

На правах рукописи



Красноштанова Наталья Евгеньевна

**ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РИСКОВ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 25.00.24 – Экономическая, социальная,
политическая и рекреационная география

28 НОЯ 2013

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук



005541397

Иркутск – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: **Черкашин Александр Константинович**
доктор географических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Никольский Алексей Феликсович**
доктор географических наук,
Байкальский государственный
университет экономики и права, профессор
кафедры экономики предприятия и
предпринимательской деятельности

Роговская Наталья Владимировна
кандидат географических наук, доцент,
Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибир-
ского отделения Российской академии
наук, старший научный сотрудник лаборато-
рии экономической и социальной географии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт систем
энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского
отделения Российской академии наук


Защита состоится 24 декабря 2013 г. в 13.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 003.010.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1.

E-mail: postman@irigs.irk.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН.

Автореферат разослан “21” ноября 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук

 Григорьева М.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Нефтегазодобывающая отрасль хозяйства Иркутской области находится на стадии активного формирования. В промышленное освоение вовлекаются новые территории. При подготовке проектов разработки и промышленной эксплуатации месторождений и сопутствующего инфраструктурного обустройства территории важен прогноз рисков, связанных с географическими особенностями ведения работ в различных природно-экономических условиях области. Для этого необходимо располагать информацией о факторах риска, степени их влияния, изменчивости и т.д. Чаще всего такая информация предоставляется на отдельные участки и не отражает весь спектр внутрирегиональных различий.

Диссертационное исследование по разработке методики, расчету и картографированию географических рисков освоения природных ресурсов выполнено на примере развития нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области. За основу принято исходное положение о том, что любые географически обусловленные показатели, влияющие на эффективность производственной деятельности, варьируют в зависимости от пространственного и временного изменения частных или комплексных факторов и условий географического положения.

Объект исследования – нефтегазодобывающая промышленность Иркутской области.

Предмет исследования – оценка рисков хозяйственной деятельности с учетом географических условий размещения нефтегазодобывающих производств.

Цель исследования – дать сравнительно-географическую оценку рисков развития нефтегазодобывающей промышленности в различных природно-экономических условиях Иркутской области.

Поставленная цель предопределяет необходимость решения следующих задач (рис. 1).

1. Исследовать существующие теоретические и методические вопросы оценки различных рисков в нефтегазодобывающей отрасли.
2. Охарактеризовать территориальные особенности развития нефтегазовой промышленности в Иркутской области.
3. Выявить территориальную специфику географической среды области для определения рискообразующих и рискокомпенсирующих факторов и условий размещения нефтегазодобывающих производств.
4. Выполнить зонирование нефтегазоперспективных территорий по выгодности размещения производств с учетом рискообразующих и рискокомпенсирующих факторов и условий.
5. Разработать и апробировать методику экономико-географической оценки рисков.
6. Провести геоинформационное картографирование участков недропользования по значениям географических рисков.

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области территориальной организации производства П.Я. Бакланова, Н.Н. Баранского, Ю.Г. Саушкина, Б.М. Ишмуратова, К.П. Космачева, И.Л. Савельевой, Л.А. Безрукова, М.Д. Шарыгина, М.Т. Романова, А.И. Кривоборской, регионального развития Ю.П. Михайлова, Н.М. Сысоевой, А.Д. Абалакова, развития нефтегазовой промышленности В.А. Крюкова, А.Э. Конторовича, А.Г. Коржубаева, методов оценки риска В.А. Акимова, В.В. Москвичева, С.М. Мягкова, Ю.С. Осипова, А.К. Черкашина, Ф. Стил, Р.Д. Реис, Л.Л. Ву.

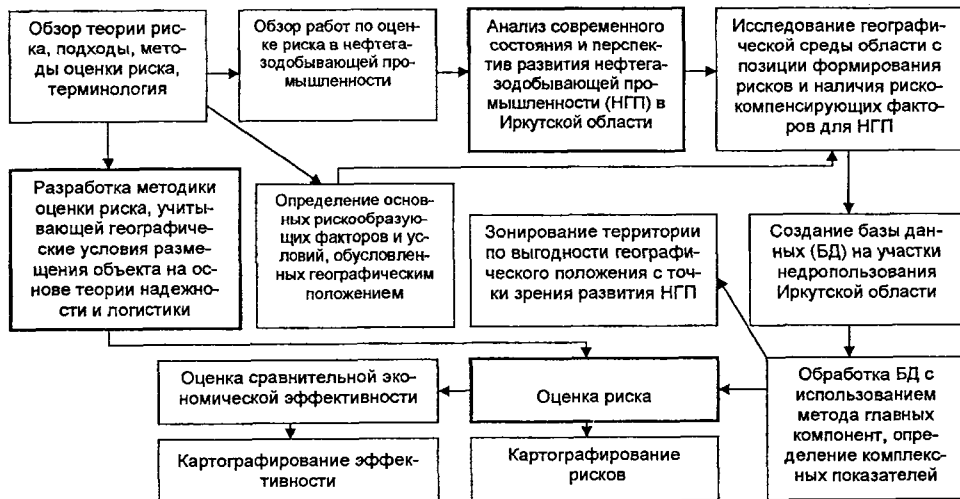


Рис. 1 – Блок-схема диссертационной работы с указанием последовательности решения поставленных задач

Научная новизна основных результатов исследования заключается в разработке и реализации методики комплексной экономико-географической оценки рисков, обусловленных географическим положением промышленных объектов, позволяющей проводить сравнительно-географический анализ территорий по степени рискованности хозяйственного освоения. Новизну исследования определяют следующие результаты.

1. Развито представление о географическом риске – комплексном риске, обусловленном совокупностью внутренних и внешних факторов и условий географического положения природно-технических систем.

2. Обоснована специфика формирования территориальной структуры нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области.

3. Впервые выполнено зонирование нефтегазоносных территорий Иркутской области по выгодности географического положения с точки зрения развития нефтегазодобывающей промышленности.

4. Разработана и апробирована новая методика количественной оценки географического риска.

5. Созданы оценочные карты географического риска на территорию современной и перспективной нефтегазодобычи в Иркутской области.

6. Выполнена сравнительная экономическая оценка эффективности функционирования нефтегазодобывающей промышленности с учетом географических рисков.

Практическая значимость. Результаты диссертации могут быть использованы при разработке программ по развитию нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области, а также применяться отдельными нефтегазовыми компаниями при проектировании размещения производственных объектов. Предлагаемая методика оценки риска применима для других территорий и отраслей хозяйственной деятельности.

