

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.10, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 19 марта 2020 года публичной защиты диссертации Бурениной Анастасии Анатольевны «Оценка воздействия высокодисперсных материалов на структурно-функциональные параметры растений на разных этапах развития» по специальности 03.02.08 – Экология (биология) на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

Присутствовали 17 из 20 членов диссертационного совета, в том числе 9 докторов наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология):

1. Бабенко А. С., доктор биологических наук, профессор,  
председатель диссертационного совета, 03.02.08.
2. Кривова Н. А., доктор биологических наук, профессор,  
заместитель председателя диссертационного совета, 03.03.01.
3. Носков Ю. А., кандидат биологических наук,  
ученый секретарь диссертационного совета, 03.02.08.
4. Астафурова Т. П., доктор биологических наук, профессор, 03.02.08.
5. Барановская Н.В., доктор биологических наук, доцент, 03.02.08.
6. Большаков М.А., доктор биологических наук, профессор, 03.03.01.
7. Воробьев Д. С., доктор биологических наук, 03.02.08.
8. Гуреева И. И., доктор биологических наук, профессор, 03.02.08.
9. Дьякова Е. Ю., доктор медицинских наук, доцент, 03.03.01.
10. Еремеева Н. И., доктор биологических наук, профессор, 03.02.08.
11. Замощина Т.А., доктор биологических наук, профессор, 03.03.01.
12. Капилевич Л.В., доктор медицинских наук, профессор, 03.03.01.
13. Кирпотин С. Н., доктор биологических наук, профессор, 03.02.08.
14. Ласукова Т. В., доктор биологических наук, доцент, 03.03.01.
15. Плотников М. Б., доктор биологических наук, профессор, 03.03.01.
16. Романенко В. Н., доктор биологических наук, профессор, 03.02.08.
17. Терещенко Н. Н., доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник, 03.02.08.

**Заседание провел председатель диссертационного совета доктор биологических наук, профессор Бабенко Андрей Сергеевич.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А. А. Бурениной ученую степень кандидата биологических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.10,  
созданного на базе федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19.03.2020 № 6

О присуждении **Бурениной Анастасии Анатольевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация **«Оценка воздействия высокодисперсных материалов на структурно-функциональные параметры растений на разных этапах развития»** по специальности **03.02.08** – Экология (биология) принята к защите 16.01.2020 (протокол заседания № 1) диссертационным советом Д 212.267.10, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 75/нк от 15.02.2013).

Соискатель **Буренина Анастасия Анатольевна**, 1974 года рождения.

В 1999 году соискатель окончила Новосибирский государственный аграрный университет.

В 2004 году соискатель очно окончила аспирантуру государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории физиологии и биотехнологии растений Сибирского ботанического сада федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории физиологии и биотехнологии растений Сибирского ботанического сада федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор биологических наук, **Астафурова Татьяна Петровна**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», лаборатория физиологии и биотехнологии растений Сибирского ботанического сада, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

**Гусев Александр Анатольевич**, доктор биологических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Научно-исследовательский институт экологии и биотехнологий, директор

**Полонский Вадим Игоревич**, доктор биологических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», кафедра ландшафтной архитектуры и ботаники, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «**Агрофизический научно-исследовательский институт**», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном **Пановой Гаянэ Геннадьевной** (кандидат биологических наук, отдел светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем, заведующий отделом) указала, что исследования биологических свойств наночастиц, характеристик их токсичности и безопасности, механизмов влияния на растения, а также закономерностей транслокации и трансформации в почвенно-растительных системах имеют важное значение для решения современных проблем и реалий экологических последствий сельскохозяйственного и промышленного производства. А. А. Бурениной впервые

