

ОТЗЫВ

официального оппонента Макарова Владимира Зиновьевича

на диссертацию Ксении Викторовны Мячиной

«Геоэкологический анализ и пути оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений», представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, так как нефтегазовая промышленность является одной из наиболее крупных и важных отраслей как российской, так и мировой экономики, являясь, в то же время, существенным источником многостороннего воздействия на окружающую среду. Исходя из сегодняшней ситуации, вряд ли можно предположить, что потребление нефти в ближайшее время начнет сокращаться, так как этот природный не возобновляемый ресурс обладает широким спектром использования: в течении последних десятилетий сфера применения нефти лишь расширялась. Это подразумевает, что новые экологические проблемы и риски неизбежно будут возникать и возникнут из-за аварийных ситуаций, плановых выбросов и сбросов загрязняющих веществ, механического воздействия на компоненты ландшафта и т. д.

В рамках научных исследований, посвященных различным факторам воздействия нефтегазовой отрасли на ландшафты, выполнено немало работ, но, тем не менее, ощущается нехватка качественных и количественных данных, позволяющих комплексно оценить глубину и масштаб техногенных преобразований степных ландшафтов в условиях нефтегазодобывающего природопользования. Основной целью диссертанта стала разработка путей оптимизации ландшафтов степной зоны, подверженных кардинальным изменениям в результате добычи нефти и газа. Объектом исследования в работе являются ландшафты Волго-Уральского степного региона и их отдаленные аналоги (Колорадо, США) в условиях разработки нефтегазовых месторождений.

Содержание диссертации, завершенность и цельность работы.

Диссертационная работа Ксении Викторовны Мячиной состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 416 наименований, из них 143 источника на иностранном языке. Общий объем работы составляет 276 страниц текста, включая 63 рисунка, 19 таблиц и 4 приложения.

Во **Введении** раскрыта актуальность исследования, показана степень разработанности проблемы, сформулирована основная научная идея и основные элементы

новизны диссертации, объект и предмет исследования, четко определены цель и задачи исследования, представлены методическая основа и основные защищаемые положения, показаны теоретическая и практическая значимость результатов, личный авторский вклад и достоверность полученных результатов, их апробация и внедрение.

В **Первой главе** представлена методология исследовательской работы, основывающаяся на фундаментальных концепциях и подходах к изучению процессов трансформации компонентов ландшафта, анализа геоэкологических проблем, разработки подходов и методов снижения негативных последствий воздействия нефтегазодобывающего комплекса. В этой главе подняты вопросы проблематики трансформации ландшафтов степной зоны в условиях нефтегазодобычи, подчеркивается глобальная неравномерность распределения нефтегазовых месторождений. Отмечается, что основная доля месторождений Волго-Уральской, Прикаспийской и Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносных провинций приходится на степную зону России. Автор выделяет особую роль геоэкологической безопасности и идеи приоритетности сохранения среды обитания в формировании геоэкологической концепции оптимизации ландшафтов. В этой главе подробно и с большим количеством ссылок на научные источники приводится опыт изучения проблемы организации оптимальных вариантов природопользования в условиях разработки нефтегазовых месторождений. Предлагается авторская концепция геоэкологического анализа регионов нефтегазодобычи, дополняется научно-исследовательский понятийно - терминологический аппарат такими понятиями, как «региональный геоэкологический анализ ландшафтов в условиях нефтегазодобычи», «эквивалентность последствий нефтегазодобычи», «природно-техногенная геосистема нефтегазового месторождения», «зона нефтяного геоэкологического наследия», «оптимизация ландшафтов в условиях разработки месторождений нефти и газа».

Во **Второй главе** представлена географическая полимасштабная структура трансформированных ландшафтов мирового нефтегазодобывающего комплекса. Рассматриваются вопросы специфики размещения и освоения нефтегазовых месторождений мира и России, а также Волго-Уральского степного региона и ключевых участков исследования. Диссертант выделяет несколько сюжетов значимости нефтегазодобывающего производства для социально-экономической составляющей района, связанных с преобладающим влиянием нефтегазовой отрасли на остальные сферы природопользования. Кроме этого, отмечается значимость природно-географической составляющей при формировании трансформированных ландшафтов - ход и глубина трансформации ландшафтов под воздействием нефтегазодобычи тесно связаны с их конкретными условиями и характеристиками, ведущими факторами ландшафтной

дифференциации. Диссертант вычленяет общее и частное техногенной трансформации ландшафтов, источники и виды воздействия в ходе нефтегазодобычи.