В работе использованы основные методы экономико-географических исследований – сравнительно-географический, картографический, математико-статистический, геоинформационный, методы математического моделирования и социальных исследований. В основу расчетов положен метод количественной оценки рисков по математическим моделям, обоснованным теоретически и проверенным на эмпирическом материале. Источниками информации для диссертационного исследования послужили фондовые и отчетные материалы нефтегазовых компаний, Иркутского филиала геологических фондов Российской Федерации, публикации Управления по недропользованию Иркутской области, статистические материалы Иркутскстата, ГИС и электронные карты Иркутской области, научные публикации, средства массовой информации, данные социологических исследований автора по планам лабораторий теоретической географии, георесурсоведения и политической географии. Работа выполнялась в рамках базовых проектов НИР Института географии им. В.Б. Сочава СО РАН: 65.3.6. «Теоретические основы геоинформационного моделирования и картографирования территориального развития в изменчивой природно-экономической среде»; VIII.79.2.5. «Атласное картографирование и математическое моделирование территориальной трансформации природы, хозяйства и населения Азиатской России»; VIII.79.2.4. «Общественно-географические процессы и модернизация территориальных структур Сибири в контексте национальных приоритетов и глобальных вызовов XXI века», по проектам РФФИ № 12-05-31266-мол_а_2012 «Оценка и картографирование геосистемных функций на региональном и локальном уровне (на примере природных систем окружения озера Байкал)»; гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-4235.2013.5 «Разработка методов сквозного картографирования для медико-экологического мониторинга территорий муниципальных районов»; проекту РГНФ №13-03-18-017/13 «Полевые исследования в труднодоступных районах севера Байкальского региона».

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Географический риск понимается как мера опасности отклонения результатов хозяйственной деятельности от планируемых вследствие усложнения

условий географической среды и удорожания разработки и эксплуатации природных ресурсов, что позволяет создать модели и методы экономико-географической оценки риска.

2. Территориальная структура нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области в первую очередь зависит от транспортно-географической освоенности районов расположения месторождений и размещения производств.

3. Предлагаемая методика экономико-географической оценки риска позволяет учесть в расчетах комплекс географических факторов и условий размещения, оценить и картографировать сравнительную экономическую эффективность нефтегазодобывающих производств.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационного исследования были представлены на конференциях: «Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов» (Нижегородск, 2010), «Вопросы экологической безопасности и охраны окружающей среды» (Иркутск, 2010), «Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика» (Смоленск, 2011), «Природа и общество: взгляд из прошлого в будущее» (Иркутск, 2011), «Экологический риск и экологическая безопасность» (Иркутск, 2012), «Географические исследования экономических районов ресурсно-периферийного типа» (Чита, 2012), «Современные проблемы регионального развития» (Биробиджан, 2012), «Проблемы территориальной организации природы и общества» (Иркутск, 2012), «Сибирь в XVII-XXI веках: история, география, экономика, экология, право» (Иркутск, 2013), «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» (Иркутск, 2013) и др.

Постановка задач и результаты работы обсуждались в отделе прикладной информатики Института вычислительного моделирования СО РАН (г. Красноярск), на кафедрах разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, промышленной безопасности и охраны окружающей среды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва). Материалы исследования докладывались на семинарах Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, на заседаниях лабораторий теоретической географии, георесурсоведения и политической географии.

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 20 научных работ, из них 2 статьи в рецензируемых журналах.

Структура и объем работы. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, перечня принятых в работе сокращений, словаря терминов, приложений. Объем работы 144 страницы, список литературы содержит 163 наименования. В работе представлено 4 таблицы и 35 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены структура и последовательность проведения работы, основные защищаемые положения.

В первой главе диссертации «Теоретико-методические основы оценки рисков» представлены основные понятия теории риска и методические подхо-

ды к оценке рисков в зависимости от наличия исходной информации. Проведен обзор основных направлений работ в области оценки рисков в нефтегазодобывающей промышленности и их анализ на предмет учета географических факторов и условий территории размещения промышленных объектов. Обоснован авторский подход к оценке рисков с учетом комплексного влияния социально-экономических и природных факторов.

Экономико-географическая оценка риска базируется на вычислении этого показателя на основе пространственно распределенных данных о состоянии природы, хозяйства и населения территории, характеризующих географическое положение производственных объектов.

Под риском понимается мера опасности недостижения поставленной цели, неопределенность ожидаемого результата хозяйственной деятельности. *Географический риск* – риск функционирования природно-технической системы, обусловленный особенностями географического положения. Он оценивается по комплексу географических характеристик положения, отражающих состояние и пространственные связи местной природы, хозяйства и населения. На его величину отрицательно влияют усложнение географических условий, удорожание строительства и эксплуатации производственных объектов, а также негативные изменения в экономико-географических системах более высокого порядка, порождающие фоновый риск.

Реализация проектов в нефтегазодобывающей промышленности связана с большим количеством разнообразных рисков: геологических, экономических, экологических, технологических и др. Вопросы анализа рисков хорошо разработаны в технических науках и основаны на принципах теории надежности и вероятности наступления экстремальных событий. Перспективными являются направления оценки параметрической надежности, когда рассматриваются отказы систем, связанные с выходом их технических характеристик за допустимые пределы (производственные допуски) с постепенным снижением качества и эффективности работы. Географические исследования в этом направлении связаны с оценкой надежности и выявлением факторов, определяющих это основное свойство природно-технических систем с учетом ограничений (допусков) на изменение технологических, экологических и экономических показателей от значений, соответствующих норме, до допустимых экстремальных величин.

В различных областях науки задачи параметрической надежности решаются средствами Event History Analysis – изучения зависимости риска наступления события от продолжительности пребывания объекта в группе риска и характеристик объекта и среды. При разработке методов анализа рисков принимается во внимание распространенная за рубежом методика анализа выживания (survival analysis). В основу анализа положены представления теории надежности, начиная с расчета меры опасности (интенсивности отказа) как функции множества факторов влияния. Распространенной функцией опасности является экспоненциальная зависимость от факторов воздействия – пропорциональная модель опасности Кокса.

В основу экономико-географической оценки риска положена динамическая модель логистического процесса перевода набора элементов из начального

состояния во множество конечных состояний. Она соответствуют концепции минерально-сырьевых циклов производств, где в процессе разведки и эксплуатации месторождения происходит преобразование сырья в конечную продукцию. В общем случае рассматривается процесс перемещения со временем t элементов системы в пространстве нескольких координат (x, y) их состояния с отклонениями от основного маршрута – потерями элементов с интенсивностью $p(t, x, y)$ (опасность, рискованность). Здесь x и y – внутрисистемные показатели, оценивающие влияние факторов риска $x=x(t)$ и факторов управления риском $y=y(t)$. Величина x концентрирует все рискообразующие воздействия на уровень опасности производственной деятельности. Величина y интегрирует факторы противодействия возникновению рискованных ситуаций, связана с управлением рисками, а именно, капитальным строительством, развитием инфраструктуры, транспортным освоением и т.д.

