

**Заключение диссертационного совета Д 01.023.03
на базе Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета

Д 01.023.03 от 15 октября 2020 г. № 15

О ПРИСУЖДЕНИИ

Фрунзе Оксане Валентиновне

ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Повышение экологической безопасности урбанизированных территорий фитореставрацией почв с получением биотоплива» по специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства принята к защите «20» мая 2020 г., протокол № 13, диссертационным советом Д 01.023.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2 (приказ о создании диссертационного совета № 650 от 20.06.2017 г.).

Соискатель – Фрунзе Оксана Валентиновна, 1982 года рождения, в 2005 году с отличием окончила Донецкий национальный университет. В период с 2005 по 2008 г. прошла обучение в аспирантуре Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» по специальности 03.00.12 – физиология растений.

Работает старшим преподавателем кафедры физиологии растений Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет».

Диссертация выполнена на кафедре физиологии растений Государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования «Донецкий национальный университет», г. Донецк.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Высоцкий Сергей Павлович**, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», заведующий кафедрой «Техносферная безопасность».

Официальные оппоненты:

1. Дрозд Геннадий Яковлевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» Института строительства, архитектуры и ЖКХ ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

2. Хазипова Вера Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Естественнонаучных дисциплин» факультета «Техносферной безопасности» ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР.

Профессор **Дрозд Г.Я** и доцент **Хазипова В.В.** дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» г. Донецк, в своем положительном заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на заседании Ученого совета ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» «15» сентября 2020 г., протокол № 3, д.т.н., генеральным директором ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» В.С. Полищуком *отметила*, что диссертация Фрунзе Оксаны Валентиновны представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на весьма актуальную тему. Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации. Общее содержание диссертационной работы, основные научные результаты и выводы соответствуют положениям паспорта специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют важное значение для науки и практики городского хозяйства в области повышения экологической безопасности урбанизированных территорий. Сформулированные

в работе выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Работа отвечает требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фрунзе О.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Соискатель является автором и соавтором 22 научных работ по теме диссертации, в том числе: 6 работ опубликовано в специализированных научных изданиях, включенных в перечень ВАК МОН ДНР; 3 работы – в изданиях, входящих в перечень специализированных научных журналов, утвержденных ВАК МОН Украины; 13 работ – в сборниках трудов международных и региональных научно-практических конференций, а также в других изданиях.

Диссертация Фрунзе О.В. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу. Содержание диссертационной работы, основные научные результаты и выводы соответствуют положениям паспорта специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

- публикации в специализированных научных изданиях, рекомендованных МОН ДНР:

1. Высоцкий, С.П. Фитореабилитация близлежащих к автомобильным трассам территорий [Текст] / С.П. Высоцкий, **О.В. Фрунзе** // Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета: международный научно-технический журнал / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет». – Горловка: 2019. – Вып. № 2(29). – С. 59-65.

2. Высоцкий, С.П. Фиторемедиация загрязненных тяжелыми металлами почв с помощью злаков [Текст] / С.П. Высоцкий, **О.В. Фрунзе** // Вестник Академии гражданской защиты: научный журнал. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2019. – Вып. 3 (19) – С. 117 – 123.

3. Высоцкий, С.П. Восстановление почв, загрязненных тяжелыми металлами, методом фиторемедиации [Текст] / С.П. Высоцкий, **О.В. Фрунзе** //

Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета: международный научно-технический журнал / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет». – Горловка: 2019. – Вып. № 3(30). – С. 35-43.

4. Высоцкий, С.П. Технология фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв с помощью декоративных травянистых растений [Текст] / С.П. Высоцкий, **О.В. Фрунзе** // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры / ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». – Макеевка: 2019. – Вып. №5(139). – С. 105-113.

5. **Фрунзе, О.В.** Изменение площади листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца [Текст] / **О.В. Фрунзе**, С.В. Киселев // Научно-практический журнал Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона / ГОУВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: 2017. – Вып. № 3-4. – С. 79-84.

6. **Фрунзе, О.В.** Содержание кобальта и марганца в проростках декоративных травянистых растений в условиях контролируемого загрязнения [Текст] / **О.В. Фрунзе**, М.Н. Конопленко // Научно-практический журнал Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона / ГОУВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: 2018. – Вып. № 3-4. С. 132-136.