В **Третьей главе** представлены результаты, полученные на основе камерального и дистанционного (на основе данных дистанционного зондирования Земли) обследования ключевых участков Волго-Уральского степного региона и штата Колорадо. На мой взгляд, эта глава представляет значительный научный интерес. Автором используются современные геоинформационные методы для анализа динамики природных и природно-техногенных изменений ландшафтов степной зоны: например, оценивается возможность идентификации нарушенных земель на основе тематической обработки зимних спутниковых изображений спутниковых снимков. С применением мультиспектральных изображений автором также выполнен анализ пространственно-временной неоднородности и динамики фрагментации затрагиваемых ландшафтов. Автор выявила, что максимальные показатели фрагментации отмечаются в период наиболее интенсивной разработки нефтегазовых месторождений.

Представлена и количественно оценена целостность среды обитания млекопитающих на участках нефтегазопромыслов посредством расчета индекса эффективного каркаса. Проанализировано влияние нефтегазодобывающего производства на численность степной фауны Оренбургской области, которая может рассматриваться в качестве пространственного индикатора общего геоэкологического состояния степных ландшафтов. Выявлено, что влияние нефтегазодобычи на численность млекопитающих в нефтегазоносных степных районах присутствует и проявляется неоднозначно. Некоторые виды, такие как обыкновенная лисица, смогли адаптироваться и найти для себя оптимальные кормовые ресурсы и достаточные репродукционные условия даже в районах с сильным уровнем трансформации ландшафтов. Для других индикаторных степных видов – сурка, сибирской косули, зайца-русака – развитая нефтегазодобывающая инфраструктура является ограничивающим фактором - средняя численность этих животных здесь всегда ниже по сравнению с более благополучными районами. Одним из наиболее существенных факторов потери местообитания предполагается повышенная фрагментация ландшафтов в зонах влияния нефтегазопромыслов, возникающая вследствие роста плотности дорожной сети и площади нарушенных земель.

Диссертантом в ходе научного исследования получены результаты, согласно которым в речных водосборах, где идет разработка нефтегазовых месторождений, продолжается активное оврагообразование. На основе отбора проб воды в водотоках на различном расстоянии от нефтегазовых месторождений зафиксировано повышенное содержание нефтепродуктов относительно ПДК, в среднем в 5,5 раз (в трёх пробах). Для

анализа роли пространственного размещения объектов нефтегазопромыслов относительно водных объектов на ключевых участках были выполнены идентификация и оцифровка водотоков на основе космических снимков высокого пространственного разрешения, и для каждого водотока определена условно-водоохранная прилегающая зона шириной 500 м, для которой было рассчитано количество размещенных в ее пределах объектов нефтегазопромысла.

Автор подробно рассмотрел вопрос, связанный с источниками термического и газохимического воздействия на ландшафты при эксплуатации нефтегазовых месторождений (факельные установки открытого типа для сжигания попутного нефтяного газа). По данным термоканалов спутника Ландсат выявлены температурные аномалии земной поверхности и приземного слоя атмосферы в радиусе действия факельных установок в Волго-Уральском степном регионе. Формирующиеся в Волго-Уральском степном регионе «островки тепла» - прямой результат сжигания попутного нефтяного газа на месторождениях. Другим негативным воздействием факельных установок является выброс загрязняющих веществ от дымового шлейфа. Диссертант на основе данных мультиспектральных изображений произвела расчет, установил протяженность дымового шлейфа и ширину его рассеивания.

Нефть и газ – важнейшие ресурсы, их добыча необходима и экономически обусловлена, что часто приводит к отводам под этот вид деятельности участков в границах любых категорий сельскохозяйственных угодий. Более 80% территории Оренбургской области отведено под земли сельскохозяйственного назначения, и научными изысканиями диссертанта установлено, что около трети этих земель находится в границах лицензионных участков под разведку и разработку нефтегазовых месторождений. Такое взаимопроникновение двух разнородных видов хозяйственной деятельности способствует возникновению повышенной техногенной нагрузки на ландшафты. При этом автор подчеркивает, что наиболее остро стоит проблема потери действующих пахотных угодий. Выполнен анализ многолетней динамики площади пашен, расположенных в тесном соседстве с нефтегазовыми месторождениями. На нефтегазопромысловых и соседних с ними территориях зафиксирован повышенный показатель площади выпавших из сельскохозяйственного оборота земель.

В **Четвертой главе** автор представила разработанную блок-схему последствий добычи нефти и газа, проявляющихся наиболее активно и масштабно. На основе данной схемы автор представила принципиальную модель внутренних связей исходной структуры степного ландшафта, перестраиваемых формированием природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения. На основании этих данных автором вводится

понятие «Природно-техногенная геосистема нефтегазового месторождения». Далее впервые подробно рассматриваются принципы функционирования такой геосистемы, подробно и обстоятельно описываются стадии ее развития. Представленная модель служит основой для разработки новых подходов к оптимизации ландшафтов в ходе нефтегазового природопользования - каждую стадию развития такой геосистемы необходимо рассматривать индивидуально для создания схемы природоохранных и восстановительных мероприятий.

