

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**на диссертационную работу Лусис Аделины Вадимовны  
на тему «Экологическая стабилизация пылящих поверхностей  
апатитонефелинового хвостохранилища в условиях Кольского Севера»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 1.6.21. – «Геоэкология» (технические науки)**

**Актуальность темы диссертационной работы.** Диссертационная работа Лусис Аделины Вадимовны посвящена исследованию проблемы экологической стабилизации пылящих поверхностей хранилищ горнопромышленных отходов в условиях Кольского Севера. Актуальность данной темы очевидна, так как она непосредственно связана с выполнением стратегических задач, определенных Указом Президента РФ № 176 от 19 апреля 2017 года, касающихся экологической безопасности. Выбранная тема исследования важна как с точки зрения экологии, так и с позиции социальной значимости, учитывая серьезные угрозы, которые представляют техногенные массивы и хвостовые отвалы для окружающей среды и здоровья населения, особенно, когда речь идет об субарктическом климате с ограниченными способностями локальных экосистем к регенерации и о повышении биогенности малопродуктивных песчаных техногрунтов.

Цель защищаемой диссертационной работы состоит в выявлении возможности экологической стабилизации пылящих поверхностей апатитонефелиновых отходов обогащения. Для ее достижения автором поставлены следующие основные задачи по изучению состава и свойств отходов, пригодных для мелиорации песчаных грунтов, проведению серии лабораторных и полевых исследований для выяснения возможности применения осветленных коммунальных стоков и осадков сточных вод, разработке технологии для стабилизации пылящих поверхностей и экономической оценке восстановления нарушенных земель с применением предлагаемых технологий.

**Идея работы** заключается в том, что экологическая стабилизация хранилищ твердых песчаных отходов может быть обеспечена за счёт утилизации различных типов отходов селитебного комплекса в соотношениях, определяемых структурой видового состава формируемого противоэрозийного фитоценоза.

**Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации,** заключается в том, что автором теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены экологически эффективная возможность и способы биорекультивации техногенных пылящих поверхностей с использованием отходов селитебного комплекса на Кольском Севере за счет целенаправленного формирования эдафических свойств техногрунтов и, соответствующего их структуре, видового состава противоэрозийных травяных фитоценозов. Установлено, что применение мелиорантов на основе осветленных коммунальных стоков стимулирует восстановительную сукцессию на апатитонефелиновом

хвостохранилище и положительно влияет на прорастание семян, дальнейший рост и развитие растений-эдикаторов. Доказано, что эффективность стабилизации пылящих поверхностей определяется совокупностью подбора травосмеси из видов эдикаторной группы, характеризующихся интенсивным корнеобразованием, а также составом мелиорантов и способом их нанесения на поверхность техногрунта для формирования высококачественного противоэрозионного фитоценоза. На основе изучения фотосинтетического аппарата в созданном многолетнем противоэрозионном фитоценозе установлены преимущества использования ОКС и ОСВ по сравнению с контрольными участками и способом их нанесения.

**Новизна и направленная практическая значимость исследований** А.В. Лусис достаточно весомы. Работа позволила реализовать и получить инновационные, более эффективные и экономически выгодные методы биологической рекультивации в условиях отсутствия на территории плодородных пород для отсыпки нарушенных поверхностей. К наиболее важным научным результатам в области экологической стабилизации пылящих техногенных поверхностей следует отнести: теоретически обоснованную и экспериментально подтвержденную возможность и способы экологически эффективной стабилизации пылящих поверхностей апатитонефелинового хвостохранилища и песчаных карьерных выработок в условиях отсутствия на территории плодородных пород для отсыпки нарушенных поверхностей с применением, требующих утилизации, отходов селитебного комплекса, в основе которых целенаправленное формирование эдафических свойств техногрунтов и, соответствующих их структуре видового состава противоэрозийных травяных фитоценозов, а также разработанный общеметодологический подход к выбору оптимального уровня мелиорирующего и удобрительного эффекта региональных комплексных смесей жидких бытовых отходов, который может быть использован при создании подобных технологий в других климатических зонах.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.** На основе полученных в выполненной Лусис Аделиной Вадимовной работе результатов были разработаны практические рекомендации и предложена технологическая схема проведения восстановительных мероприятий с использованием отходов селитебного комплекса (осадка сточных вод) для экологической стабилизации пылящих поверхностей апатитонефелинового хвостохранилища в условиях Кольского Севера, которые были успешно апробированы в 2022 г. на откосах ограждающей дамбы хвостохранилища АНОФ-2 КФ АО «Апатит». Это подтверждает высокую степень научной проработанности вопроса, достаточную аргументированность и обоснованность рекомендаций автора, позволяет предлагать их для непосредственного внедрения в качестве способа эффективного пылеподавления на других техногенных массивах класса хвостовых отвалов региональных предприятий КФ АО «Апатит», АО «СЗФК» и др., а также использовать их в виде базиса для дальнейшей разработки новых, более совершенных, методов рекультивации/консервации

хвостоотвалов с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**, сформулированных в работе, подтверждается применением современной приборной базы, апробированных методов анализа и статистической обработки фактического материала, представительностью и значительным объемом исходных данных, использованием общепринятых критериев оценки полученных результатов, а также согласованностью выводов теоретического анализа и данных эксперимента, удовлетворительной сходимостью результатов измерений и экспериментальных исследований, апробацией на научных конференциях, форумах и практической реализацией полученных результатов.

**Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом.** Представленная на отзыв диссертационная работа Лусис Аделины Вадимовны состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и двух приложений. Текст изложен на 171 странице, иллюстрирован на 39 рисунках, содержит 30 таблиц и список использованных библиографических источников в количестве 201 наименований, из которых 66 являются иностранными. Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель, идея и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту. В первой главе представлен обзор литературы, в котором приведен анализ современного состояния и проблем антропогенно-трансформированных земель в Мурманской области, современные методы снижения негативного воздействия на природные экосистемы. Рассмотрены, адаптированные для региона технологии биорекультивации нарушенных ландшафтов, освещены вопросы, связанные с использованием осветленных коммунальных стоков и осадков сточных вод для реабилитации нарушенных территорий. Во второй главе автором приводится характеристика района и объектов исследований, агроклиматических условий, представлены применяемые методы исследований. В третьей главе дана оценка возможности использования мелиоранта на основе осветленных коммунальных стоков для экологической стабилизации пылящих поверхностей хранилищ горнопромышленных отходов на Кольском Севере. В четвертой главе представлены результаты изучения химической мелиорации нефелиновых песков с использованием отходов селитебного комплекса (осветленных коммунальных стоков и осадков сточных вод). В пятой главе приведено обоснование технологии экологической стабилизации пылящих поверхностей хранилищ горнопромышленных отходов в условиях Кольского Севера, предложены практические рекомендации по использованию осадка сточных вод регионального ВКХ и дана экономическая оценка ревитализации нарушенных горными работами ландшафтов с применением предлагаемых мелиорантов на основе отходов селитебного комплекса (осветленных коммунальных стоков и осадков сточных вод).

Итоги, изложенные в конце работы, полностью отражают полученные результаты исследований.

Диссертация А.В. Лусис является ценным и интересным исследованием, выполненным самостоятельно и в полном объеме. Она написана хорошим литературным языком, детально проиллюстрирована и оформлена на хорошем научном уровне. При написании диссертации соискателем даны ссылки на авторов и источники, откуда она заимствовала материалы, отдельные и коллективные результаты.

Диссертация наукоёмка, содержит обширный экспериментальный материал, совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство, что позволяет квалифицировать их, как значимый вклад в решение таких важных, имеющих народно-хозяйственное значение, геоэкологических проблем, как: пылеподавление и рациональное использование продуктов переработки региональных водоканализационных хозяйств.

Автором был обработан, проанализирован и детально обсужден в представленной работе большой объем фактического материала, анализ и интерпретация которого свидетельствуют о том, что цель и все задачи выполнены, выдвинутые на защиту положения достаточно аргументированы. Тема диссертации соответствует научной специальности. Работа имеет большое теоретическое и практическое значение. Положения, выводы и рекомендации для производства основаны на большом экспериментальном многолетнем материале, достоверность которого неоспорима и подтверждается первичной документацией и статистической обработкой данных современными методами статистики. Разработанная автором методология геоэкологических исследований, позволяет экстраполировать полученные результаты на другие типичные регионы Арктической зоны РФ, что является одним из главных достоинств данной работы.

**Замечания по работе.** Наряду с несомненными достоинствами рассматриваемой диссертационной работы, в ней имеются и замечания:

1. В диссертационной работе следовало бы более подробно рассмотреть геоэкологическое состояние исследуемых территорий, так как, например, состав объектов исследования явно не может быть постоянным и тем самым представляет угрозу для окружающей среды. Данный анализ позволил бы более полно оценить экологический ущерб для последующей его минимизации.

2. В таблице 1.1. приведены нормативы качества сточной воды, сбрасываемой в водоёмы рыбохозяйственного назначения (источник № 98 в списке литературы за 2015 г). В соответствии с Приказом Минсельхоза РФ от 13.12.2016 № 552 (с изменениями от 13.06.24 г.) таблица имеет другой вид. Нет ХПК, нет концентрации нефтепродуктов, появилась токсичность воды и так далее.

3. Данные в таблицах 2.1 (стр. 44) и 3.1(стр. 57) по химическому составу песка отвалов не совпадают. В таблице 2.1 приведено содержание стронция в пересчёте на оксид, в таблице 3.1 этих данных нет.

