

**введены:**

- методология нецелевого скрининга широкого круга азотсодержащих продуктов трансформации 1,1-диметилгидразина в различных объектах окружающей среды, основанная на сочетании методов масс-спектрометрии высокого разрешения и хемометрической обработки данных;
- развитие представлений по схемам трансформации 1,1-диметилгидразина при взаимодействии с окислителями.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**доказаны:**

- применимость разработанной методологии нецелевого скрининга широкого круга азотсодержащих соединений в широком диапазоне концентраций при изучении процессов окисления 1,1-диметилгидразина;
- эффективность предложенных способов детоксикации почв и вод, а также методологии оценки экологического состояния территорий, вовлеченных в ракетно-космическую деятельность;
- эффективность разработанных методик для обеспечения аналитического сопровождения ракетно-космической деятельности, а также адекватной оценки экологического состояния природных объектов.

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных аналитических методов, включающих

газовую и высокоэффективную жидкостную хроматографию с тандемным масс-спектрометрическим детектированием и масс-спектрометрию высокого разрешения, а также интерпретацию получаемых результатов хемометрическими методами.

**изложены:**

- доказательства образования широкого круга азотсодержащих соединений при окислительной трансформации 1,1-диметилгидразина;
- подходы к концентрированию НДМГ и широкого круга продуктов его трансформации из образцов технологических и природных вод, а также различных типов почв, позволяющие проводить определение аналитов на низких уровнях их содержаний.

**раскрыты:**

- особенности протекания трансформации 1,1-диметилгидразина в зависимости от внешних условий и типа используемого окислителя;
- метод нецелевого скрининга продуктов трансформации НДМГ с применением масс-спектрометрии высокого разрешения и хемометрической обработки;
- способ ликвидации несимметричного диметилгидразина путем его окисления в среде сверхкритической воды;
- несоответствия традиционно принятых схем окисления НДМГ при реагентной детоксикации загрязненных ракетным топливом почв и сточных вод;
- особенности связывания и миграции 1,1-диметилгидразина и продуктов его трансформации при попадании в почвы с высоким содержанием органического вещества.

**изучены:**

- влияние различных факторов на хроматографическое удерживание азотсодержащих продуктов трансформации НДМГ на неподвижных фазах со смешанным механизмом удерживания;

- трансформации 1,1-диметилгидразина при взаимодействии с различными окислителями, применяющимися в настоящее время на практике для ликвидации последствий попадания ракетного топлива в объекты окружающей среды;

- связывание, миграция и трансформация НДМГ и важнейших продуктов его трансформации в торфяных болотных почвах, характерных для районов падения отработанных частей ракет-носителей Европейского Севера РФ;

- влияние окислителей и дополнительного источника энергии (2-пропанола) на эффективность ликвидации НДМГ при окислении в среде сверхкритической воды;

**проведена модернизация** методик определения НДМГ и продуктов его трансформации в водных объектах и торфяных болотных почвах.

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

**разработаны и внедрены** в практику работы Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета методики определения НДМГ и продуктов его трансформации в водных объектах и торфяных болотных почвах.

**определены:**

- уровни загрязнения 1,1-диметилгидразином и важнейшими продуктами его трансформации торфяных болотных почв мест падения отработанных частей ракет-носителей в зоне действия космодрома Плесецк.

**созданы:**

- обеспечивающие высокую чувствительность и селективность оригинальные аналитические схемы одновременного определения НДМГ и широкого круга продуктов его трансформации в различных природных объектах;

- способ детоксикации стоков, содержащих 1,1-диметилгидразин, основанный на окислении в среде сверхкритической воды;

- возможность проведения ретроспективного анализа с использованием разработанных методик хроматомасс-спектрометрического определения токсикантов в различных природных объектах.

**представлены:**

- методические рекомендации по изучению миграции НДМГ и важнейших продуктов его трансформации в торфяных болотных почвах, характерных для районов падения отработанных частей ракет-носителей Европейского Севера РФ;

- методология нецелевого скрининга и определения широкого круга азотсодержащих соединений, выступающих в качестве продуктов трансформации 1,1-диметилгидразина, в различных объектах окружающей среды;

- отзыв Северного межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования об успешном внедрении в практику экологического мониторинга ракетно-космической деятельности космодрома «Плесецк» на территории Архангельской области комплексов методик определения высокотоксичных компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации, разработанных под руководством Ульяновского Н.В.;

- отзыв Республиканского государственного предприятия «Научно-исследовательский центр «Гарыш-Экология» Аэрокосмического комитета Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан о заинтересованности в методических разработках Н.В. Ульяновского для решения задач оценки загрязненности почв высокотоксичным ракетным топливом на основе 1,1-диметилгидразина и продуктами его окислительной трансформации, а также аналитического контроля эффективности детоксикации почв с

использованием окислительных реагентов для обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур»;

- отзыв Японской ассоциации промышленной безопасности и здоровья о внедрении разработанного с участием Н.В. Ульяновского метода хроматографического определения 1,1-диметилгидразина, метилгидразина и гидразина с предварительной дериватизацией 5-нитро-2-фуральдегидом для создания методики определения метилгидразина в воздухе рабочей зоны.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием современного сертифицированного и поверенного аналитического оборудования, валидированных методик, методов статистической обработки, большого количества модельных и реальных объектов, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях.

**Теория** основана на известных данных о методах извлечения, а также нецелевого скрининга и определения экотоксикантов в различных объектах окружающей среды хроматографическими и масс-спектрометрическими методами, методах обработки получаемого массива данных, что подтверждено полученными экспериментальными данными и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

**идея** базируется на применении теории и передового опыта практического использования методов тандемной масс-спектрометрии и масс-спектрометрии высокого разрешения для мониторинга экологического состояния объектов окружающей среды.

**использовано** сравнение авторских данных и литературных данных, полученных ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике.

**установлено**, что результаты, полученные в диссертационном исследовании, не противоречат результатам, представленным в независимых источниках по данной тематике.



**использованы** современные методы сбора экспериментальных данных, методики их математической и статистической обработки, экспертные системы для проведения идентификации компонентов, а также моделирования процессов диссоциации, активированной соударениями.

Личный вклад соискателя состоит в обосновании идеи диссертационного исследования, постановке целей и задач, выполнении теоретических и экспериментальных исследований, которые легли в основу разработанной методологии; изучении продуктов трансформации НДМГ, разработке способов их извлечения из почв и водных объектов и способов их определения, детоксикации сточных вод с НДМГ, обработке и обсуждении полученных результатов, подготовке публикаций и представлении материалов работы на научных конференциях и симпозиумах. Все представленные в диссертационном исследовании экспериментальные данные и результаты получены автором лично или под его руководством.

На заседании 20 мая 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Ульяновскому Николаю Валерьевичу ученую степень доктора химических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 03.02.08 – экология (химические науки) и 9 докторов наук по специальности 02.00.02 – аналитическая химия (химические науки), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

доктор химических наук, профессор



З.А. Темердашев

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат химических наук, доцент

Н.В. Киселева

20.05.2021 г.