

## ОТЗЫВ

Официального оппонента Кочурова Бориса Ивановича

на диссертацию Мячиной Ксении Викторовны

«Геоэкологический анализ и пути оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений»,

представленную к защите на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 - геоэкология (науки о Земле)

### **Актуальность исследования**

Диссертационное исследование К.В. Мячиной посвящено решению исключительно важной проблемы оптимизации степных ландшафтов, трансформируемых всё больше в природно-техногенные геосистемы под воздействием разработок нефтяных и нефтегазовых месторождений. Актуальность выполненного исследования становится еще более очевидной в связи с тем, что основной фактический материал получен соискателем в регионе Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, в которой в различные годы были обнаружены, разведаны и эксплуатируются около 400 нефтегазовых месторождений из 500, приуроченных к степной зоне Российской Федерации.

Вместе с тем, геоэкологические и социально-экономические изменения и последствия техногенной трансформации степных ландшафтов - это не только российская проблема, она входит в первый ряд острейших мировых проблем, над которыми работают исследователи различных нефтегазодобывающих стран, стремясь создать наиболее эффективные способы, приемы и стандарты экологически безопасного функционирования огромного количества нефтегазопромыслов в странах и регионах мира.

Комплексный геоэкологический анализ был принят соискателем в качестве базового для оценок трансформации ландшафтов степной зоны не только в пределах Волго-Уральской провинции: в сравнительных целях в работе представлены материалы, полученные в результате совместного с учеными США исследования трансформации ландшафтов объектами и процессами нефтегазодобычи в степной зоне штата Колорадо.

Основной для исследования соискатель выбрал метод сопоставления по ключевым участкам, 14 из них расположено в пределах месторождений Волгоградской, Саратовской, Самарской, Оренбургской областей и Республики Татарстан, а 15-й - на «Пастбище Пауни» (США). Для большинства исследованных ключевых участков характерна сопряженность нефтегазодобычи и сельскохозяйственного производства, выступающих основными факторами трансформации ландшафтов, нарушая их структуру и функционирование. Соискатель неоднократно подчеркивает, что агрессивное и бескомпромиссное внедрение в агростепные системы нефтегазодобывающей

промышленности наносит ущерб как природным ландшафтам, так и сельскохозяйственному производству. По мнению автора сопряженный анализ геоэкологического состояния степных экосистем в регионах Волго-Уральской провинции и их отдаленных северо-американских аналогов выявил не только своеобразие трансформационных процессов, но и их инвариантность в отношении негативных последствий нефтегазодобычи для природных комплексов и населения.

Геоситуационный подход (по Б.И. Кочурову, А.В. Антиповой и др.) был использован в рецензируемой работе для выявления региональных особенностей трансформации территориальных сочетаний параметров (негативных и позитивных), характеризующих состояние степных ландшафтов, условий и качества жизни местного населения.

Оптимизацию степных ландшафтов, трансформированных нефтегазодобывающим производством, соискатель увязывает с разработкой и практическим применением системы принципов: сотворчества человека с природой (по В.Б. Сочаве), ландшафтно-географическим планированием (А.Г. Исаченко) и др., принимая за основные объекты оптимизации иерархически соподчиненные геосистемы различных порядков, связанные друг с другом вещественно-энергетическими взаимодействиями. Кумулятивный эффект, как полагает соискатель, в конечном счете, приобретает не только региональное, но и глобальное значение, тогда как отдельные меры (запретительные, технологические и др.) не приведут к нужному результату.

Мероприятия по оптимизации природопользования в условиях нефтегазодобычи разработаны с учетом опыта российско-американского сотрудничества в области изучения и сохранения ландшафтов в условиях нефтегазодобычи на разных стадиях этого процесса. Это позволило соискателю разработать алгоритм геоэкологического анализа степного региона в условиях нефтегазодобычи, определив в нем, в качестве первоочередной задачи, разработку теоретико-методологических основ (систему принципов и концепцию), оптимизации степных ландшафтов в результате добычи нефти и газа.

