

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Михедовой Елизаветы Евгеньевны «Экологическая оценка метода сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных минеральных почв Западной Сибири», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. – Экология (биологические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования. Нефть и нефтепродукты являются в современной России одними из приоритетных источников химического загрязнения окружающей среды. Почвы, находящиеся в местах добычи, переработки, транспортировки нефти и нефтепродуктов, постоянно подвергаются масштабному загрязнению. В связи с этим возникает необходимость проведения очистительных и рекультивационных мероприятий на загрязненных участках. Наиболее крупными нефте- и газодобывающими регионами, расположенными на территории Западной Сибири, являются Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономный округ. Сложность протекания процесса самоочистки для нефтезагрязненных почв данных территорий связана, в первую очередь, с неблагоприятным температурным режимом и требует комплексного подхода к процедурам ремедиации. Работа Михедовой Е.Е. посвящена вопросу повышения экологичности и эффективности широко применяемого метода биологической очистки от нефти путем использования сорбентов природного происхождения на слабогумусированных почвах Западной Сибири.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечена большим объемом экспериментального материала, полученного в ходе проведения вегетационных и микрополевых исследований, репрезентативностью использованных методов химического анализа и биотестирования, проведенной статистической обработкой полученных результатов с использованием программ EXEL и SIGMAPLOT. В основе диссертационной работы лежат оригинальные данные, полученные лично автором в результате полевых и лабораторных

исследований с 2019 по 2023 гг. Обработка данных, их графическое изображение, обобщение результатов, формулировка положений защищаемой диссертации и выводов произведены лично автором. Основные положения диссертации прошли обсуждение на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликованы 20 научных работ, в том числе 2 статьи в изданиях, входящих в международные базы данных рецензируемой научной литературы Scopus и Web of Science, 1 статья в издании, входящем в перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Научная новизна и практическая значимость работы. На примере трех типов почв Западной Сибири выявлен положительный эффект от внесения сорбентов натурального происхождения при ликвидации нефтяного загрязнения в ходе биоремедиации слабогумусированных почв легкого гранулометрического состава. Изучено влияние различных доз сорбентов трех классов (минеральные, органические и углеродистые) на скорость действия биопрепарата в почвах с разным уровнем нефтяного загрязнения. Разработан композитный сорбент на основе торфа верхового, гранулированного активированного угля и диатомита, в наибольшей степени ускоряющий процесс очистки загрязненных нефтью почв за счет снижения их токсичности, поддержания полевой влажности в оптимальном интервале в течение всего времени обработки и повышения продуктивности растений в период доочистки методом фиторемедиации. Проведена апробация и доказана высокая эффективность процедуры внесения разработанного композитного сорбента, в ходе которой ускоряется достижение регионального уровня ОДК нефтепродуктов в почвах. Полученные результаты могут быть использованы для создания эффективной и экологичной технологии по устранению последствий аварийных разливов в нефтедобывающих регионах Западной Сибири.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, списка сокращений и приложений. Работа изложена на 130 страницах печатного текста,

содержит 8 таблиц и 26 рисунков. Список литературы включает 204 источника, в том числе 103 на иностранных языках.

Анализ диссертации по главам.

В первой главе диссертации «Обзор литературы» (стр. 13 - 48) рассмотрено и проанализировано большое количество отечественных и зарубежных работ, посвященных теме исследования. Приведено описание климатических и почвенно-географических особенностей изучаемых регионов Западной Сибири, а также экологических проблем, возникающих в регионах в результате развития там нефтедобывающей отрасли. Дан обзор современных подходов к очистке и восстановлению почв после аварийных разливов нефти. Особое внимание при этом уделено методу сорбционной ремедиации с описанием сорбентов, используемых для ликвидации последствий нефтяного загрязнения. В конце главы приведены выводы на основании литературного обзора, обосновывающие актуальность диссертационной работы.