Величина опасности потери ресурсов в момент t рассчитывается по формуле

$$p(t, x(t), y(t)) = \lambda(t, x(t), y(t)) + p_0(t). \quad (1)$$

Она складывается из внутрисистемной $\lambda(t, x, y)$ и фоновой опасности $p_0(t)$, которая зависит только от времени. В основу расчетов положены уравнения теории надежности:

$$\frac{dP^*}{dt} = -p(t, x, y)P^*(t, x, y), \quad P^*(t, x, y) = \exp\left[-\int_0^t p(t, x(t), y(t))dt\right], \quad (2)$$

где $P^*(t, x, y)$ – функция надежности. Собственные риски природно-технических систем $\lambda(t, x, y)$ описываются дифференциальным уравнением потокового типа (3а):

$$a) \frac{\partial \lambda}{\partial t} + v_x \frac{\partial \lambda}{\partial x} + v_y \frac{\partial \lambda}{\partial y} = \alpha \lambda(t, x, y), \quad б) \lambda(t, x, y) = \lambda_0 \exp(\alpha x) \exp(-by) \exp(\gamma t) \quad (3)$$

где v_x и v_y – скорости потока элементов по направлениям x и y ; α – коэффициент старения; a, b, γ – нормы дисконтирования по соответствующим факторам; λ_0 – регионально обусловленный приемлемый риск. Уравнение (3а) регламентирует тип модели и методы исчисления рисков. Решение уравнения (3а) определяется первыми интегралами

$$c_1 = \lambda / \exp(\alpha x), \quad c_2 = x/v_x - y/v_y, \quad c_3 = t - y/v_y, \quad (4)$$

переменные (t, x, y) и постоянные (c_{1-3}) значения которых индивидуально характеризуют природно-техническую систему, что позволяет взаимно пересчитывать географические характеристики местоположения с учетом нормативных общегосударственных и региональных допусков $[x_{\min}, x_{\max}]$.

Формула (3б) является частным решением уравнения (3а) и отражает пропорциональную зависимость локального риска $\lambda(t, x, y) = \lambda_0 K_x K_y / K_y$ от поправочных коэффициентов расчета опасности: $K_x(x) = \exp(\alpha x)$ – коэффициент усложнения географической среды хозяйственной деятельности, $K_y(y) = \exp(by)$ – коэффициент удорожания производства за счет дополнительных средств на развитие

инфраструктуры в целом, $K_i(t) = \exp(\gamma t)$ – коэффициент обесценивания основных средств предприятия (старение системы).

По соотношениям (1)–(4) вычисляется риск хозяйственной деятельности как интегральный ущерб при реализации материальных, энергетических, финансовых и иных потоков на интервале времени $[0, t]$:

$$R(t, x, y) = \int_0^t p(t, x, y) N(t, x, y) dt = \int_0^t p(t, x, y) N_0 P^*(t, x, y) dt = N_0 [1 - P^*(t, x, y)], \quad (5)$$

где N_0 – исходный объем или плотность потоков ресурсов, затрачиваемых на освоение территории, например, инвестиции; $N(t, x, y)$ – текущее распределение ресурсов предприятия (инвестиций) в зависимости от величины факторов x и y . При сравнительно-географическом анализе и картографировании удобно принимать величину относительного риска $r = R/N_0$.

Схематически вычислительный процесс представлен в виде последовательности действий – процедур анализа риска (рис. 2). Важное место здесь отводится этапу идентификации рискообразующих факторов и факторов управления риском на основе географической и картографической информации по разным участкам освоения территории.

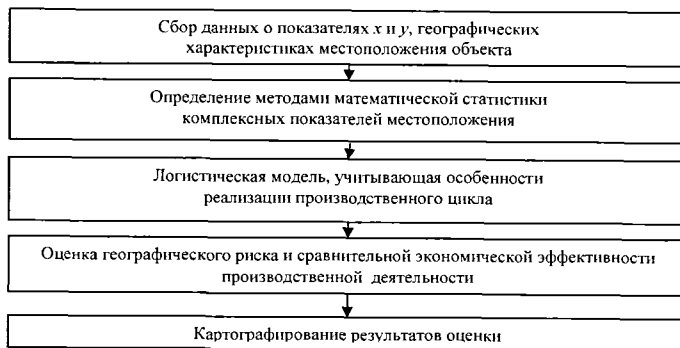


Рис. 2 – Последовательность действий при экономико-географической оценке рисков хозяйственной деятельности

Изложенные в первой главе материалы обосновывают позиции первого защищаемого положения. Отклонение результатов хозяйственной деятельности от планируемых, вследствие усложнения условий географической среды и удорожания разработки и эксплуатации природных ресурсов, определяет географический риск. Такое представление позволяет создавать модели и методы экономико-географической оценки риска.

Вторая глава диссертации «Территориальные особенности развития нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области» посвящена исследованию территориальных особенностей развития нефтегазодобывающей промышленности. Выполнен обзор истории становления этой отрасли в Иркутской области, проведен анализ современного состояния и размещения основных

структурных звеньев, а также перспектив развития согласно программам федерального и регионального уровня. Перечислены проблемы социально-экономического характера, связанные с освоением нефтегазовых территорий Иркутской области.

Выявленные к настоящему времени запасы углеводородного сырья и намеченные перспективы развития Иркутской области свидетельствуют о том, что в ближайшие годы нефтегазодобывающая промышленность займет одну из лидирующих позиций в региональной экономике. Началом интенсивного развития этой отрасли хозяйства в регионе послужило строительство нефтепровода Восточная Сибирь-Тихий океан (ВСТО). Реализация этого проекта и действующая параллельно Программа геологического изучения недр Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) для ресурсного обеспечения нефтепровода повысили инвестиционную привлекательность территорий, чем была вызвана высокая активность в приобретении лицензий на участки недр на углеводородное сырье в середине 2000-х годов в этом в регионе.