#### **Основное содержание работы**

Диссертация состоит из 5 глав, введения и заключения, списка литературы, включающего 416 наименований, в т.ч. 143 на иностранных языках, и 4-х приложений. Общий объем работы - 276 страниц, в ней 63 рисунка и 19 таблиц. В главах диссертации последовательно решались следующие задачи:

- 1) разработка теоретико-методологических основ исследования, понятийно-терминологического и концептуального инструментария, подходов и методов;

2) анализ полимасштабности техногенной трансформации ландшафтов и ее геоэкологических последствий на 14-ти ключевых участках Волго-Уральского нефтегазоносного региона и их сопоставление с отдаленным аналогом в штате Колорадо (США);

3) выявление закономерностей техногенной фрагментации ландшафтов степной зоны и нарушенности пахотных земель по комплексу геофизических, геохимических, биотических и иных параметров с применением авторской методики диагностики отражательных спектральных характеристик данных спутниковых снимков и других методов дистанционного зондирования земной поверхности;

4) формирование природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, построение ее модели и принципов функционирования, выявление основных характеристик и свойств;

5) оптимизация ландшафтов степной зоны: стратегия и практические возможности с выходом на геоэкологическую концепцию поэтапной оптимизации трансформированных в условиях добычи нефти и газа ландшафтов.

**В первой главе** «Теоретико-методологические основы исследования» обобщены методы и приемы геоэкологического анализа геоситуаций, типичных для районов нефтегазодобычи, опыт конкретных геоэкологических исследований в России и, отчасти, в зарубежных странах, уточнена терминология, введены в научный оборот новые понятия и термины применительно к специфике воздействия нефтегазодобычи на степные ландшафты (подготовительный этап исследования). В качестве теоретико-методологического основания работы предложен алгоритм геоэкологического анализа степных ландшафтов, трансформируемых многочисленными нефтегазодобычами. Целью анализа соискатель считает научное обоснование путей оптимизации степных ландшафтов в условиях разработки нефтегазовых месторождений.

Экспедиционный этап исследования соискатель соотносит с выбором 15 ключевых участков, выполнением полевых работ на месторождениях углеводородов Волго-Уральского нефтегазоносного региона и в штате Колорадо (США) в составе международной научной группы российских и американских специалистов, с применением комплексных эколого-географических и ландшафтных методов, включая инструментальные наблюдения и измерения, дешифрирование спутниковых данных, картометрию и эмпирико-статистические расчеты.

Аналитический (камеральный) этап соискатель определяет как обработку фактических результатов, характеризующих состояние трансформируемых ландшафтов в

сочетании с анализом геопространственных данных. Анализировались различные аспекты взаимодействия природных и техногенных объектов на нефтегазопромыслах и процессов, происходящих в периоды эксплуатации месторождений. Выявлялись наиболее уязвимые к различным видам воздействия (физическим, химическим и др.) компоненты ландшафта в пространственно-временных масштабах: относительно земель сельскохозяйственного назначения (главным образом – пахотных), водоемов и водотоков, уклонов рельефа, экспозиции склонов, населенных пунктов. Такой анализ был предпринят с целью, как считает автор, оценки существующих и потенциальных рисков в зонах воздействия нефтегазодобывающих производств на устойчивость ландшафтов.

Соискатель широко использовала данные дистанционного зондирования земли: снимки спутников Ландсат и других, цифровые модели рельефа, а также доступные наборы векторных и растровых карт, специализированные интернет-ресурсы и другую актуальную информацию.

**Вторая глава «Географическая полимасштабность техногенной трансформации ландшафтов»** включает в себя шесть подразделов. **В первом** из них определено само понятие, под которым соискатель понимает полимасштабность – всепроникающее расположение на одной и той же территории систем различного иерархического уровня (от локального до глобального), подразумевая под ними совокупные сочетания природных и антропогенных элементов в условиях разработки нефтегазовых месторождений. Представлена полимасштабная многоуровневая модель трансформированных ландшафтов мирового нефтегазодобывающего производства, увязывающая в единый комплекс объекты и процессы нефтегазодобычи – от локальных (одиночная скважина) до макрорегиональных (к примеру, Волго-Уральская нефтегазоносная провинция) и глобальных (система провинций Евразии и др.).

