

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Федерального государственного
бюджетного учреждения
«Институт минералогии геохимии и
кристаллохимии редких элементов»



Отзыв

Ведущей организации на диссертационную работу «Геоэкологические аспекты реабилитации природной среды при освоении углеводородных ресурсов (на примере Черноморско-Каспийского региона)», представленную Ахмадиевым Артуром Константиновичем на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

Диссертация посвящена изучению различных геоэкологических аспектов реабилитации природной среды при освоении месторождений углеводородного сырья. Проблема нефтяного загрязнения компонентов окружающей среды, несмотря на технические достижения отрасли, требует решения целого ряда геоэкологических задач. Черноморско-Каспийский регион России (далее - ЧКР) выбран для исследования не случайно. Данная территория является первоосновой углеводородной отрасли нашей страны. Несмотря на то, что активное освоение началось ещё в конце XIX - начале XX веков, углеводородный потенциал региона не исчерпан. К месторождениям «Большого Баку» в последние десятилетия добавились объекты Кубани, Чечено-Ингушетии, Краснодарского, Ставропольского края, Калмыкии, а также акваторий Азовского и Чёрного морей в границах России, Северный и Средний Каспий. При этом ежегодно фиксируются тысячи инцидентов и нарушений экологического законодательства, связанных с разливами и утечками нефти на разведываемых и эксплуатируемых объектах, а объёмы углеводородного загрязнения исчисляются уже тысячами кубических метров. Очевидно, что объект исследования – «геоэкологические аспекты реабилитации природной среды» правомочен, актуальность исследования не вызывает сомнений.

В работе выполнен анализ широкого круга вопросов, касающихся особенностей международных инфраструктурных проектов, как Баку-Новороссийск, Тенгиз-Новороссийск, Турецкий поток, Каспийский трубопроводный консорциум и др., что свидетельствует о высокой техногенной нагрузке со стороны отрасли на регион, на реальную возможность роста степени загрязнения природной среды вследствие добычи и транспортировки, в первую очередь, нефти. Исходя из этого, возрастает и важность природоохранных мер в регионе и их совершенствование. На первый план выходят проблемы реабилитации территорий и вопросы устойчивости геологической среды, так как процессы самоочищения происходят длительно, и имеются территории с хронической степенью углеводородного загрязнения, где десятки лет не проводились реабилитационные мероприятия. Особой важности проблемой является загрязнение таких компонентов природной среды как донные отложения, почвы, поверхностные воды. Агрессивное воздействие на атмосферу приводит к увеличению площади поражения территорий за счет распространения летучих гомологов нефти, а также легко переносимых с осадками тяжелых металлов и металлоидов.

Диссертационная работа объемом 142 страницы состоит из Введения, четырех глав, Заключения, списка литературы (250 наименований, в т.ч. 75 зарубежных источников). В работе представлены 26 рисунков, иллюстрирующих основные положения диссертационной работы, и 25 таблиц, содержащие как опубликованные данные по составу основных загрязнителей, характеристики пород разрезов нефтяных месторождений, так и результаты опытов и экспериментов, проведенных самим соискателем.

Во введении автором определены актуальность выполненной соискателем работы, цели и задачи исследований, отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены использованные методы, показан личный вклад автора, сформулированы 3 защищаемых положения, представлен список всероссийских и международных конференций и совещаний, на которых была осуществлена апробация результатов исследований по теме диссертационной работы и ее отдельные положения.

Первая глава посвящена анализу современного состояния геоэкологических проблем, возникающих при освоении углеводородных ресурсов. Исследованы история вопроса и современные тенденции. В главе рассмотрены особенности освоения месторождений углеводородов и проблемы загрязнения компонентов природной среды. Даны примеры и анализируются материалы крупных отечественных ученых об особенностях воздействия нефти на окружающую среду, отмечается комплексный характер этого воздействия на представителей экосферы, показаны физико-химические и

биохимические особенности изменения почвенного покрова и растительности под воздействием нефти и химических элементов и соединений, входящих в состав углеводородного сырья. Рассмотрены особенности нарушения физиологических характеристик представителей морской фауны под воздействием нефти и ее производных. Убедительно доказано существование проблемы реабилитации территорий при нефтяном загрязнении в староосвоенных районах России (таких как Черноморско-Каспийский), которая в настоящее время изучена недостаточно, при том, что именно в подобных регионах растёт степень негативного воздействия на компоненты природной среды со стороны нефтяной отрасли.

Отмечается необходимость разработки научно-методических основ мониторинговых исследований территорий с имеющимися доказательствами экологического неблагополучия. Подробно в историческом разрезе проанализированы особенности нормативно-правового регулирования природоохранных мер при недропользовании.