В **Пятой главе** представлены результаты, которые касаются оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений. Под оптимизацией ландшафтов автор понимает процессы регулирования их состояния для максимально возможного усиления природного потенциала и роли экосистемных услуг при заданных условиях природопользования. Основной задачей оптимизации, по мнению диссертанта, является максимальное сохранение экосистемных услуг. Соответственно, обращается внимание, что внедрение предлагаемых принципов и подходов к оптимизации ландшафтов в ходе добычи нефти и газа, в первую очередь, потребует смены приоритетов с сугубо экономических на эколого-экономические, когда при планировании и ведении производственной деятельности первостепенными будут вопросы экологии и охраны ландшафтов. Автор предлагает ряд принципов оптимизации ландшафтов при разработке нефтегазовых месторождений (рис. 54), где объектами оптимизации являются ландшафты иерархически соподчиненных единиц природно-техногенной геосистемы, представляющие в совокупности целостную природно-техногенную геосистему нефтегазового месторождения. Итогом многолетнего исследования является разработка этапов и стадий оптимизации нефтегазопромыслов (рис. 55). Безусловно, наиболее полезным и результативным с точки зрения минимизации негативных геоэкологических последствий является этап планирования, подразумевающий осуществление предупредительных природоохранных шагов. На этапе планирования закладываются как перспективные технологические ходы, так и оптимальные пространственные (ландшафтные) решения. Автор выделяет эффективные этапы функционирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения (с. 181), а также приводит перечень обязательных для недропользователя первичных рекультивационных действий. Диссертант заостряет внимание на том, что сегодняшняя ситуация техногенной деградации ландшафтов Волго-Уральского степного региона практически неуправляема.

Выявленные характеристики и закономерности трансформации ландшафтов являются основой прогнозирования дальнейшего развития геоэкологической ситуации в зоне влияния природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, в том

числе на региональном уровне. На основе полученных данных автором выполнен анализ значений показателей техногенной трансформации в рамках двух сценариев дальнейшего развития нефтегазодобывающего природопользования в Волго-Уральском степном регионе (рис. 58). На основе выделения лимитирующих факторов природопользования и схемы ландшафтной дифференциации степной зоны на типологические ландшафтные единицы впервые разработан комплекс ограничений природопользования и системы защитных мероприятий при добыче нефти и газа (табл. 16). Выделены и оценены на основе математической обработки (многомерная группировка) показатели пространственно-временной дифференциации техногенного воздействия. В итоге выполнена классификация нефтегазоносных муниципальных образований (районов) Оренбургской области по степени техногенной трансформации. Предложена группировка нефтегазоносных районов Оренбургской области по уровням вклада каждой группы факторов однородного воздействия в техногенную трансформацию ландшафтов, которая отражена на картосхемах рис. 61 – «Пространственно-временная дифференциация муниципальных районов Оренбургской области». Предлагаемый подход к анализу открытых систем нефтегазодобывающих предприятий принципиально отличается от иных, более частных, тем, что при его реализации первичными информационно-значимыми показателями выступают не отдельные факторы, а их совокупности, приобретающие особые свойства благодаря характерным взаимосвязям и отношениям.

Одним из основных итогов диссертационной работы является разработанная впервые геоэкологическая концепция оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях добычи нефти и газа (рис. 62).

В **Заключении** представлены основные выводы по проделанной работе и практические рекомендации. Концептуальные и аналитические подходы, реализованные автором, с использованием атрибутивных, функциональных и иерархических показателей определили значимость опережающего прогноза последствий разработки нефтегазовых месторождений, ликвидации зон геоэкологических проблем, выбора путей оптимизации трансформируемых степных ландшафтов. Расширен понятийно-терминологический аппарат исследования последствий нефтегазодобычи, позволивший отразить специфику воздействия и геоэкологические последствия производства. В основе предложенной геоэкологической концепции оптимизации ландшафтов лежит приоритет экологической безопасности в системе «техногенная нагрузка на ландшафт – меры по его сохранению и восстановлению» с исключением геоэкологических проблем в границах природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Результаты исследования изложены в 93 публикациях, из них 28 – в изданиях, рекомендованных ВАК, в одной авторской и шести коллективных монографиях. В изданиях, включенных в международные системы цитирования WoS и Scopus, опубликовано 10 статей, из них 5 – в зарубежных рецензируемых журналах. Основные итоги исследования обсуждались на более чем 30-ти российских и международных научных и научно-практических конференциях.