Присутствие радиоактивного нуклида стронция в песке вызывает ряд вопросов. Где данные по радиационному фону отвалов? Известно, что в условиях повышенного радиационного фона усиливается рост растений.

Может полученные результаты в работе связаны с этим фактором, а не с составом и видом добавляемых ОСВ и осадков или видом растений?

4. На странице 51 обозначено, что в лабораторных условиях техногенный грунт массой 340 г. помещали в емкости слоем 3 см. Чем обусловлена высота слоя 3 см, а, допустим, не 30 см? На странице 59 говорится вообще о двухсантиметровом слое грунта. А как же корневая система растений?

5. В диссертационной работе нет сведений о количестве тяжёлых металлов в осадках сточных вод и в растениях. Исследовано только изменение содержания азота, фосфора и калия. Следовало бы представить результаты накопления тяжелых металлов исследуемыми растениями после проведения экспериментов.

6. Не понятно, чем обусловлен процент содержания или соотношение того или иного растения в травосмеси (стр. 60 и 80 диссертационной работы). От чего зависит норма высева семян?

7. Экономическую оценку предлагаемых технологий следовало бы представить в сравнении с существующими и указать их экономическую целесообразность.

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки рассматриваемой диссертационной работы.

**Соответствие автореферата основным положениям диссертации.** Автореферат диссертации Лусис А.В. написан хорошим литературным языком, логично построен и детально проиллюстрирован. Его название, структура и содержание полностью соответствуют цели и задачам исследования, отражают содержание, идеи и выводы диссертации.

**Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.** Все основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в открытой печати в научных изданиях и соответствуют теме диссертационной работы. По теме работы опубликовано 12 печатных трудов, в том числе: 1 монографическая работа, 2 статьи в рецензируемых журналах, индексируемых в Scopus, 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, и 6 – в сборниках и материалах различных конференций.

**Общая оценка диссертационной работы.** Представленная работа является завершённым научным исследованием, отличается высоким уровнем внутренней логической связности, четким единством содержания и последовательностью изложения. Она демонстрирует научную обоснованность, полноту изложения материала и содержит новые, ранее не опубликованные результаты, что свидетельствует о ее самостоятельности и оригинальности. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, соответствуют п. 17 паспорта специальности 1.6.21. «Геоэкология».

В целом в диссертационной работе Лусис Аделины Вадимовны «Экологическая стабилизация пылящих поверхностей апатитонепелинового хвостохранилища в условиях Кольского Севера» решены все поставленные научные задачи, четко прослеживается научная новизна, которая проявляется

в предложенных автором методах и подходах к решению актуальных проблем геоэкологии с помощью отходов селитебного комплекса для снижения пылеобразования и восстановления растительного покрова на нарушенных землях, имеющих важное значение для охраны окружающей среды. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-11 и 13-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21– «Геоэкология».

Официальный оппонент, доктор технических наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология», доцент, профессор кафедры водопользования и экологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Ульрих  
Дмитрий Владимирович

«09» сентября 2024 г.

190005, Россия, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»  
E-mail: dulrikh@lan.spbgasu.ru  
Телефон: +7 (812) 316-35-10

Я, Ульрих Дмитрий Владимирович, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«09» сентября 2024 г.

Д.В. Ульрих

Подпись Ульриха Дмитрия Владимировича заверяю:



**Сведения об официальном оппоненте  
по диссертационной работе Лусис Аделины Вадимовны «Экологическая стабилизация пылящих поверхностей  
апатитонегелинового хвостохранилища в условиях Кольского Севера»**

ФИО	Место основной работы (полное наименование, адрес, контакты, должность)	Ученая степень (документ о присвоении степени)	Ученое звание (документ о присвоении звания)
Ульрих Дмитрий Владимирович	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4, E-mail: <a href="mailto:dulrikh@lan.spbgasu.ru">dulrikh@lan.spbgasu.ru</a> , телефон: +7 (812) 316-35-10, должность - профессор кафедры водопользования и экологии	Доктор технических наук, Диплом ДОК № 002591 о присуждении ученой степени доктора технических наук, степень присуждена решением диссертационного совета на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук от 20 октября 2020 г. (протокол № 6)	Доцент Аттестат ЗДЦ № 011117 о присвоении ученого звания доцента по специальности «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов». Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 января 2018 г. № 101/нк-2

**Основные публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:**

1. Тимофеева, С.С. Фитомайнинг как технология ревитализации территории меднорудных месторождений Южного Урала / С.С. Тимофеева, Д.В. Ульрих, С.С. Тимофеев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 1 (специальный выпуск 6). – С. 3–16. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-6-3-16.