Во второй главе исследуются принципы реабилитации природной среды и обосновываются научно-методические основы существующих методов. В рамках проведенного исследования, исходя из мирового опыта и существующих научных подходов, сформулировано обобщённое определение реабилитации природной среды. Реабилитация представляет собой комплекс мер, направленных на восстановление свойств среды и ее функций после нанесённого вреда, а также улучшение состояния экологически неблагополучных территорий. Делается важный вывод, что понятие реабилитация и восстановление природной среды следует считать равнозначными.

Составлена характеристика основных методов восстановления компонентов природной среды при нефтяном загрязнении – рекультивация, биоремедиация и фиторемедиация. Разработаны структурная схема и принципы реабилитации природной среды. *Сформулировано первое защищаемое положение, заключающееся в том, что разработка природовосстановительных мероприятий и создание экологически безопасных условий освоения нефтяных месторождений должно базироваться на оценке устойчивости геологической среды как наиболее подверженной техногенному воздействию.*

Третья глава посвящена изучению геоэкологических, геологических и гидрогеологических особенностей ЧКР. Обоснованы географические границы объекта исследований – континентальная область ЧКР. Дана характеристика ландшафтов, особенности речной сети, описаны характерные особенности почв территории исследований. Детально рассмотрены литолого-стратиграфические комплексы,

слагающие разрезы нефтегазоносных провинций и непосредственно месторождений углеводородов. Приводится детальное описание гидрогеологических условий всего ЧКР и наиболее перспективных территорий нефтегазоносности в его границах.

Научно обоснованы принципы и методы оценки устойчивости геологической среды региона к нефтяному загрязнению. Даны определения геологической среды, грунта, зоны аэрации, устойчивости геосреды, ее «уязвимости» и «чувствительности». С позиции устойчивости геологической среды к установленным факторам воздействия охарактеризованы территории нефтегазоносности в границах ЧКР. Как итог проведенного исследования, сформулировано второе защищаемое положение: *оценку устойчивости геологической среды следует осуществлять перманентно на всех стадиях «жизни» природно-технической системы вплоть до ее ликвидации, что будет способствовать минимизации негативных экологических последствий нефтедобычи и явится геоподосновой для выбора комплекса реабилитационных мероприятий.*

В главе четвертой на основании анализа современных методов и примеров восстановления почвенно-растительного комплекса и грунтов обоснованы рекомендации по восстановлению территорий, подверженных нефтяному загрязнению. Мероприятия по реабилитации (рекультивации, в частности) следует планировать ещё на предпроектной стадии разработки месторождения и закладывать с учётом всех существующих особенностей территории, применяя экосистемный подход, так как восстановление наиболее эффективно, когда оно проводится систематическим образом — от планирования до выполнения и мониторинга. При этом учёт устойчивости геологической среды позволяет оценить необходимость комплексности реабилитационных мероприятий, сформировать подход к реализации.

Основным видом реабилитации территории в сфере недропользования остаётся рекультивация. При её проведении наиболее распространёнными мероприятиями являются удаление загрязненного участка и замена его плодородным слоем и вскрышными породами, с благоприятными почвообразующими условиями. Кроме того, имеются исследования и относительно совершенствования способов биоремедиации для восстановления грунтов на основе применения активного ила, обладающего консорциумами бактерий нефтедеструкторов.

Отмечено, что в мировой практике большое значение уделяется фиторемедиации. В последние годы для восстановления грунтов ряда районов рассматриваются органические сорбенты, такие как овечья шерсть, древесные опилки, биочар, гумат натрия, а также применение технологии биостимулирования. В процессе исследования рассмотрен био- и фиторемедиационный потенциал ряда растений, сорбентов и

специальных препаратов, и выявить среди них наиболее предпочтительные комбинации, повышающие эффективность ремедиации. Для этого был заложен модельный эксперимент в лабораторных условиях.

В опыте был рассмотрен био- и фиторемедиационный потенциал ряда растений, сорбентов и специальных препаратов, и выявить среди них наиболее предпочтительные комбинации, повышающие эффективность ремедиации. Для этого был заложен модельный эксперимент в лабораторных условиях. Эксперимент проходил в летний период 2022 г. (июль-август). Его длительность составила 50 суток. В качестве почвенного образца использовался чернозём обыкновенный легкоглинистый (Ростовская обл., Азовский район). Выбор данного типа почв обусловлен тем, что чернозёмы наиболее устойчивы к нефтяному загрязнению, и тем самым они представляют наибольший интерес.