Полимасштабность (по А.И. Трейвишу) представлена в качестве способа сопряженного анализа и синтеза процессов нефтегазодобычи и трансформации степных саморазвивающихся ландшафтов, их превращения в природно-техногенные системы, управляемые человеком. Такой способ, как считает автор, позволяет сочетать узконаправленный подход к исследованию трансформации ландшафтов на ключевых участках месторождений или их групп с широким охватом диагностируемых нефтегазопромыслов – от Волго-Уральского региона России до степных зон США (штат Колорадо). Картометрическая генерализация трансформационных эффектов по уровню фрагментации ландшафтов, сокращению пашни, уменьшению биоразнообразия, тепловому и газохимическому загрязнению, наведенной сейсмичности и другим значимым показателям, а также эмпирико-статистические расчеты, выявляющие

достоверные среднесуточные изменения степных ландшафтов в этих регионах, убедительно, по мнению автора, выявляют полимасштабность непрерывно-дискретных структурных изменений геосистемных вещественно-энергетических связей между иерархическими уровнями мирового нефтегазодобывающего картеля.

Каждый из рассматриваемых соискателем уровней отражает реальные объекты и процессы трансформации ландшафтов, их взаимодействие между собой в процессах обмена вещественно-энергетическими потоками и подходы от одного уровня анализа к другому в различных масштабах обмена вещественно-энергетическими потоками, играющими для исследователя системообразующую роль.

В этом же подразделе соискатель сосредоточивается на процессах техногенеза в условиях конкретных месторождений и нефтегазопромыслов, наиболее объективно очерчивая пространственно-временные преобразования природных геосистем в природно-техногенные. Полимасштабный подход позволил более достоверно обосновать показатели, наиболее значимые как для каждого пространственного масштаба, так и для совокупности всех иерархических уровней изучаемых природно-техногенных геосистем.

Специфика размещения и освоения нефтегазовых месторождений мира обсуждается в пункте 2.2, а те же особенности в Волго-Уральском степном регионе и общая характеристика исследованных ключевых участков представлены в пункте 2.3. Выделены и кратко охарактеризованы 5 этапов освоения месторождений Волго-Уральской провинции, различающихся масштабами обеспеченности запасами и уровнями добычи углеводородного сырья.

В пункте 2.4 обсуждаются социально-экономические и геодемографические аспекты развития нефтегазодобывающих областей и районов, выявляются диспропорции между ростом нефтепродукции и качеством жизни населения. В общем виде значимость отношений нефтегазодобывающего производства и социально-экономического состояния территориальных структур отчетливо прослеживается в том, что формирование сети природно-техногенных геосистем нефтегазовых месторождений зачастую сопровождается деградацией сельскохозяйственного производства, массовой депопуляцией населения в зонах влияния нефтегазопромыслов. Однако, как установлено автором, сочетание устойчивого и сбалансированного аграрного природопользования (включая частное нетоварное и мелкотоварное в зонах мелкомасштабной нефтегазодобычи) не изменяет сколько-нибудь существенно социально-экономические характеристики.

Как следует из работы, специфика техногенных последствий нефтегазодобычи во многом обусловлена широтной зональностью и проявляется в геоэкологически значимых свойствах ландшафтов (пункт 2.5). Их региональные и локальные особенности

определяют, таким образом, пространственно-временные особенности трансформационных процессов. Характер и глубина трансформации в условиях нефтегазодобычи тесно связаны с внутренней структурой ландшафтов, определяемой факторами полимасштабной ландшафтной дифференциации на всех уровнях – зонально-климатическом на надрегиональном и региональном, геолого-геоморфологическим на локальном.

