

## ОТЗЫВ

официального оппонента А.Н. Бармина  
на диссертацию К.В. 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 – убедительна и бесспорна. Нефтегазовый комплекс прочно занял место основы экономики России – на него приходится более 50% всех налоговых и валютных поступлений в федеральный бюджет. Объемы добычи с каждым годом растут, в разработку вовлекаются новые месторождения и группы месторождений. При этом характерными чертами отрасли являются местами изношенная инфраструктура и низкие эколого-технологические стандарты на фоне слабого административного регулирования. Нефтяные и газовые компании настойчиво сопротивляются раскрытию информации о чрезвычайных ситуациях, авариях и конфликтах, связанных с воздействием на окружающую среду. В процессе освоения нефтегазовых месторождений наиболее активное влияние осуществляется в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (в первую очередь магистральных трубопроводов), в ближайших населенных пунктах. Добыча нефти и газа является причиной нарушений растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока и рельефа территории, глубокой трансформации залегающих горизонтов геологической среды, где происходят необратимые деформации земной поверхности в результате извлечения из недр нефти, газа и подземных вод, поддерживающих пластовое давление. Геоэкологические проблемы переработки нефти, а также нефтедобычи и транспортировки сырья и готовой продукции в настоящее время актуальны, как никогда ранее. Необходимо уделить максимум внимания разработке и внедрению максимально эффективных оптимизационных решений, способствующих сохранению исходных ландшафтов, минимизации техногенного воздействия, поддержанию необходимого качества окружающей среды.

Отвечая на этот запрос, диссертационное исследование Ксении Викторовны Мячиной посвящено масштабам, тенденциям и закономерностям техногенной трансформации ландшафтов степной зоны, возможностям их геоэкологической оптимизации. Объектами исследования в диссертационной работе являются ландшафты Волго-Уральского степного региона и их отдаленные аналоги (Колорадо, США) в

условиях разработки месторождений нефти и газа. Предмет исследования – масштабы, тенденции и закономерности техногенной трансформации ландшафтов степной зоны, возможности их геоэкологической оптимизации.

***Основные новые результаты, полученные в диссертации в соответствии с положениями, выносимыми на защиту***

1. Методологическая и концептуальная база, дополнения в тематический понятийно-терминологический словарь, алгоритм геоэкологического анализа современного состояния ландшафтов с использованием данных дистанционного зондирования (блок-схема рис. 4 в диссертации), ГИС-технологии, картометрическая визуализация и эмпирико-статистические расчеты, позволяющие в исследуемой работе достаточно полно и объективно раскрыть многофакторную специфику нефтегазодобывающего природопользования и широтно-зональные условия степного региона.

2. Существующие подходы и методы регионального геоэкологического анализа исследователем максимально адаптированы к условиям ландшафтов степных нефтегазодобывающих регионов, полностью учтены широтно-зональные особенности их пространственно-временной динамики, интенсивности и направленности техногенных изменений.

3. Впервые выявлены полимасштабность и многофакторность трансформации нефтегазоносных ландшафтов Волго-Уральского степного региона и их аналогов в Северной Америке (рис. 5 в диссертации), однотипных в широтно-зональном отношении; однонаправленность межрегиональных, региональных и характерных локальных последствий добычи нефти и газа, многоаспектность и сопряженность социально-экологических и социально-экономических процессов.

4. Выявлены и классифицированы конкретные проявления процессов техногенной трансформации степных ландшафтов в условиях разработки нефтегазовых месторождений.

5. Разработан оригинальный метод идентификации нарушенных земель на основе зимних спутниковых изображений.

6. В диссертационной работе рассчитано и картографически отображено в пространственно-временных координатах соотношение нарушенных и сохранившихся земель на ключевых участках исследования, показатели фрагментации ландшафтов (рис. 24 диссертации) и активности эрозионных процессов (рис. 34 диссертации), динамика температуры земной поверхности в зонах термического воздействия (рисунки 43, 44

диссертации), результаты взаимодействия объектов нефтегазодобычи с сельскохозяйственными угодьями (рис. 45, 47, 48 диссертации).