изучены особенности влияния наночастиц Pt, Ni и ZnO малых размеров ( $\Delta_{50} = 5\text{--}20$  нм) в низких концентрациях (0,01–10 мг/л) на морфометрические параметры роста, развития и / или физиолого-биохимические характеристики культурных растений амаранта, яровой пшеницы и огурца и дано обоснованное объяснение выявленным эффектам; установлены различия в эффективности поглощения и накопления наночастиц Pt, Ni и ZnO растениями в зависимости от корнеобитаемой среды культивирования, условий выращивания растений (лабораторные, естественные полевые), вида растений (амарант, пшеница, огурец), фазы их развития, и конкретного металла в составе наночастицы; впервые охарактеризовано на примере огурца влияние на растения 10 % высокодисперсного шлама Череповецкого металлургического комбината, содержащего высокодисперсные компоненты и оценены уровни накопления металлов в органах растений. Результаты исследований могут быть использованы в сельском хозяйстве при разработке и применении нанопрепаратов на основе наночастиц металлов, в системе обоснования допустимых уровней загрязнения агроценозов, существенным компонентом которых являются различные высокодисперсные материалы, а также при разработке приемов ремедиации почвенно-растительных систем, загрязненных тяжелыми металлами и их наночастицами.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ (в том числе в зарубежном научном журнале, входящем в Web of Science, опубликована 1 работа; в зарубежном научном журнале, входящем в Scopus, опубликована 1 работа), в сборниках материалов международных научной и научно-методологической, всероссийских (в том числе с международным участием) научных и межрегиональной научно-практической конференций опубликовано 7 работ. Общий объем публикаций – 4,75 п.л, авторский вклад – 1,83 а.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых

должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Астафурова Т. П. Влияние наночастиц диоксида титана и оксида алюминия на морфофизиологические параметры растений / Т. П. Астафурова, Ю. Н. Моргалев, А. П. Зотикова, Г. С. Верхотурова, С. И. Михайлова, **А. А. Буренина**, Т. А. Зайцева, В. М. Постовалова, Л. К. Цыцарева, Г. В. Боровикова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 1 (13). – С. 113–122. – 0,65 / 0,09 а.л.

2. Михайлова С. И. Влияние наночастиц платины и никеля на урожайность кормовых культур / С. И. Михайлова, Т. П. Астафурова, **А. А. Буренина**, Ю. Н. Моргалев, А. П. Зотикова, Т. Г. Моргалева // Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 13–15. – 0,27 / 0,08 а.л.

3. Kurovsky A. V. Amaranth Nutritional Properties Assessment Based on Potassium and Nitrate Concentration in Tissues / A. V. Kurovsky, **A. A. Burenina**, S. I. Mikhailova, K. A. Petrochenko, T. P. Astafurova // Biosciences biotechnology research Asia. – 2015. – Vol. 12, is. 3. – P. 2161–2166. – DOI: 10.13005/bbra/1887. – 0,38 / 0,09 а.л. (*Scopus*).

4. Astafurova T. P. Influence of ZnO and Pt Nanoparticles on Cucumber Yielding Capacity and Fruit Quality / T. P. Astafurova, **A. A. Burenina**, S. A. Suchkova, A. P. Zotikova, S. P. Kulizhskiy, Y. N. Morgalev // Nano Hybrids and Composites. – 2017. – Vol. 13. – P. 142–148. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/NHC.13.142. – 0,48 / 0,26 а.л. (*Web of Science*).

5. Зотикова А. П. Морфофизиологические особенности проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при воздействии наночастиц никеля / А. П. Зотикова, Т. П. Астафурова, **А. А. Буренина**, С. А. Сучкова, Ю. Н. Моргалев // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 3. – С. 578–586. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.3.578rus. – 0,83 / 0,37 а.л.

*Scopus:*

Zotikova A. P. Morphophysiological features of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings upon exposure to nickel nanoparticles / A. P. Zotikova, T. P. Astafurova,

**A. A. Burenina**, S. A. Suchkova, Yu. N. Morgalev // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya. – 2018. – Vol. 53, is. 3. – P. 578–586. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.3.578eng.

