

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Морозова Андрея Васильевича на тему: «Взаимодействие компонентов в системе «загрязненный песчаный грунт – растение» при фитотестировании» по специальности 1.6.21. Геоэкология

Актуальность темы. Представленная диссертационная работа посвящена комплексному исследованию взаимодействий компонентов в системе «загрязненный песчаный грунт – растение» при определении уровня токсического воздействия веществ-загрязнителей на высшие растения с применением метода фитотестирования. Актуальность исследования не вызывает сомнений, поскольку ежегодно реализуется масштабное загрязнение дисперсных грунтов вообще и песков в частности, особенно на территории нефтепромыслов. Также оценка именно биологической значимости уровня и состава загрязнения различных сред предполагает использование живых организмов как индикаторов уровня совокупного токсического эффекта. Вполне обосновано отмечена недостаточная изученность механизмов влияния одиночного и комплексного (углеводородного и солевого) загрязнений песчаных грунтов на биоту, в том числе сообщества микроорганизмов и растения. Изучение закономерностей взаимодействия углеводородов и раствора соли в песчаной грунтовой системе и выявление влияния физико-химических процессов на функционирование живых организмов, безусловно, актуальная как научно, так и практически значимая задача.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа изложена на 159 страницах машинописного текста, состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы из 152 наименований, а также 4 приложений. Текст содержит 8 таблиц и 61 рисунок. Структура работы целиком и полностью соответствует цели диссертации и поставленным задачам.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту, научная новизна, отражена теоретическая и практическая значимость, а также информация об апробации результатов.

Первая глава посвящена обоснованию целесообразности и необходимости применения системного подхода при исследовании выбранного объекта – системы «грунт-растение». На основе анализа научных публикаций автор выстраивает

логичную концептуальную модель изучения сложной, многокомпонентной и динамичной грунтовой системы с применением метода экспериментального моделирования. Стоит отметить, что автором также определены основные факторы и свойства объекта исследования потенциально способные оказывать влияние на результаты фитотестирования.

Во второй главе анализируется распространение и характер загрязнения песчаных грунтов в пределах районов нефтедобычи. Показано широкое распространение песков на территории России, в том числе в нефтедобывающих регионах, где, помимо естественных песчаных отложений различного генезиса, встречаются техногенные массивы песчаных грунтов. Особое внимание автор уделит исследованию состава и особенностей веществ-загрязнителей для территории добычи углеводородов. В результате автор констатирует, что в пределах подобных районов реализуется сложное многокомпонентное загрязнение, представленное нефтью и продуктами ее переработки, а также различными солевыми растворами.

В третьей главе представлена история развития и анализ эффективности применения методов биотестирования, в частности фитотестирования, для экотоксикологической оценки уровня загрязнения грунтовых систем. Автор рассматривает и анализирует как нормативные документы, регламентирующие проведение фитотестирования, так и опыт исследователей в данной области, на основании чего делается вывод об эффективности применения различных культур высших растений, с учетом особенностей исследуемых веществ-загрязнителей.

Четвертая глава представляет собой теоретико-экспериментальное исследование особенностей взаимодействия воды, дизельного топлива и раствора соли с поверхностью кварцевых зерен в песчаной грунтовой системе. Автор последовательно раскрывает механизмы происходящих взаимодействий на границе раздела фаз, вместе с этим отмечается ключевая роль коллоидных частиц аморфного кремнезема в протекающих физико-химических процессах.

В пятой главе приведена характеристика объектов исследования: четырех типов песчаных грунтов, двух тест-культур высших растений (горчица белая, сорго сахарное) и загрязняющих веществ (дизельное топливо, раствор хлорида натрия). Стоит отметить комплексный и детальный подход автора к изучению состава и свойств песков, в том числе особого внимания заслуживают приведенные результаты

определения биотических показателей: активности ферментов и общей численности микроорганизмов.

Шестая глава посвящена описанию авторской методики исследования системы «загрязненный песчаный грунт – растение», где последовательно и подробно рассматривается каждый этап проведения эксперимента: создание моделей загрязненного песчаного грунта, приводится обоснование выбора концентраций токсикантов; определение содержания подвижных форм кремнезема и показателей биотических свойств; проведение планшетного фитотестирования в аппликатном варианте, обоснованность целесообразности применения которого также приведены в тексте.