2. Тимофеева, С.С. Использование фиторемедиационного потенциала декоративных кустарников в ревитализации техноземов Карабашского промузла / С.С. Тимофеева, Д.В. Ульрих, С.С. Тимофеев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 1 (специальный выпуск 6). – С. 42–50. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-6-42-50.
3. Тимофеева, С.С. Возможности использования фиторемедиационного потенциала и сорбционно-габионных модулей в ревитализации техногенно-нарушенных территорий Южного Урала / С.С. Тимофеева, Д.В. Ульрих, С.С. Тимофеев // Горный информационноаналитический бюллетень. – 2020. – № 1 (специальный выпуск 6). – С. 17–41. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-6-17-41.
4. Ульрих, Д.В. Аналитическая методика оценки эффективности технологий восстановления окружающей среды в условиях геотехнических систем Южного Урала / Д.В. Ульрих, Г.М. Грейз // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 2 (специальный выпуск 7). – С. 3–15. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-7-3-15.
5. Самодолова, О.А. Лузга конопля как перспективный сорбент для очистки сточных вод различного происхождения / О.А. Самодолова, А.П. Самодолов, Д.В. Ульрих // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2021. – № 12 (756). – С. 58-65. DOI: 10.32683/0536-1052-2021-756- 12-58-65
6. Butakova, M.D. Environmental Substantiation of the Disposal of Silicate Materials Waste and their Use / M.D. Butakova, D.V. Ulrikh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Том 1061. – Выпуск 1. – 012041
7. Тимофеева, С.С. Фиторемедиационный потенциал водных растений к тетрациклину в условиях Восточной Сибири / С.С. Тимофеева, О.В. Тюкалова, Д.В. Ульрих // Градостроительство и архитектура. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 40–50. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.6.
8. Самодолова О.А. Перспективы использования сорбентов растительного происхождения для очистки поверхностных сточных вод / О.А. Самодолова, Д.В. Ульрих // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2022. – № 2 (758). – С. 102-108.
9. Бутакова, М.Д. Комплексное решение проблем утилизации и использования отходов углебогащения / М.Д. Бутакова, Д.В. Ульрих // Материалы международной конференции «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения (Плаксинские чтения – 2022)». – 2022. - С. 415-418
10. Самодолова, О.А. Использование лузги гречихи (гранулированной) в очистке городских поверхностных сточных вод / О.А. Самодолова, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер // Градостроительство и архитектура. - 2023. - Т. 13, № 1. - С. 37–44. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.5.



11. Самодолова, О.А. Использование растительных отходов в очистке сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами / О.А. Самодолова, А.П. Самодолова, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер // Вестник МГСУ. — 2023. — Т. 18, Вып. 5. — С.747–756. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.5.747-756.
12. Samodolova, O. A. Using Wheat Straw for Treatment of Urban Surface Water Run-Offs / O. A. Samodolova, A. P. Samodolov, D. V. Ulrikh, S. S. Timofeeva // Lecture Notes in Civil Engineering. — 2023. — Т. 308. — P 596–603.
13. Самодолова, О.А. Скорлупа грецкого ореха как перспективный сорбент в очистке поверхностных сточных вод с городских территорий / О.А. Самодолова, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер, С.Г. Головина // Градостроительство и архитектура. — 2024. - Т. 14. - № 1. - С. 19–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.03.
14. Samodolova, O. A. Using Constructed Wetlands to Clean Wastewater from Various Sources / O.A. Samodolova, A.P. Samodolov, D.V. Ulrikh, M.N. Bryukhov // Lecture Notes in Civil Engineering. — 2024. - Vol 400. — P 578–584 DOI: 10.1007/978-3-031-47810-9\_53.
15. Самодолова, О.А. Использование отходов водоподготовки в очистке поверхностных сточных вод с селитебных территорий / О.А. Самодолова, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер, С.Г. Головина // Приволжский научный журнал. — 2024. — № 2. — С. 82-89.
16. Самодолова, О.А. Исследование очистки сточных вод от ионов железа растениями-биоаккумуляторами / О.А. Самодолова, А.П. Самодолов, М.Н. Брюхов, Д.В. Ульрих // Современные технологии в инженерных системах и городском хозяйстве: сборник материалов Национальной (всероссийской) научно-практической конференции [18–22 марта 2024 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2024. — С. 263 – 271.

Официальный оппонент, доктор технических наук  
специальности 25.00.36 «Геозкология», доцент, профессор кафедры  
водопользования и экологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-строительный университет»

Ульрих

Дмитрий Владимирович

Достоверность сведений и подпись руки Ульриха Д.В. подтверждаю: Подпись «09» сентября 2024 г.



*Самодолова Д.В.*  
**ЗАВЕРЯЮ**  
 Начальник управления кадров  
 СПбГАСУ  
 «09» / 09 / 2024 г.