На начало 2013 г. в Иркутской области выявлено 36 месторождений, 66 участков недр находятся в распределенном фонде (рис.3), что составляет чуть более половины от всех участков, перспективных на нахождение углеводородного сырья. Промышленная и опытно-промышленная эксплуатация ведется только на 9 месторождениях, расположенных вблизи нефтепровода ВСТО и населенных пунктов в Катангском, Усть-Кутском, Киренском, Братском, Жигаловском и Усть-Удинском районах области. В последние годы положительная динамика экономического развития Иркутской области связана, прежде всего, с выходом предприятий на производственные объемы добычи углеводородного сырья. Так, в 2009 г. размер поступлений налогов в бюджет Иркутской области от нефтедобывающих компаний составил 0,8 млрд. руб. (1,3 % доходов бюджета), в 2011 г. – 7,8 млрд руб. (8,7 %), в 2012 г. увеличился до 8,7 млрд руб. (9,1 %). При этом объем извлеченной нефти составил 1,6 млн т, 6,5 млн т и 9,9 млн т соответственно. Всего по итогам 2012 г. в Иркутской области добыто более 10 млн т нефти и конденсата и 2,5 млрд м³ природного газа. Лидером по объему добычи нефти является Верхнечонское месторождение – 7,05 млн т. Нефть с 2009 г. поступает в нефтепровод ВСТО. По мере развития этой отрасли хозяйства Иркутской области к 2030 г. планируется извлекать из недр 15,5 млн т нефти и природного газа – 10,0 млрд м³ (по базовому сценарию, согласно стратегии развития минерально-сырьевого комплекса Иркутской области) и 34,5 млрд м³ (по оптимистическому сценарию). В настоящее время по объемам добычи углеводородов Иркутская область занимает третье место в Сибирском Федеральном округе, уступая Красноярскому краю и Томской области.

В Иркутской области основным центром размещения главных офисов нефтяных и газовых компаний стал г. Иркутск. Распределение производственных подразделений нефте- и газодобычи по территории обусловлено, прежде всего, геологическими условиями залегания углеводородных ресурсов в недрах области. В северных районах области это преимущественно нефтяные, а в южных – газовые месторождения. Обслуживающие подразделения по транспортировке грузов и людей являются связующим звеном между различными объек-

тами добывающей промышленности. В настоящее время промышленная эксплуатация месторождений осуществляется на севере области, где вся добываемая нефть поступает в нефтепровод ВСТО. Попутный газовый конденсат используется в небольшом количестве в качестве топлива и для отопления в северных поселках. Получаемый в ходе опытно-промышленной эксплуатации газоконденсатных месторождений природный газ поставляется в котельные ближайших к месторождениям населенных пунктов (Братск, Жигалово). Современное размещение и взаимодействие основных функциональных элементов нефтегазодобывающей промышленности определяют линейно-узловой характер территориальной структуры этой отрасли производства в исследуемом регионе.

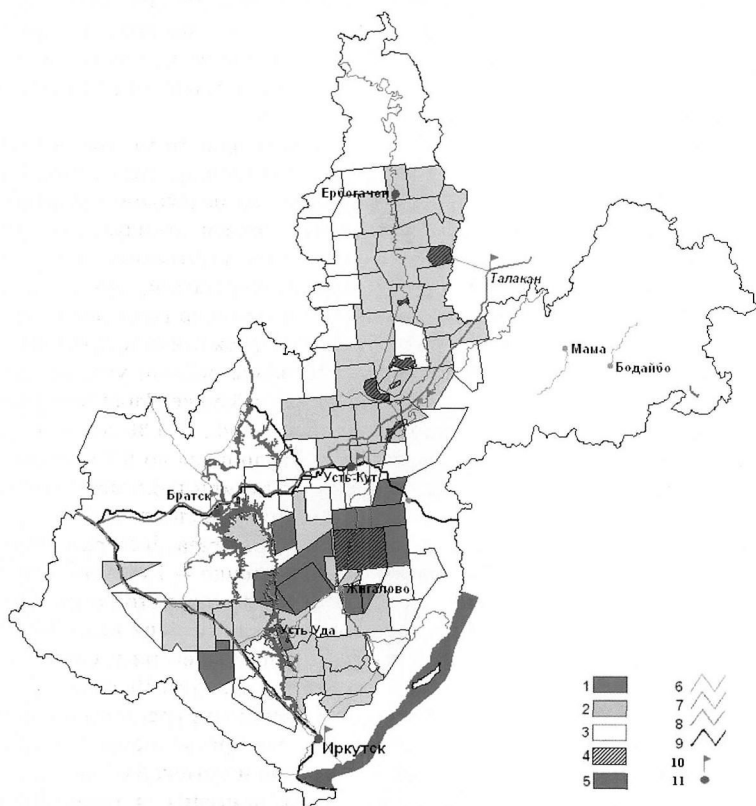


Рис. 3 – Территориальная структура нефтегазодобывающей промышленности Иркутской области. Условные обозначения: 1 – распределенный фонд недр в 2004 г.; 2 – распределенный фонд недр в 2013 г.; 3 – нераспределенный фонд; 4 – месторождения в опытно-промышленной и промышленной эксплуатации; 5 – озера; 6 – реки; 7 – автомобильные дороги; 8 – трубопроводы; 9 – железная дорога; 10 – крупные аэропорты; 11 – расположение главных офисов нефтегазовых компаний.

Территориальные сочетания групп предприятий в этой сфере хозяйственной деятельности и крупные региональные потребители углеводородных ресурсов в настоящее время здесь отсутствуют, однако перспективы развития нефтегазодобывающей промышленности предполагают их формирование непосредственно в данном регионе. Согласно стратегиям и программам развития Иркутской области освоение нефтегазовых ресурсов и формирование региональной производственной инфраструктуры будет способствовать решению социально-экономических проблем северных территорий области. Однако, как показывает практика, строительство промышленных объектов, в том числе транспортной инфраструктуры, только на первом этапе привлекает большое количество рабочей силы. Удаленность месторождений от населенных пунктов формирует два «параллельных мира» коренных и вахтовых поселений, а отсутствие квалифицированных кадров среди местного населения не позволяет устроиться на работу в этой доходной сфере деятельности и не дает возможность решить проблему безработицы. Наличие на участке недропользования территорий традиционного природопользования требует от компаний особой политики, минимизирующей социальные конфликты.

В третьей главе «Географическая среда и риски развития нефтегазодобывающей промышленности» исследуется территориальная специфика географической среды области для выявления факторов формирования различных рисков развития нефтегазодобывающей промышленности.

На процесс хозяйственного освоения территории влияет множество факторов и условий, определяющих эффективность функционирования промышленных предприятий в конкретном местоположении. В ходе анализа научной литературы и проектной документации по строительству и эксплуатации объектов нефтегазодобывающей промышленности определены социально-экономические и ряд природных факторов и условий, осложняющих хозяйственную деятельность и в наибольшей степени сказывающихся на развитии этой отрасли в Иркутской области.

