

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора геолого-минералогических наук Семячкова Александра Ивановича на диссертацию Усманова Альберта Исмагиловича на тему: «Биоремедиация нефтезагрязненных наземных экосистем с использованием композиции органоминеральных мелиорантов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Усманова Альберта Исмагиловича посвящена решению важной проблемы – восстановлению нефтезагрязненных наземных экосистем. Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку Россия, обладая одной из крупнейших в мире сетей нефтепроводов, сталкивается со значительным количеством аварийных разливов, выводящих из оборота обширные земельные ресурсы. Существующие методы рекультивации зачастую недостаточно эффективны при высоких уровнях загрязнения. Таким образом, разработка и научное обоснование методов очистки нефтезагрязненных наземных экосистем с применением доступных органоминеральных мелиорантов является актуальной и своевременной задачей.

2. Научная новизна диссертации

Диссертантом установлено оптимальное процентное соотношение компонентов торфо-диатомитового мелиоранта для биоремедиации нефтезагрязненных наземных экосистем. Выявлены закономерности влияния композиции органоминеральных мелиорантов на снижение фитотоксичности и деструкцию нефтяных углеводородов. Разработаны математические модели зависимости показателей-откликов от состава торфо-диатомитового мелиоранта. Доказана эффективность комплексного применения мелиоранта с высшими растениями для восстановления нефтезагрязненных экосистем при начальных концентрациях нефти 100-170 г/кг.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Изложенный в диссертации материал является достоверным и научно обоснованным. Достоверность подтверждена значительным объемом теоретических и экспериментальных исследований, применением современных физико-химических методов анализа (ИК-спектрометрия, фотоколориметрия, атомно-абсорбционная спектрометрия) и статистической обработкой данных с использованием специализированного программного обеспечения (Microsoft Excel, Design-Expert v.13 и «Тренды ФСП-1»).

Лабораторные аналитические и экспериментальные исследования проводились в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук. Полевые испытания выполнены на территориях ХМАО-Югра и Свердловской области.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9 448 от 12.12.25
АУ УС

Обсуждение научных результатов проведено на 18 научно-практических конференциях, в том числе на 7 международных.

4. Научные результаты, их ценность

Научные результаты диссертационного исследования представлены на 134 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений, списка литературы, 2-х приложений, содержит 42 рисунка и 10 таблиц. Список литературы включает 199 наименований.

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, из них 5 статей – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Новизна и практическая значимость технических решений подтверждены 5 патентами на изобретение и 2 свидетельствами о государственной регистрации баз данных.

Целью диссертационной работы являлось научное обоснование процессов нефтеструкции с использованием композиции органоминеральных мелиорантов для биоремедиации нефтезагрязненных наземных экосистем.

Предметом исследования определены закономерности нефтеструкции в наземных экосистемах при применении торфо-диатомитового мелиоранта (ТДМ). В качестве **идеи работы** сформулирована необходимость использования мелиорантов из торфяного, сапропелевого и диатомитового сырья для восстановления агрохимических показателей и нефтеструкции нефтезагрязненных наземных экосистем.

Для достижения заявленной цели автором поставлены следующие задачи:

1. Анализ существующих технологий биоремедиации и нормативных уровней допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах регионов РФ.
2. Исследование физико-химических факторов техногенной трансформации нефтезагрязненных наземных экосистем.
3. Выявление закономерности мелиоративного влияния сапропеля и диатомита на незагрязненные наземные экосистемы.
4. Обоснование оптимального соотношения композиции торфяного, сапропелевого и диатомитового сырья составляющих основу торфо-диатомитового мелиоранта (ТДМ) для восстановления агрохимических свойств, снижения фитотоксичности и ускорения процессов нефтеструкции.
5. Разработка рекомендаций по биоремедиации нефтезагрязненных наземных экосистем с применением ТДМ.

При последовательном и логично изложенном в диссертационном исследовании решении задач автором были получены следующие научные результаты:

Проведен всесторонний анализ современных способов восстановления нефтезагрязненных наземных экосистем и нормативных требований к допустимому остаточному

содержанию нефти в почвах различных регионов России. В частности, установлены объемы и причины аварийных разливов нефти, связанные преимущественно с коррозией трубопроводов, а также проанализированы существующие методы восстановления загрязненных территорий. В качестве перспективного направления выделена биоремедиация с использованием композиций органоминеральных мелиорантов в сочетании с высшими растениями.

Научный интерес представляют результаты экспериментального исследования влияния нефтяного загрязнения на физико-химические свойства почв. Установлено, что нефть вызывает значительное снижение окислительно-восстановительного потенциала, электропроводности и ухудшение агрохимических показателей, что тормозит процессы естественного самоочищения.

Автором обоснована целесообразность включения в состав мелиорантов диатомита и сапропеля, которые продемонстрировали способность улучшать физические свойства почвы, повышать всхожесть семян и стимулировать рост тест-культур. В частности, доказано, что внесение диатомита и сапропеля в оптимальных пропорциях способствует 19-кратному увеличению морфологических показателей проростков *Avena sativa* L.

Научную и практическую ценность представляют результаты оптимизации состава торфо-диатомитового мелиоранта (ТДМ). С использованием методов математического планирования эксперимента установлено оптимальное процентное соотношение компонентов: торф – 51,5–53,5%, сапропель – 31,0–33,5%, диатомит – 15,0–15,5%.

Автором экспериментально доказана эффективность применения ТДМ в лабораторных и полевых условиях. Установлено, что использование ТДМ в норме 3–5 т/га способствует деструкции нефтяных углеводородов на 80–95% за вегетационный период при начальных концентрациях загрязнения 100–170 г/кг.