На автореферат поступило 9 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **Вл. В. Кузнецов**, чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф., научный руководитель института, заведующий лабораторией адаптации Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, г. Москва, *без замечаний*.
2. **М. С. Гинс**, чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф., заведующий лабораторией физиологии и биохимии, интродукции и биотехнологии функциональных продуктов Федерального научного центра овощеводства, п. ВНИИССОК Московской области, *без замечаний*.
3. **А. Г. Карташев**, д-р биол. наук, проф., профессор кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, *без замечаний*.
4. **О. П. Баженова**, д-р биол. наук, проф., профессор кафедры экологии, природопользования и биологии Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, и **Н. Н. Барсукова**, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии, природопользования и биологии Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, *без замечаний*.
5. **Е. С. Роньжина**, д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой агрономии Калининградского государственного технического университета, *без замечаний*.
6. **Г. А. Попова**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник Богашевского научного отдела Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа – филиала Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий РАН, г. Томск, *без замечаний*.
7. **А. С. Минич**, д-р биол. наук, проф., проректор по учебной работе Томского государственного педагогического университета, *с замечаниями*: непонятно, почему автором сделан выбор по изучению влияния на растения накопления именно никеля, железа, цинка и платины (редкого и дорогостоящего металла), а не других металлов; неясно, чем обоснован выбор растений амаранта, пшеницы и огурца посевного в качестве тестовых культур для изучения влияния исследуемых наночастиц металлов на морфогенез и структурно-функциональные параметры растений.
8. **Е. А. Бондаревич**, канд. биол. наук, доц., доцент кафедры химии и биохимии

Читинской государственной медицинской академии Минздрава России, *с вопросами и замечаниями*: какими критериями определялся набор исследуемых объектов, и почему экспериментальная часть была разной для модельных видов?; из текста автореферата непонятно, в каких химических формах в составе наночастиц были платина и никель: если в форме простых веществ, то какие существуют гипотезы по транспорту всех исследованных высокодисперсных частиц в клетки и в проводящую систему растений? Происходит ли химическая модификация наночастиц на основе Ni и ZnO при их поступлении в почву и растения? Будет ли риск токсичного действия наночастиц изучаемых элементов на организм животных и человека? Возможно ли негативное действие наночастиц на основе Pt, Ni и ZnO на растительные объекты, в условиях различных концентраций при длительном постоянном поступлении. Как эти компоненты взаимодействуют друг с другом, в условиях совместного присутствия в составе вносимого в почву шлама? 9. **Ю. С. Григорьев**, канд. биол. наук, профессор кафедры экологии и природопользования, руководитель Центра экотоксикологии и экологической безопасности Сибирского федерального университета, г. Красноярск, *с замечанием*: требуют пояснения данные, представленные в таблице 4 о содержании платины и никеля в корнях и листьях пшеницы и амаранта в контрольных и опытных вариантах при проведении полевых исследований.

В отзывах указывается, что актуальность темы исследования определяется возрастающим техногенным влиянием человека на природу, которое проявляется во все более значительном загрязнении среды обитания наночастицами, безопасность которых для агросистем и природных фитоценозов практически не изучена. Выявление специфики воздействия наночастиц ряда металлов на ростовые и некоторые физиологические процессы у растений при различных способах их выращивания позволит разработать безопасные способы культивирования растений в условиях контаминации высокодисперсными материалами. А. А. Бурениной впервые изучено влияние наночастиц Pt, Ni, ZnO на рост, развитие, морфогенез и продуктивность растений на начальных этапах развития и в процессе онтогенеза; выявлены закономерности изменения количественного соотношения накопления

металлов в органах растений в зависимости от вида металла и субстрата культивирования, установлена видоспецифичность аккумуляции и влияния на растения наночастиц платины; проведена оценка экологической безопасности применения высокодисперсных металлосодержащих отходов при культивировании растений огурца. Полученные данные полевых исследований о хроническом, низкодозированном воздействии наночастиц могут быть использованы в системе обоснования допустимых уровней загрязнения агроценозов, существенным компонентом которых являются различные высокодисперсные материалы, а ростостимулирующий эффект низких концентраций некоторых наночастиц расширяет показания к их использованию при предпосевной обработке семян и выращивании сельскохозяйственных культур, что может найти применение при разработке новых агротехнических приемов и иметь большое значение для решения вопросов продовольственной безопасности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **А. А. Гусев** является ведущим специалистом в области изучения биологических эффектов различных наноматериалов, а также вопросов утилизации и биоконверсии высокодисперсных металлосодержащих отходов; **В. И. Полонский** – ведущий специалист в области нанотоксикологии, биоиндикации и безопасности техногенных наночастиц; в **Агрофизическом научно-исследовательском институте** ведутся обширные научные исследования в области агрономической физики, включающие применение наноматериалов в качестве биологически активных стимуляторов и микроудобрений, обладающих свойствами иммуномодуляторов и адаптогенов, потенциально способных повысить устойчивость растений к стрессорам биотической и абиотической природы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*предложен* комплексный подход изучения специфики воздействия низких концентраций наночастиц платины, никеля и оксида цинка малых размеров, а также высокодисперсных металлосодержащих отходов на растительные объекты по изменению их морфофизиологических показателей;