Транспортно-географическое положение (ТГП) – один из ведущих факторов, влияющих на экономические показатели функционирования производств в современных рыночных условиях. Непосредственно при добыче углеводородного сырья транспортные расходы составляют 11–12 % затрат, а в структуре себестоимости продукции, с учетом транспортировки потребителю, доля транспортных издержек больше 60 %. Строительство нефтепровода ВСТО значительно улучшило ТГП северных участков и месторождений области, снизило издержки компаний, работающих в этих районах. Транспортную освоенность территории можно рассматривать как рискокомпенсирующий фактор, так как улучшение ТГП снижает издержки, повышает надежность функционирования природно-технических систем и доходность предприятий. При освоении ресурсов в промышленную разработку в первую очередь вовлекаются месторождения с наиболее выгодным транспортно-географическим положением.

Наличие постоянного населения на территории освоения прямым и косвенным образом сказывается на экономических показателях добывающей компании. С одной стороны, местное население – источник трудовых ресурсов, но,

как правило, для обслуживания объектов нефтегазодобывающей промышленности требуются квалифицированные специалисты, которые отсутствуют среди местных жителей. Местное население выступает также в качестве заинтересованной стороны при реализации проектов. При разработке проектов проводятся общественные слушания, где должны быть определены и учтены мнения местных жителей. Несоответствие позиций населения и добывающих компаний является источником дополнительных рисков. Территория нефтегазового освоения в Иркутской области слабо заселена. В северных районах населенные пункты находятся на значительном удалении друг от друга, присутствуют территории традиционного природопользования. В случае реализации нефтегазовых проектов должны учитываться интересы местных жителей, которые будут отличаться в разных районах. Например, в Катангском районе один из основных видов хозяйствования – промысловая охота, которой занимаются общины коренных малочисленных народов Севера; их приоритеты – сохранность природной среды при промышленном освоении. Жители других районов больше заинтересованы в возможности трудоустройства в этой доходной сфере деятельности.

В зонах распространения неблагоприятных природных явлений требуются значительные капитальные вложения на защитные мероприятия. В других условиях, помимо высоких капитальных затрат, высоки эксплуатационные издержки, как, например, в суровом климате Севера, где низкие температуры атмосферного воздуха снижают производительность труда и повышают аварийность технических объектов.

Географическое положение Иркутской области в центре Евразийского континента обуславливает ряд специфических природных осложняющих хозяйственную деятельность географических особенностей. Во-первых, внутриконтинентальное положение области характеризуется резко-континентальным климатом, который определяет широкое распространение многолетнемерзлых пород, продолжительный период с температурой ниже минус 30 °С, развитие наледных процессов и наводнений. Близость Байкальской рифтовой зоны с сейсмичностью до 9 баллов вызывает дополнительные затраты, связанные с учетом этого фактора при строительстве и эксплуатации промышленных объектов. К числу осложняющих нефтегазодобывающую деятельность, в особенности функционирование таких линейных сооружений, как трубопроводы, относим также наличие на территории болот и лесные пожары (по горности лесов Иркутская область занимает лидирующие позиции в России). Перечисленные природные факторы и условия существенно осложняют хозяйственную деятельность в пределах области и вызывают удорожание строительных работ до 1,5 раз в зависимости от характера проявления.

В четвертой главе «Оценка рисков развития нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области» представлены результаты апробации метода оценки риска по соотношениям (1)–(5), обоснованным в первой главе диссертации. Последовательно раскрываются этапы от сбора данных, их подготовки к использованию, обработки с помощью математической модели до картографирования конечных результатов расчетов (см. рис. 2).

В соответствии с представлениями о современном состоянии, перспективах развития нефтегазодобывающих производств и географических особенностях территорий их размещения в Иркутской области, изложенными во второй и третьей главах диссертации, была создана база пространственных данных на участки недр на углеводородное сырье по 22 показателям. Выбор этой территориальной единицы обусловлен тем, что нефтегазодобывающие компании осуществляют свою деятельность в границах участков недр на основании лицензий, согласно которым они ведут разведку и эксплуатацию углеводородных ресурсов в отведенные сроки.

Исходные данные по участкам были исследованы на коррелированность для исключения дублирования информации. В группах связанных признаков (коэффициент детерминации $r^2 > 0,5$) выбирался только один представитель. В итоге сформирована выборка из 12 признаков, содержащая следующую информацию: прогнозные и утвержденные запасы углеводородного сырья, площадь участка, ТТП, природные факторы и условия, осложняющие хозяйственную деятельность, наличие населенных пунктов и численность населения, наличие территорий традиционного природопользования.

Транспортно-географическое положение определялось расстоянием от центра участков (в км) до трубопроводов, железных и автомобильных дорог, речных путей, аэропортов и месторождений, находящихся в эксплуатации. В итоговую выборку представителем этой группы выбрано положение относительно трубопроводов. Характеристики природной среды определялись в виде среднего значения показателя для каждого участка. Эти данные получены путем анализа с помощью ГИС-картографической информации из атласа Иркутской области [2004]. По каждому участку представлены средние значения сейсмичности, характера многолетнемерзлых пород, заболоченности, повторяемости наводнений и количества дней с температурой ниже минус 30 °С. Также в итоговую базу вошел показатель степени пожароопасности в лесах. Характер рельефа и его пространственная изменчивость играют важную роль при освоении территории, особенно при сооружении линейных объектов. Среди выбранных 12 признаков рельеф характеризуется вариацией высот в границах участка.

Для определения комплексных показателей, по которым вычисляются значения переменных x и y , характеризующих особенности географического размещения участков недропользования, использован метод главных компонент (МГК), основанный на гипотезе линейной связи характеристик. В МГК результаты вычисления главных компонент (ГК) зависят не от качественного содержания, а от количественной изменчивости выбранных признаков и объектов и величине их взаимосвязи.

Первая главная компонента положительно определяется группой факторов, отражающих развитие инфраструктуры, в частности, близостью к трубопроводным магистралям. Во второй главной компоненте доминируют размеры участков и частично природные характеристики. Объем запасов сырья определяет третью главную компоненту. Наличие населения в основном проявляется в четвертой главной компоненте. Природные характеристики с различными весами проявляются во всех компонентах.

При использовании МГК удастся отсеять дублирующие факторы пространственной дифференциации географической среды и на основе оставшихся показателей выделить интегральные характеристики (независимые координаты), характеризующие экономико-географическое положение участков недропользования в пространстве этих координат. По положению в плоскости первой и второй главной компонент участка, на основе собственных им географических характеристик, разбиваются на группы, что позволяет зонировать нефтегазперспективные территории Иркутской области, комплексно учитывая рискообразующие и рискокомпенсирующие факторы и условия размещения объектов нефтегазодобывающей промышленности (рис. 4а).