Для возможности внедрения разработанной технологии диссертантом предложены практические рекомендации по нормам внесения ТДМ в зависимости от типа почв и степени загрязнения, а также разработана технологическая схема проведения рекультивационных работ.

Полученные автором результаты диссертационного исследования полностью раскрывают положения, выносимые на защиту. Список использованной литературы охватывает значительный перечень современных исследований по теме диссертации, в том числе зарубежные материалы и 10 публикаций автора.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы состоит в углублении знаний о закономерностях процессов нефтедеструкции в наземных экосистемах при внесении композиционных органоминеральных мелиорантов. Установлены количественные зависимости, описывающие влияние каждого компонента ТДМ и их синергизма на агрохимические и биохимические параметры почвы, что является существенным вкладом в теорию геоэкологии и рекультивации нарушенных земель.

Практическая значимость работы заключается в разработке готового к внедрению комплекса рекомендаций по биоремедиации нефтезагрязненных наземных экосистем с

применением торфо-диатомитового мелиоранта (ТДМ). Предложенный комплекс обеспечивает эффективное восстановление нефтезагрязненных земель до нормативных показателей.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные в диссертационном исследовании научные результаты могут быть применимы для разработки мероприятий по биоремедиации нефтезагрязненных наземных экосистем. Разработанный комплекс рекомендаций по применению торфо-диатомитового мелиоранта (ТДМ) целесообразно использовать при проведении рекультивационных работ на землях, загрязненных нефтью, нефтешламами и нефтепродуктами.

Результаты работы рекомендуются к внедрению в деятельность специализированных организаций, занимающихся рекультивацией нарушенных земель, а также могут быть использованы проектными институтами при разработке решений, направленных на восстановление загрязненных территорий.

7. Замечания и вопросы по работе

Несмотря на общую высокую оценку работы, имеются некоторые замечания и вопросы:

– В работе на странице 65 указано, что естественное самоочищение почв привело к снижению концентрации нефти на 1–9% за 3 месяца, в то время как на контрольных площадках без ТДМ уровень самоочищения составил 12–19% (таблица 4.1, стр. 90). Требуется пояснение о причинах данного расхождения в цифрах.

– Почему для определения нефтепродуктов использовалось три параллельных метода (гравиметрический, ИК-спектрометрия, флуориметрический)?

– Каковы были критерии выбора тест-культур (овес посевной и костреч безостый)?

– Оптимальный состав ТДМ подбирался по четырем параметрам (фитотоксичность, рН, ОВП, нефтедеструкция). Не рассматривалась ли возможность введения интегрального показателя эффективности, который объединил бы эти разнонаправленные отклики с учетом их значимости для конечной цели – восстановления почвы? Это могло бы упростить интерпретацию результатов оптимизации.

– Насколько важен для эффективности мелиоранта заявленный размер фракций «не более 10 мм» и был ли проведен анализ влияния дисперсности компонентов ТДМ на его нефтеемкость и способность к структурированию почвы? Не рассматривалась ли возможность использования более тонких фракций для увеличения площади активной поверхности и, как следствие, интенсификации сорбционных и биохимических процессов?

– Хотя работа демонстрирует высокую эффективность трехкомпонентного состава ТДМ, в ней отсутствуют данные сравнительных экспериментов, которые бы количественно доказывали преимущество именно этой композиции перед более простыми двухкомпонентными смесями (например, торф-сапропель или торф-диатомит). Не до конца ясно, является ли

синергизм взаимодействия всех трех компонентов строго необходимым, или аналогичного результата можно достичь при исключении одного из них.

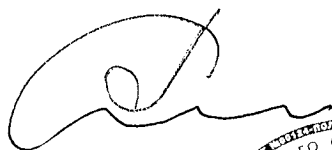
В качестве рекомендации для дальнейшего исследования предлагается проведение экономического обоснования биоремедиации с применением ТДМ.

Несмотря на высказанные замечания, представленная диссертационная работа является завершенным, целостным научным исследованием, обладающим значительной научной новизной и практической ценностью. Автором решена актуальная научная задача, разработана и оптимизирована эффективная композиция мелиоранта, доказана ее действенность в лабораторных и полевых условиях, а также разработаны готовые практические рекомендации для внедрения. Выявленные замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены в дальнейшей работе.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Биоремедиация нефтезагрязненных наземных экосистем с использованием композиции органоминеральных мелиорантов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Усманов Альберт Исмагилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология.

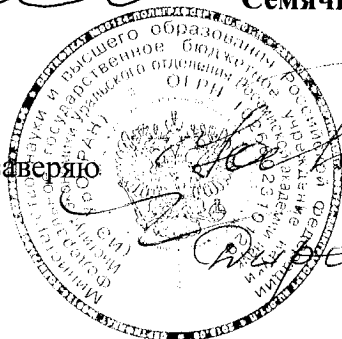
Официальный оппонент
руководитель Центра природопользования и геоэкологии
Института экономики УрО РАН
Доктор геолого-минералогических наук, профессор



Семячков Александр Иванович

05.12.2025

Подпись Семячкова Александра Ивановича заверяю
М.П.



Лафринаева
Директор ИЭ УрО РАН

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук

Почтовый адрес: 620014, Россия, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29

Официальный сайт в сети Интернет: <https://uiec.ru/>

эл. почта: semiachkov.ai@uiec.ru телефон: +7 (343) 371-51-73