- публикации в специализированных научных изданиях, рекомендованных МОН Украины:

1. **Хромих, О.В.** Вплив забруднення ґрунту кобальтом та марганцем на фотосинтетичну активність квітково-декоративних рослин / **О.В. Хромих** // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: видавництво ЛНАУ, 2008. – № 82. – С. 189-195 (*Получена зависимость интенсивности фотосинтеза от концентрации ионов тяжелых металлов в почве*)

2. **Хромих, О.В.** Вплив забруднення ґрунту кобальтом та марганцем на ростові показники деяких видів квітково-декоративних рослин [Текст] / **О.В. Хромих** // Науково-практичний журнал Проблеми екології та охорони

природи техногенного регіону / Донецький національний університет. – Донецьк: 2011. – Вип. № 1(11). – С. 275-290 (*Выявлена закономерность устойчивости растений от индекса толерантности*)

3. Хромих, О.В. Зміни вмісту хлорофілів трав'янистих декоративних рослин за умов забруднення ґрунту сполуками кобальту та марганцю [Текст] / **О.В. Хромих** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету / Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ: 2014. – Вип. № 1(33). – С. 15-22. (*Выявлены закономерности изменения фотосинтетического аппарата растений в условиях полиметаллического стресса*)

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и замечаний, содержащихся в них:

1. Андрийчук Николай Данилович доктор технических наук, профессор, директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», заведующий кафедрой вентиляции, теплогазо- и водоснабжения.

Отзыв положительный с замечаниями:

- в автореферате недостаточно полно представлен анализ токсического действия ионов тяжелых металлов на живые организмы;
- желательно было бы привести блок-схему проведенных вычислений.

2. Остапко Владимир Михайлович доктор биологических наук, заведующий отделом природы флоры и заповедного дела Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад», профессор.

Отзыв положительный с замечаниями:

- нет необходимости при повторном использовании латинских названий видов растений давать их полное название в тексте;
- в автореферате нет информации о том, что автор предлагает делать с полученной биомассой клещевины после реализации эксперимента вдоль автомагистралей или после внедрения предлагаемого метода на производстве;

– не указаны официальные источники информации при анализе и сравнении стоимости различных технологий фитореставрации почв.

3. Стариков Геннадий Петрович доктор технических наук, профессор, директор ГУ «Института физики горных процессов».

Отзыв положительный с замечаниями:

– в автореферате не в полной мере проанализированы механический и химический методы очистки почвы;

– не предлагаются и экспериментально не сравниваются ионы других тяжелых металлов, таких как алюминий, цинк, свинец, медь и т.д.

4. Колесников Сергей Ильич доктор сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.03 – агропочвоведение, агрофизика, заведующий кафедрой экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», профессор.

Отзыв положительный с замечаниями:

– почему не исследовали содержание тяжелых металлов в корневой системе растений?

– на стр. 10 Оксана Валентиновна обсуждает влияние свинца на его накопление в клеверине (*Ricinus communis*). На чем основан выбор именно этого вида растения в качестве фитотеста содержания свинца;

– рис. 12 (стр. 14) требует уточнений: как именно биоматериал может быть использован на металлургическом предприятии, к какой группе (категории) удобрений относится полученный продукт, можно ли такой материал сертифицировать для продажи?

– текст автореферата не содержит ссылок на официальные источники с экологическими нормативами содержания тяжелых металлов в почвах и растениях.

5. Сирюк Юлия Андреевна доктор физико-математических наук, профессор кафедры биофизики, ведущий научный сотрудник отдела ФМЯ ВТСП НИЧ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Отзыв положительный с замечаниями:

- вполне понятно, что повышенные концентрации ионов тяжелых металлов в почве городской среды приводят к ухудшению здоровья населения Донецкого региона, но в работе не представлены доказательные исследования или хотя бы статистические данные, подтверждающие влияние повышенных концентраций ионов кобальта, марганца и хрома в почве на здоровье людей, проживающих в данном регионе;
- в автореферате не в полной мере проанализированы механический и химический методы очистки почвы;
- не предлагаются и экспериментально не сравниваются ионы других тяжелых металлов, таких как алюминий, цинк, свинец, медь и т.д.

6. Акинина Алла Геннадиевна кандидат технических наук по специальности 05.23.03 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха», старший научный сотрудник General Dynamics Informational Technology USA.

Отзыв положительный с замечаниями:

- какими официальными источниками пользовалась автор при расчете экономической целесообразности используемой (рекомендуемой) технологии фиторемедиации;
- каким образом подготавливался посадочный или семенной материал для осуществления эксперимента, где были взяты образцы указанных растений;
- в каких случаях речь в работе идет о полиметаллическом стрессе, а в каких о загрязнении конкретным металлом?

7. Епринцев Сергей Александрович кандидат географических наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология», доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Воронежский государственный университет»

Отзыв положительный с замечаниями:

- проведенные полевые исследования открытого типа должны обязательно содержать информацию о геолокациях и датах осуществления эксперимента.
- на рисунках с диаграммами корректнее указать погрешность для каждого значимого параметра-результата.