В 1 группу входят 2 участка с наиболее неблагоприятным ТГП. Для них характерно значительное удаление от нефтепровода ВСТО (более 300 км) и других транспортных магистралей, а также суровые природно-климатические условия.

Во 2 группу включено 25 участков. Участки этой группы, как и первой, располагаются на территориях с суровыми природно-климатическими и неблагоприятными геокриологическими условиями, но находятся ближе к транспортным путям и эксплуатирующимся месторождениям. Первые две группы расположены преимущественно в Катангском районе, отличающимся слабой заселенностью и наличием ТТП и отсутствием круглогодичных наземных путей сообщения, в т.ч. железных и автомобильных дорог. Такое положение не только требует увеличения финансовых затрат на инфраструктурное обустройство, но также дополнительных издержек в связи с деятельностью на ТТП и транспортировкой работников на отдаленные территории малой авиацией.

К 3 группе принадлежат 34 участка. Отличительные признаки этой группы – месторождения, находящиеся на стадии опытно-промышленной и промышленной эксплуатации, а также территории с достаточно выгодным ТГП. Природные условия в меньшей степени оказывают влияние на формирование группы, поскольку участки располагаются, как в зоне суровых природно-климатических условий (Верхнечонское месторождение), так и в достаточно благоприятной среде с отсутствием многолетнемерзлых пород и умеренным дискомфортом климата (Атовское месторождение).

В 4 группу входят 24 участка. Эта группа с более благоприятными природными условиями для хозяйственного освоения по сравнению с группами 1 и 2. Однако здесь увеличивается сейсмичность, т.к. эти участки расположены ближе к Байкальской рифтовой зоне. По ТГП и по близости к эксплуатируемым месторождениям участки 4 группы занимают выгодное положение. На севере участки пересекает нефтепровод ВСТО, БАМ, на юге – автомобильные дороги. В перспективе здесь намечено строительство газопроводов, по которым газовое сырье будет транспортироваться на переработку и на экспорт.

В 5 группу входят 12 участков. Участки расположены в наиболее освоенной части Иркутской области. Здесь хорошо развита транспортная инфраструктура, значительны трудовые ресурсы, благоприятные природно-климатические условия. Однако по прогнозным запасам углеводородного сырья большинство местных участков уступают участкам остальных групп.

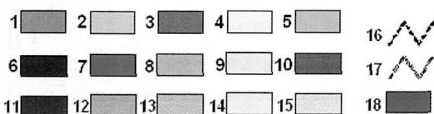
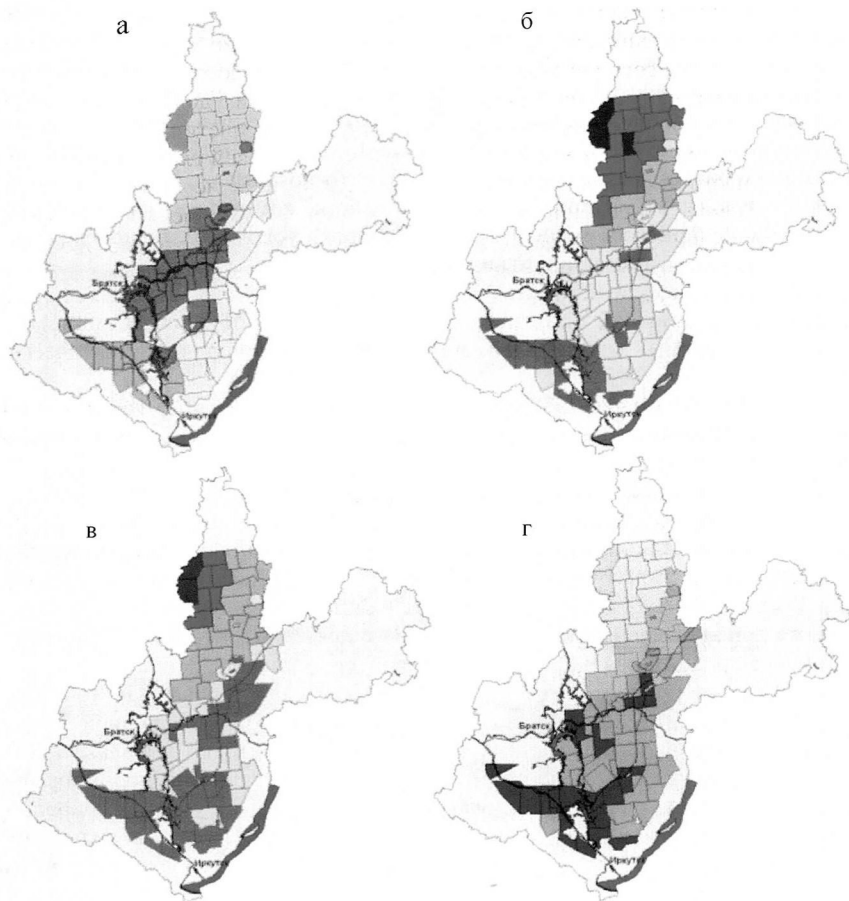


Рис. 4 – Пространственная дифференциация участков недропользования Иркутской области:
 а) зонирование участков, перспективных на формирование нефтегазодобывающих систем производств (1–5 – группы участков недр по положению в пространстве ГК1–ГК2, пояснение в тексте); б) оценка риска освоения участков недр: 6 – 0,106–0,121; 7 – 0,095–0,105; 8 – 0,087–0,094; 9 – 0,082–0,086; 10 – 0,077–0,081); в) снижение риска (%) по участкам при увеличении подготовленности территории к освоению: 6 – 3,9–3,7; 7 – 3,6–2,4; 8 – 2,3–1,4; 9 – 1,3–0,9; 10 – 0,8–0,5; г) сравнительная экономическая эффективность (11 – 1,19–1,20; 12 – 1,18–0,19; 13 – 1,17–1,18; 14 – 1,14–1,17; 15 – 1,13–1,14); 16 – трубопроводы (существующие и проектируемые); 17 – железная дорога; 18 – озера и водохранилища.

Расчет интегральных показателей сложности условий освоения x и хозяйственной подготовленности территории y осуществляется по значениям главных компонент для каждого участка, полагая, что каждый участок и его характеристика представимы в системе независимых координат и удовлетворяют соотношениям (4) в допустимых пределах изменения характеристик.