Результаты проведенного эксперимента позволили сформулировать третье защищаемое положение: *при ремедиации нефтезагрязненных грунтов наиболее положительный и долгосрочный эффект достигается комбинированным действием био- и фиторемедиантов и минеральных сорбентов. Для изучаемого региона при нефтяном загрязнении рекомендуется применять биопрепарат на основе консорциума микроорганизмов *Bionex*, овёс обыкновенный (*Avena sativa*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), люцерну изменчивую (*Medicago x varia Martyn*), доломитовую муку, а также их комбинацию.*

В заключении сформулированы основные итоги диссертационной работы и обобщены наиболее значимые результаты. Рассмотрение геоэкологических проблем освоения углеводородов в ретроспективном ключе даёт возможность определить природу нефтяного загрязнения, выявить компоненты геологической среды, которые подвержены такому типу загрязнения, обосновать важность развития научно-методических основ реабилитации природной среды. Обобщение существующего отечественного и зарубежного опыта позволило сформировать единый подход к пониманию реабилитации природной среды, разработать принципиальную схему её структуры. Предложенная схема наиболее полно отражает суть реабилитации.

Изучая особенности восстановления природной среды выделены следующие принципы: 1 принцип - устойчивости, 2 принцип - комплексного подхода, 3 принцип - научной обоснованности, 4 принцип - самовосстановления территории.

Взаимосвязь между устойчивостью геологической среды и возможностями ее реабилитации, обусловлена тем, что в задачи реабилитации входит восстановление устойчивости. В тоже время степень устойчивости среды предопределяет выбор и

комплексность реабилитационных мероприятий. Есть все основания полагать, что чем выше степень устойчивости, тем выше потенциал самоочищения среды.

На примере наиболее крупных нефтегазоносных областей - Азово-Кубанской и Терско-Каспийской была проведена оценка устойчивости геологической среды к нефтяному загрязнению. В ее основе лежат такие критерии как тип рельефа и почв, категория защищенности грунтовых вод, относительная защищенность нижележащего водоносного горизонта. Они показали, что наиболее уязвимой может быть признана Терско-Каспийская НГО, остальные области относятся к средней степени устойчивости. Предгорные области Индоло-Кубанской, Восточно-Кубанской и Терско-Каспийской НГО обладают высокой устойчивостью, а пойменные территории всех областей низкой устойчивостью к нефтяному загрязнению.

Проведенный модельный эксперимент по ремедиации продемонстрировал, что при нефтяном загрязнении чернозёмов обыкновенных Западного Предкавказья стоит использовать для их восстановления биопрепарат Bionex, овёс обыкновенный (*Avena sativa*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), люцерну изменчивую (*Medicago x varia Martyn*). Кроме того, возможно рассматривать и такие комбинации как: «овес+люцерна»; «люцерна+цеолит»+«мятлик луговой+доломитовая мука»; «доломитовая мука+овес»+«цеолит+люцерна»+«Bionex+мятлик луговой+доломитовая мука».

Дальнейшие исследования могут быть направлены на развитие данного направления; особо стоит уделить внимание роли и особенностям проведения мониторинга эффективности реабилитационных мероприятий, оценке устойчивости геологической среды при нефтяном загрязнении на локальных участках, в нефтегазоносных районах региона. Отдельный интерес могут вызвать исследования уязвимости морской среды к нефтяному загрязнению, в зависимости от протекающих современных геохимических и биохимических процессов. Немаловажным и перспективным представляется и разработка универсальных деструкторов нефти на основе консорциумов бактерий.

Переходя к общим положениям отзыва, следует отметить **личный вклад автора**, который выполнил не только анализ и систематизацию большого количества опубликованных и фондовых материалов по геоэкологическим особенностям нефтегазовых провинций и месторождений России и мира, но и составил обобщающие таблицы, картограммы наиболее важных с точки зрения проблем реабилитации и рекультивации территорий Черноморско-Каспийского региона. Отметим также профессионально выполненный эксперимент, результаты которого убедительно доказывают необходимость при осуществлении ремедиации нефтезагрязненных грунтов

использовать комбинированный подход, учитывающий действие био и- фиторемедиантов и минеральных сорбентов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в составлении принципов универсального обобщенного подхода к комплексному пониманию проблемы реабилитации природной среды и разработке научно-методического подхода к его реализации в практике геоэкологических исследований по ремедиации загрязненных углеводородами природных сред.

Теоретическая значимость работы состоит в новом видении подхода к оценке устойчивости геологической среды в отношении нефтеразведки и добычи применительно к условиям Черноморско-Каспийского региона, который может быть использован и на других НГО не только в России, но и других стран.