7. Автор диссертационной работы учла эквивалентность проявления трансформационных процессов (рис. 58 диссертации) и сформировала структурно-динамическую модель природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, представляющую собой последовательные стадии ее формирования и функционирования, которые значимы для проектирования оптимизационных действий по рекультивации и ревитализации ландшафтов (рис. 54 диссертации).

8. Сформулированы концептуальные предложения по оптимизации степных ландшафтов в условиях нефтегазодобычи (табл. 16 диссертации), разработаны блоки оптимизационных действий для каждого этапа функционирования природно-техногенной геосистемы месторождения (рис. 62 диссертации), 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 (рис. 61 диссертации).

Автор последовательно изложила основные положения диссертации во Введении, пяти главах, Заключение.

Во *Введении* раскрыты актуальность исследования, сформулированы цель и задачи, предложена теоретико-методическая основа и защищаемые положения, описана теоретическая и практическая значимость результатов.

В *первой главе* приведены данные, связанные с методологией и аналитикой, а также понятийно-терминологический аппарат исследовательской темы. Анализируя существующие разработки в области геоэкологических исследований антропогенного воздействия на природные ландшафты и свои собственные результаты исследования, автором предложен алгоритм геоэкологического анализа направленный на получение объективной информации о геоэкологическом состоянии степных ландшафтов и совершенствование научных основ нормализации геоэкологической обстановки в Волго-Уральском степном регионе. Дополнена информация по существующему понятийно-терминологическому аппарату в области геоэкологии нефтегазоносных регионов, позволяющая конкретнее отразить специфику воздействия и геоэкологических последствий нефтегазодобычи. Предложенные диссертантом подходы, понятия и формулировки уточняют и дополняют теоретическую базу, необходимую для

мониторинга и оптимизации ландшафтов в условиях разработки месторождений нефти и газа на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Во второй главе раскрывается специфичность техногенной трансформации степных ландшафтов, которая проявляется в многоаспектном эффекте воздействия на окружающую действительность, в том числе - связь с социально-экономическими характеристиками территориального образования и качеством жизни населения. Приводится упрощенная модель полимасштабной структуры мирового нефтегазодобывающего комплекса, трансформирующего степные ландшафты, выдвигается ряд геоэкологических задач по их оптимизации на всех уровнях – от локального до глобального. Автор делает вывод о том, что ход и глубина трансформации ландшафтов под воздействием нефтегазодобычи тесно связаны с их конкретными условиям и характеристиками, определяющимися факторами ландшафтной дифференциации – зонально-климатическими на надрегиональном и региональном уровнях, геолого-геоморфологическими на уровне нефтегазопромыслов и биотическими на локальном.

В третьей главе подробно раскрываются результаты геоэкологического анализа и оценки техногенной трансформации ландшафтов Волго-Уральского степного региона на участках нефтегазодобывающей отрасли:

- предложен метод распознавания нарушенных земель по зимним спутниковым изображениям, позволяющий осуществить диагностику класса нарушенных земель и выстроить долговременный динамический ряд нарушений;

- ведущим индикатором техногенной трансформации ландшафтов является их фрагментация, показывающая максимальное значение в период наиболее интенсивной разработки месторождения;

- изменяется биоразнообразие: установлен факт, что в районах с интенсивной нефтегазодобычей достоверно ниже средняя многолетняя численность индикаторных степных видов млекопитающих;

- функционирующие объекты нефтегазопромыслов Волго-Уральского степного региона в 20% случаев размещены без учета геоэкологических рисков для водных объектов и катализируют проявления эрозионных процессов;

- установлено, что вблизи действующих факельных установок при сжигании попутного нефтяного газа происходит повышение температуры земной поверхности и приземного слоя атмосферы на 8° в радиусе от 30 до 350 м от источника распространения тепла. Кроме этого, выявлено негативное воздействие дымового шлейфа и установлены

количественные показатели этого эффекта от данного техногенного источника (факельной установки);

- доказан факт влияния нефтегазопромыслов на сельскохозяйственные земли (частый вывод из оборота).