– понятна технология сравнения фитореставрации с другими подобными методами и подходами, но нет информации об экономической эффективности при стирании биоматериала, используемого в качестве топлива, – этот вопрос нужно осветить.

– нужно уточнить по какой формуле (или авторскому расчету) был установлен такой показатель, как фактор переноса (таблица 2, страница 9).

8. Агурова Ирина Владимировна кандидат биологических наук по специальности 03.00.16 «Экология», заведующая лабораторией почвенно-экологических исследований Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад».

Отзыв положительный с замечаниями:

– из автореферата непонятно, каким образом рассчитывается показатель «фактор переноса» (стр. 9) и в соответствии с какими методическими рекомендациями использован этот критерий на практике;

– при описании схемы проведения эксперимента рекомендую уточнить и обосновать выбор загрязнителей;

– неясно, сделан ли анализ закономерностей накопления тяжелых металлов отдельными видами растений в соответствии с принадлежностью к разным таксономическим группам, например, в рамках разных семейств;

– внедрены ли полученные данные по фиторемедиации на производстве или на конкретных предприятиях Донбасса, если да, то хотелось бы уточнить, каким образом.

9. Кишкань Роман Владимирович председатель Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики.

Отзыв положительный с замечаниями:

– информация автореферата не позволяет создать целостного геоинформационного представления – на каких именно территориях реализован полевой этап экспериментов;

– были ли проведены подобные эксперименты в Донбассе ранее; если да, то кем и какие были получены результаты;

– можно ли экстраполировать результаты такого исследования на сопредельные территории, например, Ростовскую область.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их компетентностью и научно-практическими исследованиями в области экологической безопасности природных систем, в вопросах восстановления загрязненных почв урбанизированных территорий и наличием публикаций, соответствующих теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработана* экологически безопасная, малозатратная и экономически выгодная технология фиторемедиации почв городских территорий урбанизированных районов, загрязненных тяжелыми металлами, с последующей утилизацией отработанного биоматериала;

– *выполнен отбор* устойчивых к полиметаллическому стрессу городской среды видов декоративных травянистых растений, по данным индекса толерантности, морфометрическим показателям и скорости роста, высаживание которых позволит уменьшить концентрацию тяжелых металлов в почвах города;

– *выявлены* виды декоративных травянистых растений с наибольшей теплоустойчивостью в условиях полиметаллического стресса, что позволит максимально использовать образующиеся в технологии фиторемедиации отходы;

– *выполнен отбор* растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов для почв городской среды по данным фактора переноса и показателям сорбционной способности, применение которых в технологии фиторемедиации позволит уменьшить концентрацию тяжелых металлов в почвах урбанизированных территорий;

– для восстановления почв урбанизированных территорий с высоким содержанием свинца возле автомобильных дорог *исследована* сорбционная эффективность устойчивых к загрязнению растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов;

– для повышения устойчивости видов-гипераккумуляторов тяжелых металлов при выполнении функции фиторемедиации почв урбанизированных территорий *изучены* биоадаптационные характеристики растений;

– *проведена опытно-промышленная апробация* технологии восстановления почв городской среды возле металлургических предприятий в условиях полиметаллического стресса, определена экономическая эффективность и стоимостные преимущества технологии.

Теоретическая значимость диссертационного исследования обоснована тем, что:

– *обоснована* целесообразность использования *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L., *Miscanthus sinensis* L. обладающих высокой сорбционной способностью, в качестве растений-гипераккумуляторов кобальта, марганца, хрома и свинца, для очищения почв городской среды от тяжелых металлов. Растения обладают высокой сорбционной способностью, устойчивы к высоким концентрациям тяжелых металлов, обладают большой скоростью роста, быстро набирают биомассу, обладают высокой теплотой сгорания, благодаря чему обеспечивают экономически выгодную и экологически безопасную утилизацию;

– *установлены* наиболее эффективные энергетические культуры в условиях полиметаллического стресса, которые после использования в технологии фиторемедиации могут быть вовлечены в соответствующие технологические процессы в качестве сырья для получения энергии. Теплота сгорания *Brassica napus* L., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L., *Miscanthus sinensis* L. составляет 16,5-18,0 МДж/кг. Показана связь биопродуктивности растений с их теплотой сгорания;

– экспериментально *подтверждена* способность изученных видов растений-гипераккумуляторов сорбировать из почв городской среды высокие концентрации тяжелых металлов и аккумулировать их в вегетативных органах. Для *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica*

napus L., *Cosmos sulphureus* Cav. и *Linum usitatissimum* L. фактор переноса металла превысил 15, что указывает на их высокую сорбционную способность;

- экспериментально *доказана* эффективность предложенной технологии фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв урбанизированных территорий;

- *доказано*, что загрязнение почвы ионами тяжелых металлов не оказывает негативного влияния на биохимические показатели видов-гипераккумуляторов, что позволяет их рекомендовать для фитовосстановления почв городской среды.