Во второй главе «Объекты и методы» (стр. 49 - 65) подробно описаны условия, сроки и технология проведения четырех серий микровегетационных и полевых экспериментов с указанием доз вносимых сорбентов и загрязняющей нефти. Приведенные автором подробные описания облегчают в дальнейшем обсуждение полученных результатов. Представлены агрохимические показатели, фракционный и механический состав почв, использованных при постановке модельных опытов, а также описание, картосхема и фотографии мест отбора почв. Даны краткие характеристики бактериального препарата, нефтей и сорбентов, использованных в экспериментах.

Отдельная подглава посвящена лабораторным методам анализа образцов почв, отобранных в ходе модельных экспериментов. Приведены подробные описания методик определения свойств и состава почвы, интегральной микробиологической и биохимической активности почвы. Особо стоит отметить использованный набор методов определения интегральной токсичности почвы с помощью тест-организмов разных таксономических групп.

В третьей главе «Результаты исследований» (стр. 66 - 97) в трех подглавах в виде графиков и фотографий представлены основные данные, полученные автором. Подглавы посвящены также описанию результатов каждой серии экспериментов, которые представляют собой последовательную отработку и апробацию предлагаемого автором метода сорбционной ремедиации.

В подглаве 3.1 автор сравнивает влияние сорбентов разных классов на эффективность действия биопрепарата Микробак и интегральную токсичность нефтезагрязненной глеево-подзолистой почвы. На основании вегетационного эксперимента было показано, что из всех исследованных сорбентов наиболее эффективное ускорение биodeградации и детоксикации происходило в почве с добавками смешанного сорбента из активированного угля и диатомита.

В подглаве 3.2 приведены результаты микрополевого и вегетационных экспериментов, которые позволили автору выбрать композитные сорбенты, состоящие из активированного угля, доломита и торфа, как наиболее эффективные для биоремедиации подзола иллювиально-железистого, загрязненного разными дозами нефти. По данным проведенных тестов углеродистые сорбенты, внесенные в разных дозах, обеспечили снижение гидрофобности и токсичности почвы до минимального уровня уже после одного вегетационного сезона. Через 2 года на фоне внесения композитного углеродистого сорбента произошло снижение в подзоле концентрации нефтепродуктов до допустимого уровня, установленного для рекультивированных почв ХМАО.

В подглаве 3.3 автор описывает ход и результаты апробации и экологической оценки разработанного метода сорбционной биоремедиации минеральных почв Западной Сибири в полевых условиях, приближенных к естественным.

Глава 4 «Обсуждение результатов» (стр. 98 - 105) направлена на интерпретацию данных проведенных модельных экспериментов. Дано

обобщение всех этапов исследования, и сделаны предположения о процессах, определяющих эффективность действия композитного сорбента в почве.

В конце работы приводятся заключение, список сокращений, список использованной литературы и приложения. В заключение представлены полученные автором основные результаты диссертационного исследования. Приложения свидетельствуют о достоверности полученных результатов.

К работе имеются некоторые вопросы и замечания:

- В работе автор использует словосочетания и термины, не являющиеся общепринятыми и требующие дополнительных пояснений, экспериментального подтверждения или ссылок на источник. Так, применение обозначений «углеводороды нефти (УВН)» и «продукты микробного окисления углеводородов нефти (ОУВН)» не обосновано для использованной методики определения. В экстрагируемую неполярную фракцию в ходе пробоподготовки попадают, кроме нефтяных, биогенные углеводороды из почвы и торфа; полярная фракция, определяемая по разности, представляет сложную смесь кислород-, азот- и серусодержащих соединений, в том числе входящих в состав исходной нефти и почвенного гумуса. Измеряемый по содержанию неполярной фракции показатель ПНДФ 16.1:2.2.22-98, как и другие нормативные документы, принятые в РФ, определяет как «нефтепродукты».

- В защищаемых положениях, заключении и по тексту работы автор употребляет термин ПДК для обозначения уровня содержания нефтепродуктов в почве. ПДК по этому показателю на территории РФ не установлен. Норматив, использованный в работе для оценки качества ремедиации - допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах (ДОСН).