**Третья глава** «Закономерности техногенной трансформации ландшафтов» раскрывает основные характерные для степной зоны проявления трансформирующих процессов, связанных с воздействием нефтегазодобычи на природные комплексы, различные виды природопользования и население нефтегазодобывающих регионов и районов. Прежде всего, это воздействие приводит к эрозии почв и сокращению площади пашни, фрагментации ландшафтов, сокращению биоразнообразия, а также к изменениям поверхностного и подземного стока вод, появлению наведенной сейсмичности и газохимического загрязнению обширных территорий и др.

Картографирование и эмпирико-статистические расчеты позволили сопоставить между собой не только соседние, но и отдаленные степные регионы по единым критериям, прежде всего, по увеличению площади дорожно-транспортной сети на нефтегазопромыслах и сокращению площади пашни. Прослежена многолетняя динамика этого процесса на ключевых участках. Фрагментация ландшафтов возростала в несколько раз в годы максимальной нефтегазодобычи.

К достоинствам работы относится то, что соискатель использовала собственную разработку оригинального применения методов спектральных преобразований зимних спутниковых снимков ключевых участков нефтегазодобычи с помощью наиболее информативных каналов, выявляющих разницу в значениях текстурных характеристик объектов ландшафтного покрова - заснеженных участков и нарушенных земель. Используя базовые спутниковые изображения Ландсат, дешифрованные изображения были классифицированы в два класса: «нарушенные земли» и «окружающий ландшафт». Оценка точности их распознавания выполнялась по двум критериям: доля ложного распознавания и доля нераспознанных объектов нефтегазопромыслов по сравнению с контролем. Таким образом, точность распознавания нарушенных в ходе разработки нефтегазовых месторождений превысила 80%. С использованием многолетней серии спутниковых снимков для одного из старейших нефтегазовых месторождений - Бобровского (ключевой участок №7) - была выявлена динамика нарушенных земель и фрагментации ландшафтов, которую можно принять за эталонную для множества других разрабатываемых месторождений. Установлено, что в годы максимальной добычи

фрагментация ландшафтов и нарушенность земель возрастала на Бобровском месторождении в 5-6 раз по сравнению с периодами сокращения объемов добычи углеводородов.

Для степной зоны негативное воздействие на исходные ландшафты усиливается из-за отсутствия ярусности растительного покрова и приводит к разрушению местообитаний сообществ индикаторных степных животных и их функциональных связей. Автор использует т.н. коэффициент эффективного каркаса (Кэф) для выяснения степени связанности участков обитаемых ландшафтов и приходит к выводу, что увеличение дробности ландшафтов - один из факторов снижения степного биоразнообразия (приводятся примеры по численности сибирской косули, зайца-русака и сурка).

По сравнению с исходным состоянием степень фрагментации ландшафтов на ключевых участках возрастала в 7-8 раз. Негативному воздействию нефтегазопромысла подвержено 78% водотоков в бассейне р. Урал и других рек. Газохимическому отравлению при сжигании попутного нефтяного газа подвержено население ближайших поселков и городов в радиусе до 30 кв. км. Потери фонда земель сельхозназначения в зоне влияния нефтегазопромыслов достигают 20%.

**Четвертая глава** «Природно-техногенная геосистема нефтегазового месторождения». Всем предшествующим ходом исследования соискатель нас убеждает в необходимости синтеза разнообразной визуализированной и расчетной аналитической информации о полимасштабной и многофакторной трансформации ландшафтов степной зоны. Моделирование происходящих в степи и трансформирующих ее процессов нефтегазодобычи составляют основу данной главы. В ходе разработки каждого нефтегазового месторождения формируется замещающая естественный ландшафт природно-техногенная система – особая категория подобных систем, обладающая специфическими для нее свойствами. Существо формирующейся природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения определяется, согласно утверждениям соискателя, следующими принципиальными положениями: 1) изменением вещественно-энергетических и геоинформационных связей вертикальных и горизонтальных структур исходного ландшафта, 2) стадийностью освоения месторождения и уровнем техногенной нагрузки на ландшафт. Каждая модификация формирующейся природно-техногенной геосистемы соответствует определенному уровню изменений в ландшафте, в его структуре и функционально-динамических связях между компонентами. Приводится принципиальная графическая модель природно-техногенной геосистемы и стадии ее развития с количественными оценками последовательных изменений.