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

- *разработана* эффективная технология фиторемедиации почв территорий вокруг промышленных объектов: тепловых электростанций, металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, загрязненных ионами кобальта, марганца и хрома, а также разработана экономически выгодная и экологически безопасная технология утилизации отработанного биоматериала, которая может быть рекомендована для внедрения в технологические процессы металлургических предприятий;

- на основании экспериментальных исследований *выполнен подбор* видов растений-гипераккумуляторов кобальта, марганца, хрома, свинца в условиях полиметаллического стресса, высаживание которых позволит уменьшить концентрацию ионов тяжелых металлов в почвах городской среды;

- *выведены* аналитические зависимости степени концентрирования свинца в семенах, корнях и побегах растений от его концентрации в гидропоническом растворе; доказано, что для эффективной технологии восстановления почв ширина посева растений должна составлять до 10 м от кромки дороги II технической категории (автомобильная дорога с интенсивностью движения >6000 ед./сутки). Экспериментально доказана логистическая зависимость распределения концентрации ионов кобальта, марганца и хрома между вегетативными органами растений и содержанием металлов в почве урбанизированных территорий во время контролируемого процесса фиторемедиации в полевых условиях;

– на основании экспериментальных исследований *выполнен подбор* видов растений с высокой теплотой сгорания, которые позволяют максимально использовать отходы образующиеся в технологии восстановления почв для получения тепловой энергии;

– обоснованные научные положения диссертационного исследования *внедрены* в качестве составляющих мероприятий, которые направлены на повышение экологической безопасности городской среды в сфере услуг автомобильного грузового транспорта ФЛ-П Вороной В.В., ФЛ-П Базиян Л.М., ФЛ-П Зайнутдинова Е.Ю.;

– результаты работы *внедрены* в учебный процесс ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» при подготовке бакалавров по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование» по программе курсов «Рост и развитие растений в условиях металлопрессинга», «Тяжелые металлы в экосистемах».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Достоверность обеспечивается результатами экспериментальных исследований, выполненных с применением современных методов, приборов и оборудования в лабораторных и производственных условиях; статистической обработкой полученных данных.

2. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на: I Научно-практической конференции «Рослини та урбанізація» (Днепропетровск, 2007 г.); II Научно-практической конференции «Рослини та урбанізація» (Днепропетровск, 2011 г.); Международной конференции «От заповедования до сбалансированного природопользования» (Донецк, 2013 г.); Научной конференции Донецкого национального университета по итогам научно-исследовательской работы за период 2011-2012 гг. (Донецк, 2013 г.); III Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальные и прикладные исследования в биологии (Донецк, 2014 г.); IX Международной научной конференции аспирантов и студентов «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов (Донецк, 2015 г.); I Международной научной конференции «Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности (Донецк, 2016 г.); II Научной

конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы наук о Земле» (Ростов-на-Дону, 2016 г.); IV Международной научной конференции «Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» (Донецк, 2019 г.); VIII Международной научно-практической конференции «Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная» (Брянск, 2019 г.).

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке технологии фитореставрации почв урбанизированных территорий для повышения их экологической безопасности. Впервые показано, что наибольшее концентрирование ионов тяжелых металлов имеет место в корнях исследованных растений, это указывает на необходимость извлечения корневой системы при фитореставрации почв;
- выполнении исследований и теоретическом обосновании подбора видов растений-гипераккумуляторов кобальта, марганца, хрома, свинца в условиях полиметаллического стресса, высаживание которых позволит уменьшить концентрацию ионов тяжелых металлов в почвах городской среды и повысит экологическую безопасность урбанизированных территорий;
- составлении обзора исследований по современному состоянию способов очистки почв городской среды, загрязненных соединениями тяжелых металлов и их воздействию на окружающую среду и здоровье людей;
- проведении экспериментальных исследований по выполнению подбора устойчивых растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов, подбору видов растений с наибольшей теплотой сгорания для их максимального использования в получении тепловой энергии;
- обработке, интерпретировании и обобщении полученных результатов;
- формулировании выводов.

На заседании 15.10.2020 г. Диссертационный совет Д 01.023.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» принял решение *присудить* Фрунзе Оксане Валентиновне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, учувствовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14 человек, против – нет, воздержались – нет.

Председательствующий на заседании
диссертационного совета Д 01.023.03
д.т.н., профессор

Насонкина Н.Г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 01.023.03
к.т.н., доцент

Башева Т.С.