По максимальным и минимальным значениям первой главной компоненты (ГК1) с учетом нормативных показателей и данных статистики вычисляются сроки окупаемости и связанные с ними характеристики. Степень подготовленности территории отвечает за ту часть основных фондов, которую экономит инвестор в процессе освоения месторождения, что естественно отражается на сокращении срока окупаемости, а точнее на существовании первичного уровня освоенности $y_0 \neq 0$. Изменение уровня хозяйственного освоения описывается формулой $y = y_0 + v_y t$, где v_y – местные темпы освоения. Инвариант географической среды рассчитывается по формуле $x_{y=0} = x_0$, где x_0 – начальное (современное) состояния среды. Отсюда текущее состояние среды равно $x = x_0 - y = x_0 - y_0 - v_y t$.

Величина y_0 вычисляется на основе значений ГК1. Считается, что в худших условиях $y_0 = 0$, а в лучших y_0 равно минимальному по региону сроку окупаемости, за который принимается 5 лет. По этим значениям рассчитываются коэффициенты уравнения $y_0 = -0,57z_1 + 2,69$, где z_1 – значение ГК1 по участкам. При определении ожидаемого срока окупаемости принимаем амплитуду допустимых изменений этого показателя в интервале 5–10 лет, откуда $x_0 = 0,57z + 7,31$ (расчет z проводится по взвешенной сумме остальных главных компонент).

Предварительная подготовленность территории, создание местной транспортной инфраструктуры закономерно уменьшают величину риска и возможных издержек, связанных с ним. При этом возрастает эффективность (надежность) освоения новых территорий, снижаются сроки окупаемости инвестиций. При анализе пространственно распределенных рисков на основе вычисленных значений x и y рассчитываются коэффициенты уравнения для меры опасности природно-технической системы по формуле (36).

Фоновая, внесистемная опасность $p_0(t)$ принята на уровне инфляции. Коэффициенты уравнений рассчитаны при значениях $\alpha = -1/12$ (12 лет – средний период амортизации в нефтегазовой отрасли), $\gamma = 0,1475$ – норма ссудного процента; приемлемый риск принят на уровне ставки рефинансирования $\lambda_0 = 0,0825$.

Сложность природных условий определяет время реализации проекта, поскольку чем сложнее первичные условия x_0 , тем выше затраты и длительнее период освоения. Минимальный срок окупаемости средств соответствует наилучшим географическим условиям (минимальное значение взвешенной по собственным значениям суммы ГК кроме ГК1), максимальный – самым сложным условиям (максимальное значение суммы ГК). На основе этих представлений рассчитан ориентировочный срок освоения по участкам недропользования, степень подготовленности, срок окупаемости проектов и др.

Расчетное значение величины первичных рисков хозяйственной деятельности меняется от 0,07 в лучших природных и экономических условиях до 0,12 в худших (рис. 4б). В целом, дифференциация значений рисков в пространстве соответствует карте зонирования территории по группам участков недр различного географического размещения.

Модель позволяет оценить чувствительность итоговых значений риска к изменению исходных показателей хозяйственной подготовленности участков y_0 (рис. 4в). При увеличении этого показателя на 3 года, например, при государственной поддержке, значение риска снижается по всем участкам, однако максимальное снижение соответствует северным, наиболее неблагоприятным по природным и транспортно-географическим показателям территориям.

Оценка сравнительной экономической эффективности основана на анализе величины относительного риска хозяйственной деятельности $r=R/N_0$ по уравнению (5) и связанной с ним мерой надежности $P^*(t, x, y)$ этой деятельности, отражающей коэффициент (вероятность) достижения поставленной цели получения дохода на инвестиции в сложившейся экономико-географической ситуации размещения производств. Величина $P^*(t, x, y)$ не учитывает экономические результаты деятельности в форме дохода и установленных норм амортизации оборудования. Эффективность должна превышать исправленное значение $P^*(t, x, y) = 1$ на величину барьерной ставки, определяющей финансовую отдачу, которую компания ожидает от инвестиций. Она складывается из двух компонент – свободной от риска ставки и страховой премии, компенсирующей риски. Свободная от риска ставка представляет собой минимально приемлемый доход от инвестиций в отсутствие рисков.

Взаимосвязь нормы доходности с риском финансового инструмента продемонстрирована в известной модели оценки долгосрочных активов Г. Марковитца [Markowitz, 1959]. В этой модели ожидаемая норма доходности $D = D_0 + R$ складывается из нормы безрискового дохода D_0 и величины риска $R = \beta \cdot (D_p - D_0)$, где D_p – доходность отраслевого рынка в целом, β – поправочный коэффициент, который измеряет рискованность финансового инструмента. В рамках таких представлений эффективность инвестиций в нашем случае должна вычисляться из соотношения $Ef = P^* \exp[(D + \gamma)t]$, где γ – норма амортизации по нефтегазодобывающей отрасли. Значение $D = 0$ соответствует внутренней норме доходности, при которой чистая текущая стоимость инвестиции примерно равна нулю и $Ef = 1$. Повышение требуемого значения ($D = 0,11$) делает рентабельным на уровне 10 % более 54 % участков недропользования. При $D = 0,15$ этот гарантированный доход достигается для 98 % участков. Рискованность инвестиций с такими показателями изменяется от $\beta = 1$ в лучших условиях до 9,1 в худших. Меньшая эффективность и большая рискованность инвестиций характерна для северных участков области.

Таким образом, модель экономико-географической оценки риска и эффективности позволяет провести анализ риска с учетом природно-экономических условий местоположения участков недропользования. Исследованы разные варианты связи между исходными показателями, по результатам работы построе-

ны графики зависимости показателей (представлены в диссертации), а также карты зонирования, оценки рисков освоения и сравнительной экономической эффективности в разрезе участков недр на углеводородное сырье Иркутской области.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Риск возникает в разного рода деятельности в условиях неопределенности или ненадежности достижения конечного результата, прежде всего, хозяйственной деятельности, связанной с финансовыми, трудовыми и материальными издержками. Проблема экономико-географической оценки риска и иных территориально обусловленных комплексных экономических показателей (цены ресурсов, рента) находится в центре внимания прикладного географического знания. В данном аспекте риск должен рассматриваться как географическое явление, т.е. как результат реализации сложного многофакторного процесса, связанного с географическим положением природно-технических систем.

Решить задачи и достигнуть поставленной цели исследования, довести расчеты до экономико-географической оценки рисков и сравнительной эффективности хозяйственной деятельности по участкам недр на углеводородное сырье в приложении к добывающей отрасли, создать оценочные карты стало возможным благодаря инвентаризации пространственных данных по Иркутской области – территории нового нефтегазового освоения. Применение методов многомерной статистики позволило объективизировать расчет интегральных показателей и провести зонирование территории по экономико-географическим условиям освоения.