**Пятая глава** «Оптимизация ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений». На основе выявленной ранее стадийности формирования природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, соискатель оценивает возможности оптимизации этого процесса на каждой стадии. Это делается на основе классификации ландшафтных местоположений по приоритетности размещения объектов нефтегазодобычи с учетом природных факторов, лимитирующих недропользование в степной зоне, а также на основе классификации уклонов рельефа местности и специфики почв и грунтов, расстояния до водотоков и т.д.

Потенциал оптимизации на каждом из трех этапов (планирования нефтегазодобычи, функционирования природно-техногенной геосистемы в период разработки месторождения, ликвидации нефтегазопромысла) представлен в виде совокупности специализированных мер – от проектирования и зонирования буферных элементов ландшафта до обустройства и использования нарушенных природных компонентов и комплексов в качестве природоохранных объектов.

#### **Научная новизна исследования**

- авторская разработка концептуально – методологической основы и понятийно-терминологического аппарата геоэкологического анализа применительно к условиям трансформируемых нефтегазодобычей степных ландшафтов;

- известные подходы и методы региональных геоэкологических исследований (мониторинг, экодиагностика и др.) адаптированы к условиям ландшафтов степной зоны и специфики их трансформации нефтегазодобычей, с учетом их пространственно-временных изменений, широтно-зональных особенностей, интенсивности и направленности техногенных преобразований;

- впервые выявлены и прослежены полимасштабность и многофакторность трансформации ландшафтов степной зоны Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и ее аналогов в Северной Америке, однонаправленность негативных воздействий на локальном, региональном и глобальном уровнях, многоаспектность и сопряженность социально-экономических процессов в условиях техногенного освоения степных зон;

- выявлены и классифицированы по степени проявления процессы трансформации степных ландшафтов, разработан оригинальный метод идентификации с высокой точностью нарушенных земель по зимним спутниковым характеристикам. Рассчитаны и картографически визуализированы в пространственно-временных координатах соотношения нарушенных и сохранившихся земель на ключевых участках нефтегазовых месторождений;



- с учетом эквивалентности проявления трансформационных процессов сформирована структурно-динамическая модель природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения, представляющая последовательные стадии ее формирования и функционирования, значимые для проектирования оптимизационных действий по рекультивации и ревитализации ландшафтов;

- сформулированы концептуальные предложения по оптимизации степных ландшафтов в условиях нефтегазодобычи, разработаны блоки оптимизационных действий для каждого этапа функционирования природно-техногенной геосистемы месторождения.

### **Замечания и вопросы**

К диссертационной работе есть замечания и вопросы дискуссионного порядка, а также пожелания для дальнейших исследований:

1. Необходимо пояснить, каким методом производилось проведение границ техногенного воздействия от нефтегазовых месторождений.
2. Из работы не очень ясно, какие были выделены ведущие факторы или экологически значимые факторы формирования экологической ситуации на территории разработок нефтегазовых месторождений. По определению под ведущими факторами понимают ведущие переменные, которые в результате самоорганизации определяют динамику остальных переменных. Поэтому для их определения нужно, по крайней мере иметь уравнение самоорганизации ландшафта под действием факторов нагрузки в динамике. Непонятна роль заявленных интегральных и частных факторов в динамике техногенной системы.
3. Что касается оптимизации ландшафтов, на нефтегазовых месторождениях, то в работе практически ничего не говорится об экологической модернизации предприятий, в частности принципов технологического нормирования на основе наилучших доступных технологий (НДТ). Речь идёт об обновлении производственной базы. Оно включает модернизацию используемых морально и физически устаревших базовых технологий с целью снижения ресурсо- и энергопотребления и нормирования поступления загрязняющих веществ в природные ландшафты, позволяющие сохранить их способность к самовосстановлению после снижения или прекращения техногенной нагрузки. Защита природных ландшафтов путём модернизации технологий возможна в том случае, если основные характеристики ландшафтов и, прежде всего, их устойчивость будут иметь количественную оценку, а уровень экологической

опасности технологии регламентирован с применением биосферно значимых нормативов. Что по этому поводу может сказать соискатель?