*доказана* зависимость степени аккумуляции металлов от вида наночастиц, способа их внесения, условий культивирования, видовых особенностей и фазы развития растений;

*доказана* возможность оценки степени воздействия высокодисперсных материалов на растения по изменению их структурно-функциональных параметров.

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

*изложены* результаты исследований, дополняющие имеющиеся знания об особенностях устойчивости растений при воздействии наночастиц платины, никеля, оксида цинка и высокодисперсных металлосодержащих отходов;

*изучена* степень аккумуляции наночастиц платины и никеля растениями пшеницы и особенности их морфогенеза на ранних этапах развития в зависимости от среды культивирования;

*изучены* особенности воздействия наночастиц платины, никеля и оксида цинка на рост, развитие, продуктивность и качество урожая растений пшеницы, амаранта и огурца.

*изучена* возможность применения высокодисперсных металлосодержащих отходов при культивировании растений огурца.

*раскрыты* закономерности распределения металлов по органам растений разных видов, выявлена видоспецифичность растений по отношению к одному и тому же виду наночастиц.

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

*представлены* данные, которые могут быть использованы для разработки способов биоконверсии техногенных отходов, содержащих высокодисперсные компоненты, а также технологии биоремедиации почв, загрязненных высокодисперсными отходами металлургии и nanoиндустрии.

*определены* перспективы использования количественных параметров содержания и распределения металлов по органам растений для определения допустимых уровней загрязнения среды наночастицами в интересах безопасности растительных систем.

**Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.** Полученные данные о длительном воздействии на растения наночастиц низких концентраций в полевых исследованиях позволят обеспечить биобезопасность сельскохозяйственной продукции, полученной с применением сельскохозяйственных препаратов нового поколения (гербицидов, стимуляторов роста, микроудобрений и т.д.), а также в условиях контаминации сельхозпроизводства отходами, содержащими высокодисперсные компоненты. Сведения о стимулирующем действии различных наночастиц на рост и развитие растений могут найти применение при разработке новых агротехнических приемов выращивания хозяйственно-ценных культур. Результаты работы могут также использоваться при проведении научных исследований по схожей тематике и в образовательном процессе вузов при разработке лекционных и практических курсов по экологии, сельскохозяйственной биологии и физиологии растений.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*идея базируется* на общепринятых теоретических знаниях, обобщении результатов ранее проведенных исследований, направленных на оценку воздействия высокодисперсных материалов на растения;

*использованы* современные физико-химические методы анализа (спектрофотометрический, оптико-акустический, масс-спектрометрический с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)), а также классические методы статистического анализа;

*результаты* получены на сертифицированном оборудовании, *показана воспроизводимость* результатов в различных условиях проведения экспериментов;

*установлено* согласование авторских результатов с известными концепциями.

**Личный вклад соискателя состоит в:** участии в обосновании научной тематики диссертационной работы, постановки цели и задач, а также определении методов исследования, планировании и проведении лабораторных и полевых экспериментов, статистической обработке данных и анализе полученных результатов.

Диссертация А. А. Бурениной отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание

ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с п. 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по исследованию воздействия высокодисперсных материалов на морфофункциональные параметры различных видов растений в зависимости от условий их выращивания, имеющей значение для факториальной экологии и сельскохозяйственной биологии.

На заседании 19.03.2020 диссертационный совет принял решение присудить **Бурениной А. А.** ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Ученый секретарь  
диссертационного совета

Бабенко Андрей Сергеевич

Носков Юрий Александрович

19 марта 2020 г.