Практическая значимость работы заключается в разработке картографической модели устойчивости геологической среды по отношению к нефтяному загрязнению основных НГО ЧКР и создании эффективных систем и методов ремедиации, которые могут быть использованы при обосновании проектов восстановления территорий, пострадавших при экологических инцидентах на нефтепромысловых и перерабатывающих предприятиях, а также имеющих место при транспортировке нефтепродуктов по трубопроводам.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений автора отражена в 15 публикациях, 4 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, а также апробирована во время участия соискателя во многих научно-организационных мероприятиях самого высокого уровня, включая международные симпозиумы и конференции.

Вместе с тем по содержанию работы возник ряд **замечаний**:

1. Понятие «**минимизация воздействия**» углеводородов (зачастую используемое в тексте работы) на компоненты окружающей среды в случае объектов ЧКР, как и других территорий нефтегазодобывающего комплекса, очевидно, опаздывает по смыслу самого понятия и сути уже имеющихся экологических проблем, в том числе накопленного вреда отраслевыми предприятиями. Понятие «**оптимизация воздействия углеводородов на объекты геосферы**» в решении проблем реабилитации природной среды, по смыслу, более объективно отражает суть изучаемых геоэкологических аспектов реабилитации.

2. Несмотря на проведенный анализ состояния проблемы в глобальном масштабе, обилие ссылок на зарубежные источники и корректно используемые соискателем цитаты работ известных зарубежных ученых, примеров, почерпнутых из зарубежного опыта исследований, касающихся воздействия производных нефтеразведочного производства на

континентальных объектах разных стран, например Нигерии, недостаточно, а большинство упоминаний техногенных катастроф относится к событиям, имевшим место при танкерной транспортировке нефти или авариям на месторождениях на шельфе.

3. Нефть является вместилищем обилия химических элементов, включая тяжелые металлы – ртуть, ванадий, радиоактивные уран, радий и многие другие, однако, геохимический аспект среди исследуемых *геоэкологических аспектов реабилитации* природной среды при освоении углеводородных ресурсов не рассматривается.

4. Автором справедливо упоминаются примеры воздействия нефти на физиологические функции морских животных (*...обнаруживаются нарушения репродуктивных функций, развитие бактериальной пневмонии, изменения социального поведения в сторону большей асоциальности и т.д.*), однако, примеры последствий воздействия нефтеразведочного и добычного производства на континентальной суше на здоровье населения, а также на состояние домашних животных и представителей биоты не рассматриваются.

Отмеченные замечания, в целом, не снижают уровня достигнутых результатов исследования и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Ахмадиева Артура Константиновича.

Результаты исследований прошли апробацию на ряде конференций по экологической тематике и, в частности, были отмечены дипломом 33-го Международного конкурса научно-исследовательских работ Всероссийского общества научно-исследовательских разработок (2021, 2-е место).

Автореферат полностью и точно отражает основное содержание диссертации. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.21. Геоэкология, а именно пунктам 8 «Разработка теории, методологии и методов комплексных инженерных изысканий для геоэкологической характеристики природно-техногенной среды» и 9 «Динамика, механизмы, факторы и закономерности развития опасных природных, природно-техногенных и техногенных процессов, оценка их активных, опасности и риска проявления».

Заключение: Диссертационная работа А.К. Ахмадиева «Геоэкологические аспекты реабилитации природной среды при освоении углеводородных ресурсов (на примере Черноморско-Каспийского региона)» является завершенной научно-квалификационной работой, имеющей важное значение для геоэкологии, содержащей решение научной задачи, состоящей в разработке модели устойчивости геологической среды по отношению к нефтяному загрязнению основных нефтегазовых областей Черноморско-Каспийского региона и создании эффективных систем и методов ремедиации, которые могут быть

использованы при обосновании проектов восстановления территорий, пострадавших при экологических инцидентах на нефтепромысловых и перерабатывающих предприятиях, а также имеющих место при транспортировке нефтепродуктов по трубопроводам.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ ВАК №842 от 24 сентября 2013 г.)», а соискатель Ахмадиев Артур Константинович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Кандидат геолого-минералогических наук,

Главный научный сотрудник

Отдела геоэкологических работ

ФГБУ «ИМГРЭ»



И.Ф. Вольфсон

Обсуждение диссертационной работы состоялось на заседании Ученого совета ФГБУ «ИМГРЭ» от « 09 » декабря 2024 г.

Протокол № 1

Сведения о ведущей организации:

(ФГБУ «ИМГРЭ») Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов

121357, Россия, Москва, ул. Вересаева, д.15

Телефон: (495) 443-84-28

Факс: (495) 443-90-43

E-mail: imgre@imgre.ru

Сайт: www.imgre.ru

Подписавший отзыв сотрудник согласен на обработку персональных данных и включение его в материалы, связанные с работой диссертационного совета.

Подпись сотрудника И.Ф. Вольфсона заверяю

Ученый секретарь ФГБУ «ИМГРЭ»



И.В. Бондаренко