4. В связи с вышесказанным, можно ли изучаемые предприятия нефтегазовой отрасли (и не только изучаемые) дифференцировать по степени или значимости экологической опасности (по таким критериям: величина численного значения нормализованного дифференцированного вегетационного индекса (НДВН) или по потере растительности % и т.п.). Это позволяет ответить на многие вопросы техногенного воздействия на ландшафты. Так, если отмечается нулевой тренд объёма биомассы во времени, то это может свидетельствовать о равновесии природно-техногенных геосистем для заданной техногенной нагрузки в соответствующей климатической зоне. Отрицательный тренд может демонстрировать процесс деградации природных ландшафтов, положительный – наличие процесса восстановления (самовосстановления растительного покрова) и в целом ландшафта за счёт сохранившегося природного потенциала территории;
5. По поводу механизма воздействия и последствий разработок нефтегазовых месторождений на природные ландшафты необходимо автору пояснить следующее: если автор не согласен, то хотелось бы знать его мнение по этому поводу.

При техногенном воздействии происходит смена режимов развития геосистемы, (происходит т.н. режимный сдвиг от оптимума). Интегральный режимный сдвиг не является суммой сдвигов, порождаемых каждым отдельным воздействием, а является результатом самоорганизации геосистемы – адаптацией к новым условиям существования. Оценка влияния работ по освоению месторождения на геосистему состоит в идентификации одного из следующих режимов ее развития: 1 – приближенный к оптимуму (гомеостаз). Это точка отсчета (начало координат режимного сдвига). К таким относятся природные ландшафты с минимальным антропогенным вмешательством (отмети, далеко не факт, что при начале освоения месторождения был именно этот статус природной системы). Поэтому сравнивать то, что было вначале и, что стало потом, не всегда корректно.

По мере роста нагрузки режимный сдвиг увеличивается, снижая репродуктивную способность ландшафта, который переходит в режим саморегуляции: 2 – Саморегуляция состояний (квазиоптимум) - приемлемый режимный сдвиг, при котором сохраняется репродуктивность ландшафта. Это

наиболее распространенное состояние геосистем с антропогенным вмешательством.

Если уровень нагрузки приводит к утрате репродуктивной способности ландшафта, то она переходит в режим бистабильности (неустойчивого равновесия). Такая нагрузка именуется предельно допустимой экологической нагрузкой (ПДЭН).

3 - Неустойчивость природно-техногенной системы – недопустимый режимный сдвиг вместе с утратой репродуктивности геосистемы. Это самый неблагоприятный режим с нарушением природного статуса геосистемы.

Очевидно, что только в третьем случае проводятся мероприятия по восстановлению репродуктивных функций геосистемы. Таким образом, для оценки влияния работ по освоению месторождения на ландшафты надо привести математическую формулу ее самоорганизации (адаптации). Такая формула может использовать следующие данные, которые приводятся в работе соискателя: динамика спутниковых изображений ландшафта; многомерные временные ряды экологических параметров (биоты, загрязнений) (программы обработки многомерной статистики SPSS, Statistica 6.0), биотестирование или биоиндикация компонентов геосистемы, устанавливающих факт сохранения биопродуктивности.

На наш взгляд, математическая формула самоорганизации должна носить не частный (применительно к рассматриваемому месторождению) а общий характер. То есть использоваться и на других месторождениях с другими ландшафтами. Для этого надо разработать индикаторы предельно допустимой экологической нагрузки (ПДЭН), по достижению которой нарушается устойчивость ландшафта. Тогда контроль технической нагрузки при разработке с месторождением напрямую связывается с экологическими параметрами геосистемы. Главное назначение индикатора ПДЭН – фиксировать сохранение репродуктивной способности геосистемы, которое обеспечивается только при ее устойчивости.