В четвертой главе основное внимание уделяется формированию и функционированию природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения. Представлены результаты развития каждой стадии такой геосистемы, которые соответствуют определенному уровню техногенного воздействия на структурную организацию исходного ландшафта и функционально-динамические связи между его компонентами. В результате функционирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения эквифинально и направленно происходит смена природного ландшафта его природно-техногенным антиподом.

Пятая глава посвящена разработке принципов оптимизации ландшафтов при эксплуатации нефтегазовых месторождений. Автор заостряет внимание на учете иерархической соподчиненности единиц природно-техногенной геосистемы, ее стадийности, глобальности, региональности и локальности эффектов оказываемых воздействий, эквифинальности процесса нефтегазодобычи. Важным научным положением в данном разделе диссертации является разработка блоков оптимизационных действий для последовательных этапов:

- планирования нефтегазодобывающего природопользования;
- функционирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения;
- окончания разработки месторождения/ликвидации объектов нефтегазодобычи.

Внедрение предложенных оптимизационных подходов, как утверждает автор, будет способствовать снижению последствий трансформационных процессов в 2-10 раз, в зависимости от сочетаний ведущих факторов воздействия.

В Заключении диссертант в полном объеме сформулировала и обосновала значимость и новизну выполненного многолетнего исследования. Представленные в работе полимасштабные модели трансформации ландшафтов нефтегазодобывающего комплекса (картометрические, эмпирико-статистические, графические и др.) на фоне обостряющихся эколого-социально-экономических вызовов в Волго-Уральском степном регионе визуализированы на всех уровнях географической иерархии: локальном, региональном, глобальном. Автор, кроме основных теоретико-методологических подходов, использует прикладные геоэкологические концепции для разработки схем оптимизации ландшафтов в условиях разработки месторождений нефти и газа. Под

оптимизацией ландшафтов автор понимает процесс регулирования состояния степных ландшафтов для максимально возможного усиления природного потенциала и роли экосистемных услуг при заданных условиях природопользования.

В этом же разделе вводятся пункты, отражающие первоочередные направления дальнейших исследований, где планируется изучение механизмов функционирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения в степной зоне с подробным анализом связей, зависимостей, вещественно-энергетических потоков, сценариев поддержания баланса природной и техногенной составляющей.

***Новизна исследования, полученных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации***

Научная новизна диссертации не подвергается сомнению и заключается в обосновании объекта, предмета исследования, системы принципов и концепций, методов геоэкологического анализа, выявлении пространственно-временных закономерностей трансформации ландшафтов степной зоны и путей их оптимизации. Основным научным результатом представленного исследования, по мнению оппонента, является научное обоснование подходов и методов геоэкологической оптимизации степных ландшафтов. Подходы к оптимизации разработаны с учетом предложенной автором модели внутренних связей исходной структуры степного ландшафта, перестраиваемых формированием природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения. Именно представления о природно-техногенной геосистеме нефтегазового месторождения, о полимасштабности воздействия на исходные геосистемы и их отклика служат основой для разработки новых подходов к оптимизации ландшафтов в ходе нефтегазового природопользования, и каждую стадию развития такой геосистемы необходимо рассматривать индивидуально для создания схемы природоохранных и восстановительных мероприятий, базируясь на научно-обоснованном, независимом от недропользователей сопровождении. Выделены эффективные этапы функционирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, нуждающиеся в индивидуальных оптимизационных решениях. Интерес вызывают прогнозные сценарии развития (рис. 13 автореферата).

***Достоверность*** полученных результатов и выводов не вызывает сомнения. Современными ландшафтно-геоэкологическими, статистическими, геоинформационными методами обработан обширный пласт числовых данных и картографического материала. Итогом многолетних исследований (2002-2020 гг.) стала научная работа на 276 страницах текста, включая 63 рисунка, 19 таблиц и 4 приложения. Кроме этого, ряд представленных материалов получен в ходе работ автора по темам госбюджетных НИР Института степи УрО РАН, при реализации международных проектов Института степи УрО РАН и

Университета Северной Флориды (США). Теоретические положения и практические рекомендации, изложенные в диссертации, использованы при реализации проектов и программ УрО РАН, Президиума РАН и других, реализованных под руководством автора и / или с ее участием.