Проведенное диссертационное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Географический риск предлагается рассматривать как показатель, влияющий на отклонение результатов хозяйственной деятельности от планируемых вследствие усложнения условий географической среды и удорожания разработки и эксплуатации природных ресурсов, что позволяет создать модели и методы экономико-географической оценки риска.

2. Ведущим фактором формирования территориальной структуры нефтегазодобывающей промышленности Иркутской области является транспортно-географическое положение месторождений углеводородного сырья, что обусловлено высокими транспортными издержками в этой отрасли хозяйства в современных экономических условиях.

3. Используемая в работе модель оценки риска комплексно учитывает географические факторы и условия участков территории освоения и позволяет провести анализ чувствительности величины рисков к изменению экономических и природных факторов. Показано, что наибольшие изменения затрагивают территории со сложными географическими условиями.

4. Риски накапливаются, эффективность производственной деятельности снижается с усложнением природных условий и уменьшением уровня подготовленности районов к освоению. Расчетное значение величины первичных

рисков хозяйственной деятельности меняется от 0,07 в лучших природных и экономических условиях до 0,12 в худших.

5. На основе проведенной оценки географического риска рассчитывается сравнительная экономическая эффективность работ по различным участкам недр на углеводородное сырьё. Полученные результаты могут быть использованы при разработке программы и планов развития нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах:

1. **Красноштанова, Н.Е.** Количественный анализ административно-территориальной организации Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // География и природные ресурсы. – 2012. – №3. – С. 147 – 152.

2. Черкашин, А.К. Теоретическая картография и теория создания оценочных карт природных рисков [Текст] / А.К. Черкашин, Н.Е. Красноштанова // Геодезия и картография. – 2011. – №3. – С. 18 – 23.

Статьи в журналах, сборниках научных трудов и конференций:

1. **Красноштанова, Н.Е.** Оценка пожарной опасности в лесах с учетом антропогенного фактора и природных условий [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Ресурсы Байкальского региона: освоение, состояние, экологические проблемы. Материалы студенческой научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – С. 95 – 96.

2. Черкашин, А.К. Сравнительно-географический анализ при оценке природных и экологических рисков, обусловленных геоморфологическими факторами [Текст] / А.К. Черкашин, Н.Е. Красноштанова // Теория геоморфологии и ее приложение в региональных и глобальных исследованиях. Материалы Иркутского геоморфологического семинара, чтений памяти Н.А. Флоренсова. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2010 – С. 64 – 66.

3. **Красноштанова, Н.Е.** Оценка риска возникновения лесных пожаров с использованием методов сравнительно-географического анализа [Текст] / Н.Е. Красноштанова, А.К. Черкашин // Вопросы экологической безопасности и охраны окружающей среды. Материалы 3-ей межрегиональной научно-практической конференции. – Иркутск: Мин-во природн. ресурсов, 2010. – С. 56 – 57.

4. Черкашин, А.К. Оценка природных рисков нефтегазового освоения северных районов Иркутской области с использованием ГИС-технологий [Текст] / А.К. Черкашин, Н.Е. Красноштанова // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов. Доклады IV Международной научно-практической конференции. – Нижневартовск, 2010. – С. 48 – 51.

5. **Красноштанова, Н.Е.** Оценка природных рисков с использованием ГИС-технологий (на примере лесных пожаров в Катангском районе Иркутской области) [Текст] / Н.Е. Красноштанова, А.К. Черкашин // Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления

экологическими и социально-экономическими системами. – Барнаул: Пять плюс, 2011. – С. 182 – 193.

6. **Красноштанова, Н.Е.** Факторы рисков, влияющих на развитие нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Природа и общество: взгляд из прошлого в будущее. Материалы XVII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2011. – С. 83 – 85.

7. **Красноштанова, Н.Е.** Зависимость экономико-географических характеристик районов от их положения в координатах пространственной организации [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Природа и общество: взгляд из прошлого в будущее. Материалы XVII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2011. – С. 82 – 83.

8. **Красноштанова, Н.Е.** Комплексные показатели территориальной организации общества (на примере Иркутской области) [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика. Сборник научных статей. – Смоленск: Универсум, 2011. – С. 355 – 360.

9. **Красноштанова, Н.Е.** Риски при развитии нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Современные проблемы географии и пути их решения. Материалы Международной научно-практической конференции с элементами школы-семинара для студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Томский государственный университет, 2012. – С. 214 – 215.

10. **Красноштанова, Н.Е.** Территориальная структура нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области и особенности ее формирования [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Проблемы территориальной организации природы и общества. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения д.г.н. профессора Ю.П. Михайлова. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2012. – С. 282 – 284.

11. **Красноштанова, Н.Е.** Социально-экономические проблемы промышленного освоения нефтегазоносных территорий Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Современные проблемы регионального развития. Материалы IV международной научной конференции. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН - ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2012. – С. 246 – 247.

12. **Красноштанова, Н.Е.** Традиционное природопользование в условиях промышленного освоения северных территорий Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Географические исследования экономических районов ресурсно-периферийного типа. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чита: ИПРЭК СО РАН, 2012. – С. 120 – 122.

13. **Красноштанова, Н.Е.** Анализ сценариев изменения многолетнемерзлых пород и их учет при развитии нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии. Материалы Международной научной конференции. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2012. – С. 191 – 192.

14. Черкашин, А.К. Моделирование влияния географических факторов и условий на размещение объектов нефтегазодобывающей промышленности / А.К. Черкашин, Н.Е. Красноштанова // Экологический риск и экологическая безопасность. Материалы 3-ей Всероссийской конференции с международным участием. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2012. – С. 132 –134.

15. Красноштанова, Н.Е. Картографирование пожароопасности в лесах Южного Прибайкалья [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Экологический риск и экологическая безопасность. Материалы 3-ей Всероссийской конференции с международным участием – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2012. – С. 200 – 201.

16. Красноштанова, Н.Е. Природно-климатические условия освоения северных территорий Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Эколого-географические проблемы регионов России. Материалы III всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию кафедры географии ПГСГА. – Самара: ПГСГА, 2012. – С.52 – 55.

17. Красноштанова, Н.Е. Учет географических условий при развитии нефтегазодобывающей промышленности в Иркутской области [Текст] / Н.Е. Красноштанова, А.К. Черкашин // Управление эколого-экономическими системами: взаимодействие власти, бизнеса, науки и общества. Материалы 12-ой Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2013. – С.358 – 361.

18. Красноштанова, Н.Е. Нефтегазодобывающая промышленность на территориях проживания коренных малочисленных народов Севера [Текст] / Н.Е. Красноштанова // Пространство, культура, социум в эпоху постсоветских трансформаций. Материалы 3-ей Всероссийской научной конференции по социальной географии. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2013. – С.123 – 126.