

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 углеводов и раствора соли в песчаной грунтовой системе и выявление влияния физико-химических процессов на функционирование живых организмов, безусловно, актуальна 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 уделил 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 растения (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 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. Геоэкология.

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.: +7

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