Основные идеи представленного исследования изложены в 93 публикациях, из них 28 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 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.

#### ***Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы***

В диссертационной работе заложен пласт теоретического материала, на основе которого разработаны 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 и раскрыты сценарии развития техногенных нарушений ландшафтов в связи с продолжающейся добычей нефти и газа. Впервые разработаны оптимизационные подходы и стратегии – выделены основные направления, принципы и критерии оптимизации ландшафтов, обоснована ее геоэкологическая концепция.

#### ***Оценка содержания диссертации, ее завершенность***

Диссертационная работа К.В. Мячиной представляет собой результаты многолетних (2002-2020 гг.) исследований. Научные материалы изложены на высоком уровне с достаточной доказательной базой, основывающейся на геоэкологических исследованиях в данной области научных интересов и знаний. Поставленные цели автором были достигнуты, задачи решены в полном объеме. Ход работы выстроен по ясной логической схеме, научные положения представляются обоснованными, выводы и рекомендации являются следствием научных положений и полученных результатов исследования. Исследовательская работа представляет собой завершенный научный труд, ее результаты отражены в моделях и алгоритмах, которые могут быть применены в практике государственного долгосрочного планирования как для совершенствования нормативно-правовой базы, так и в условиях реального производства, а также для дальнейших авторских исследований в сфере нефтегазодобывающего природопользования.

Основные результаты работы полностью освещены в изданиях, рекомендованных ВАК, а также в изданиях, включенных в международные системы цитирования WoS и Scopus, широко обсуждались на многочисленных российских и международных научных мероприятиях.

#### *Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации*

Работа оформлена согласно требованиям, предъявляемым к диссертационным трудам. Имеет достаточное количество картографического материала. Использованные литературные источники охватывают большой спектр релевантных исследований. Научный материал изложен последовательно, аргументировано, грамотно, на высоком научном уровне.

При общем положительном отношении к диссертационной работе и результатам выполненного исследования, у оппонента есть ряд замечаний и уточняющих вопросов, ответ на которые хотелось бы получить от автора:

1. В работе подробно рассматриваются последствия разработки нефтегазовых месторождений Волго-Уральского степного региона, менее подробно – месторождений степного штата Колорадо. Однако в названии работы не конкретизируется территория исследования. Хотелось бы получить от автора более подробное объяснение того, почему она считает правомерным обобщить полученные выводы и результаты и распространять их на все степные территории, подверженные влиянию нефтегазодобычи.

2. В работе представлены два сценария развития геоэкологической ситуации, возможные при внедрении оптимизационных подходов и без такого внедрения. Здесь было бы показательно также рассмотреть связанные прогнозы социально-экономического состояния территории при реализации того или иного сценария – подобный ход послужили бы дополнительным примером полимасштабности воздействия рассматриваемого вида хозяйственной деятельности и его последствий.

3. Соискателю следовало бы более четко разграничить области применения «геосистемного» и «геоситуационного» анализа.

4. Абстрактность и схематичность модели природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения требует некоторых дополнительных пояснений в плане применения разработанной оптимизационной платформы.

#### *Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным*


#### *Положением о порядке присуждения ученых степеней*

Несмотря на указанные недочеты и высказанные замечания, анализ рассматриваемой диссертации показывает, что она является законченной научно-



исследовательской работой, в которой решена очень важная в общенаучном, методологическом и практическом планах задача, связанная с минимизацией последствий недропользования на территории России. Предложенная оптимизационная платформа и подходы к анализу степных ландшафтов в условиях нефтегазодобычи имеют социально-экономическое, геоэкологическое и народо-хозяйственное значение. Вышесказанное позволяет считать, что диссертационная работа Ксении Викторовны Мячиной соответствует требованиям раздела II «Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

Доктор географических наук, профессор,  
декан геолого-географического факультета  
Астраханского государственного университета

 Бармин Александр Николаевич

Адрес: 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна д. 1, учебный корпус № 2, каб. № 108

тел.: +79086184196

e-mail: abarn.in60@mail.ru

12.05.2021 г.