- Формулировка цели исследования не совсем удачна: изучение «механизмов положительного влияния сорбентов» предполагает выявление и описание конкретных реакций, протекающих при внесении сорбента в почву, результатом которых является положительный эффект при ремедиации.

Использованные в работе методы обеспечивают изучение только величины эффекта.

- Экологическая оценка качества очистки почв от загрязняющих веществ (задача исследования 5) предполагает определение возможности миграции соединений и их производных в сопредельные среды. Это стоило учесть, особенно при работе с почвами легкого гранулометрического состава.

- Чем определялись дозы внесения загрязняющей нефти в почву? Почему автор обозначает дозу 7% как «умеренную», а 13% - как «высокую»? Используемая градация уровней загрязнения требует пояснения.

- Высокие дозы вносимого композитного сорбента (5-20%), соизмеримые с содержанием нефти в почве, вызывают вопрос о влиянии длительного присутствия компонентов сорбента на почвенные свойства, а также о стоимости предлагаемого метода ремедиации.

- Может ли регулярное перемешивание почвы, выполненное в ходе модельных экспериментов, быть перенесено на производственную технологию ремедиации?

- В главе «Объекты и методы» отсутствует описание методики определения влажности почвы.

- В описании объектов исследования нет данных по удельной поверхности и пористости сорбентов - показателей, которые являются основными при оценке их действия.

- В аналитических измерениях не хватает определения фракционного состава чистой нефти и нефти, смешанной с сорбентами. Такие измерения позволили бы оценить степень извлечения фракций и сделать предположение о процессах, определяющих действие разных сорбентов. Разное содержание компонентов нефти в вариантах опытов может быть связано как со скоростью деградации, так и величиной сорбции. Разделить вклад этих двух процессов при использованном способе экстракции невозможно.

- В главе «Обсуждение результатов» автор объясняет защелачивающий эффект сорбента присутствием в ГАУ зольных элементов Са и Mg. Вывод должен быть подкреплён данными по элементному составу ГАУ.

- По данным вегетационных экспериментов по большинству показателей сорбент АУДТ не продемонстрировал лучшего эффекта, по сравнению с АУД и ГАУ. Почему именно этот сорбент был использован при апробации в полевых условиях?

- В чем целесообразность проведения измерений в течении 14-23 месяцев, в то время как результаты всех опытов демонстрируют, что основные процессы восстановления почвы протекают вовремя первого вегетационного сезона?

- Недостаточно внимания уделено тому факту, что внесение сорбента в исследованные почвы позволяет обойтись без использования бактопрепарата, который оказывает скорее негативный эффект. Этот результат не вынесен в выводы.

Сделанные замечания и вопросы не подвергают сомнению достоверность результатов и выводов рассматриваемой диссертации и носят рекомендательный характер.

Общее заключение. Диссертация Михедовой Е.Е. является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основании выполненного автором комплексного экологического исследования были разработаны основы метода сорбционной биоремедиации *in situ* загрязненных нефтью слабогумусированных почв Западной Сибири. Для решения поставленных в диссертации задач автором был проведен большой объем экспериментальной работы с использованием сертифицированных методов. Полученные результаты, сделанные выводы и сформулированные положения обоснованы, достоверны, подтверждены фактическим материалом и его статистической обработкой, имеют существенную научную значимость и практическую ценность. Материалы работы могут быть использованы для решения прикладных задач в области почвенной экологии и ремедиации. Работа написана грамотным научным языком, хорошо иллюстрирована и соответствует уровню требований, предъявляемых к

диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание автореферата диссертации и опубликованных работ соответствует материалам диссертации.

Диссертация Михедовой Елизаветы Евгеньевны на тему: «Экологическая оценка метода сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных минеральных почв Западной Сибири» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ» (№270-ОД от 29.09.2023 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. А ее автор, Михедова Елизавета Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:

Завгородняя Юлия Анатольевна, кандидат биологических наук по специальности 03.02.09 – биогеохимия, доцент кафедры химии почв факультета почвоведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

01 ноября 2023 года

119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения.

Тел. +7(495)9392947

e-mail: zyu99@mail.ru