Научная новизна диссертационной работы заключается, во-первых, в разработке структурно-динамической модели природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, представляющей последовательные стадии ее формирования и функционирования, значимые для проектирования оптимизационных действий по рекультивации ландшафтов. Во-вторых, сформулированы концептуальные предложения по оптимизации степных ландшафтов в условиях нефтегазодобычи, разработаны блоки оптимизационных действий для каждого этапа функционирования природно-техногенной геосистемы месторождения, включающие геоэкологическое обоснование приоритетности ландшафтных местоположений объектов нефтегазопромысла, учет лимитирующих факторов природопользования на основе типологической классификации ландшафтов, учет пространственно-временной дифференциации текущего и накопленного техногенного воздействия, определение порогового значения нарушенных земель в границах сельскохозяйственных угодий.

Научная новизна и достоверность представленных в диссертации результатов исследований не подвергается сомнению.

Теоретическая и практическая значимость.

Разработан алгоритм регионального геоэкологического анализа: методические приемы мониторинга, оценки и прогнозирования пространственно-временных изменений ландшафтов в условиях нефтегазодобычи, определен комплекс факторов, обусловивших специфику трансформации ландшафтов; выявлены наиболее масштабные и глубокие геоэкологические последствия, определены сценарии развития техногенных нарушений ландшафтов в связи с продолжающейся добычей нефти и газа; разработаны оптимизационные подходы и стратегии, выделены основные направления, принципы и критерии оптимизации ландшафтов, обоснована ее геоэкологическая концепция.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом.

Соискатель демонстрирует глубокие и детальные знания об объекте и предмете исследования. Приведенные в работе примеры, расчеты, сценарии и пр. делают её

информационно насыщенной и научно достоверной, что, несомненно, придаёт ей фундаментальность и практическую значимость.

Достоинством научной работы Ксении Викторовны Мячиной следует указать современные методологические подходы, основанные на многоуровневом использовании данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий; использование самостоятельно проработанной геоинформационной база данных, позволившей провести подробный геоэкологический анализ, раскрывающий масштабы, тенденции и закономерности техногенной трансформации ландшафтов степной зоны, возможности их оптимизации, а также иллюстрирующей многофакторную специфику нефтегазодобывающего природопользования.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 25.00.36 «Геоэкология»: п.1.9. Оценка состояния, изменений и управление современными ландшафтами; п.1.10. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение; п.1.17. Геоэкологическая оценка территорий. Современные методы геоэкологического картирования, информационные системы в геоэкологии. Разработка научных основ государственной экологической экспертизы и контроля.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач исследования, формулировке выносимых на защиту научных положений, разработке методологического подхода и структурно-динамической модели природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, анализе и теоретическом обобщении полученных результатов, формулировке выводов и рекомендаций, подготовке научных публикаций в рецензируемых научных изданиях.

Вместе с тем следует выделить ряд замечаний и недостатков.

1. Шесть задач, представленных в вводной части диссертации автор почему-то рассматривает как уже решённые - в прошедшем времени: «обоснован теоретико-методологический подход...», «определены геоэкологическая специфика и значимость сопряжённого анализа...» и т.д. На мой взгляд, в вводной части следует писать о диссертационных задачах *требующих решения*, а не как *уже решённых*. А в Заключение диссертации следует в чёткой, максимально конкретной и лаконичной форме излагать результаты их решения.

2. В работе хотелось бы увидеть ландшафтные карты территорий нефтепромыслов разного масштаба, отражающих ландшафтные таксоны не только уровня «типа местности». Это сделало бы полимасштабный анализ более аргументированным.

Однако отмеченные недостатки не снижают общего высокого уровня диссертационного исследования К.В. Мячиной.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

Диссертационное исследование Мячиной Ксении Викторовны является законченной научно-квалификационной работой, в которой сделана попытка решить актуальную научно-практическую задачу – разработать пути оптимизации ландшафтов степной зоны, трансформируемых эксплуатацией месторождений нефти и газа. Представленные в работе результаты и практические рекомендации призваны вносить значительный вклад в пространственное развитие степных нефтегазоносных регионов России и аналоговых зон других континентов.

По объему исследования, научной новизне и практической значимости выполненная работа полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, представляемым к докторским диссертациям, а её автор Мячина Ксения Викторовна в полной мере заслуживает присуждения ей искомой ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

Доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой физической географии
и ландшафтной экологии,
декан географического факультета
ФГБОУ ВО «Саратовского национального
исследовательского государственного университета
имени Н.Г. Чернышевского»

Макаров Владимир Зиновьевич

14.05.2021 г.

Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, географический факультет
тел.: +7 (8452) 51 54 49

e-mail: makarovvz@rambler.ru