Есть ли такая возможность в работе провести автору подобные расчёты? У соискателя имеется в работе достаточный исходный материал – временные ряды и динамика снимков космических съёмки, показывающих трансформацию ландшафтов.

6. Цель заявлена автором как оптимизация нарушенных ландшафтов при их разработке, и в то же время в тексте диссертации речь идёт об устойчивости

этих ландшафтов. Не ясно, что такое оптимизация в понимании автора и сохранение устойчивости – это одно и то же? Путь оптимизации сложной нелинейной системы как сравнение с аналогом – не совсем правильное решение. И многочисленная практика это подтверждает. Начальные условия, действующие факторы и динамика геосистемы принципиально разные, потому одни и те же действия над аналогом и оригиналом будут иметь разные результаты. Нам ведь нужно определить возможность проведения хозяйственных работ на конкретных территориях по критерию степени техногенной трансформации геосистемы (отклонения от оптимума) и возникающим рискам. Так вот структурно-динамическая модель и должна нам дать эти показатели, чтобы мы могли дальше принимать решения на количественных оценках экологической ситуации. Если геосистема находится уже в предкризисном состоянии, то даже малые хозяйственные нагрузки её разрушат. Оптимальным решением по структурно-динамической модели, на наш взгляд, является решение с приемлемым риском – мы частично теряем в биоразнообразии и биопродукции, но при этом сохраняем устойчивость к регенерации ландшафта в целом. Потому для охраняемых ландшафтов и редких видов мы особо следим за их воспроизводством, чтобы избыточная нагрузка не привела их к исчезновению.

### **Заключение**

В целом работа К.В. Мячиной – итог ее многолетнего полимасштабного исследования, выполненного с применением современных, включая авторские, методик, в котором получены новые конкретные результаты, свидетельствующие о значительной трансформации степных ландшафтов в условиях нефтегазодобычи. На новом теоретико-методическом и фактологическом уровне предложены поэтапные меры по ревитализации степных ландшафтов Волго-Уральского региона в условиях нефтегазодобывающих и агроиндустриальных производств.

Работа К.В. Мячиной оценивается как определённый вклад в стабилизацию геоэкологического состояния нарушенных степных ландшафтов, разработку новых, более эффективных методов распознавания происходящих в результате нефтегазодобычи изменений, ущерба природным компонентам и комплексам на разрабатываемых месторождениях и смежных территориях.

### **Теоретическое и практическое значение результатов исследования**

Полученные соискателем результаты позволили разработать методические основы геоэкологического анализа полимасштабной трансформации ландшафтов степной зоны в

условиях длительной разработки месторождений нефти и газа Волго-Уральского региона. Предложенные рекомендации, включая новый, более эффективный и не имеющий аналогов метод оценки нарушенных земель по зимним спутниковым снимкам, используются научными, образовательными и производственными организациями при проведении мониторинга земель в районах нефтегазодобычи, перспективны для разработки природоохранных стандартов и других нормативов, совершенствования планирования и геоэкологического сопровождения на всех стадиях нефтегазодобывающего производства.

Соискателем опубликовано более 90 научных работ по теме докторской диссертации, в том числе 28 - в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК РФ, 10 - входят в международные базы цитирования WoS и Scopus.

Содержание автореферата соответствует диссертации.

Диссертация К.В. Мячиной является научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных соискателем исследований, разработаны теоретические положения, в совокупности определяемые как научное достижение, имеющее важное народнохозяйственное значение. Диссертация соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 14.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Содержание подтверждает, что Ксения Викторовна Мячина заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 - Геоэкология (науки о Земле).

Доктор географических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник  
отдела физической географии и проблем природопользования  
Института географии Российской Академии Наук

Кочуров Борис Иванович

Адрес: 119017 Москва, Старомонетный пер. д.29,  
тел.: +79162262318,  
e-mail: camertonmagazin@mail.ru

Подпись руки тов.  
заверяю

Зав. канцелярией  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии  
Российской академии наук