В седьмой главе представлены и проанализированы результаты масштабных экспериментальных исследований (проведено более 800 опытов по фитотестированию), включающие: изменение влажностных характеристик моделей загрязненных песков при проведении фитотестирования; зависимость морфометрических показателей (длина корня, длина ростка) горчицы белой и сорго сахарного от типа и уровня загрязнения; закономерности изменения активностей ферментов (уреазы, дегидрогеназы и пероксидазы) и общей численности микроорганизмов. На основании приведенного анализа автор делает выводы о большей чувствительности сорго к солевому загрязнению, а также реализации синергетического сценария взаимодействия дизельного топлива и раствора соли, при котором усиливается общий токсический эффект. Также стоит отметить приведенное автором заключение о нелинейной биологической реакции культур высших растений на одиночное углеводородное загрязнение песков, основанное на выявленном снижении токсического эффекта в определенном диапазоне концентраций дизельного топлива.

Восьмая глава является обобщающей для всего диссертационного исследования. На основе результатов экспериментов и теоретических положений автор формулирует общие закономерности функционирования системы «песчаный грунт – растение» в ходе фитотестирования с учетом как одиночного, так и комбинированного загрязнения. Особое внимание уделено объяснению причин проявления острого токсического эффекта, выявленного по результатам фитотестирования, в случае одиночного солевого и комбинированного загрязнений.

Описанные автором закономерности логично подводят к выводам, имеющим теоретическую и практическую значимость.

В заключении представлены основные результаты и выводы диссертационной работы, полностью согласующиеся с поставленными задачами.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, обеспечивается применением научно обоснованного методического подхода к решению поставленных задач; использованием современных методов исследований и статистической обработки полученных данных; безусловной репрезентативностью фактологического материала.

Достоверность и научная новизна полученных результатов подтверждается большим объемом лабораторных экспериментов автора, выполненных с использованием наиболее современных методик, применяемых в эколого-геологических исследованиях. Основные положения диссертационной работы представлены автором на различных Российских и международных конференциях и опубликованы в 5 научных работах, в том числе в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Научная и практическая значимость работы определяется следующими положениями.

1. Для всестороннего учета возможных факторов, влияющих на результаты фитотестирования, загрязненная песчаная грунтовая система вместе с высшим растением должна рассматриваться с учетом базовых позиций грунтоведения и применением системного подхода.

2. При оценке биологической значимости и степени токсического воздействия углеводородного и солевого загрязнения в песчаных грунтах необходимо учитывать возможную нелинейную реакцию высших растений, а также выявленные в ходе диссертационного исследования закономерности взаимодействия различных типов загрязнений.

3. Полученные результаты также позволяют сделать вывод о необходимости диагностики в первую очередь солевого загрязнения нефтезагрязненных песчаных грунтов (нефтешламов) для повышения эффективности рекультивационных мероприятий.

Научная новизна работы заключается в выявлении влияния содержания коллоидных частиц аморфного кремнезема и наличия дефектов поверхности зерен кварца на интенсивность физических и физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз в системе загрязненного песчаного грунта. Также автором по результатам фитотестирования комплексного загрязнения (нефтяными углеводородами и раствором хлорида натрия) песчаных грунтов выявлена приоритетная роль солевого загрязнения в проявлении токсического эффекта в отношении используемых тест-культур высших растений и обоснована концепция синергетического взаимодействия применяемых загрязнителей.

Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям и результатам, представленным в диссертации.

Вместе с тем, к работе имеются следующие **замечания**:

1. В работе недостаточно представлен обзор имеющихся данных. Судя по списку литературы, автор знаком с современными исследованиями, но в тексте не показано, насколько полученные данные отличаются от аналогичных экспериментов, и представленные интерпретации являются новыми.

2. В главе 3 отсутствуют ссылки на некоторые нормативные документы, перечисленные в таблице 1, содержащей перечень тест-культур.

3. Представленные в главе 4 схемы взаимодействия компонентов загрязняющих веществ с поверхностью кварцевых зерен, по большей части являются результатом анализа литературных источников, необходимо дополнительное экспериментальное подтверждение описанных физико-химических процессов.

4. При описании тест-культур в главе 5.2 помимо подробного рассмотрения особенностей их развития на ранних стадиях, необходимо было уделить внимание также физиологии горчицы белой и сорго сахарного при прорастании в условиях присутствия абиотических стресс-факторов.

Указанные выше замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.21. Геоэкология (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном

университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Морозов Андрей Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геозкология.

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор РАН
заведующий кафедрой геохимии
геологический факультет
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова»

Бычков Андрей Юрьевич

26.01.2026

Контактные данные:

тел.:

ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.09. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Адрес места работы:

119234, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова», геологический факультет
Тел.: +7 (495) 939-12-39; e-mail: bychkov@geol.msu.ru

Подпись *Бычков А.Ю.* заверяю
М.Г. Вебер
М.Г. Вебер