

Ходжаева Гюльназ Казым кызы

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ  
СИТУАЦИЙ НЕФТЕПРОВОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ  
СРЕДУ  
(на примере Нижневартовского района)**

Специальность 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Томск 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Нижевартовский государственный университет» (г. Нижневартовск), на кафедре географии

**Научный руководитель:** доктор географических наук, профессор,  
**Гребенюк Галина Никитична**

**Научный консультант:** доктор физико-математических наук, профессор,  
**Азизов Хубали Фатали оглы**

**Официальные оппоненты:**

**Луговской Александр Михайлович**, доктор географических наук, профессор, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский городской педагогический университет», кафедра физической географии и геоэкологии, профессор

**Хромых Валерий Спиридонович**, кандидат географических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра географии, доцент

**Ведущая организация:** Учреждение Российской академии наук Институт проблем освоения Севера Сибирского отделения Российской академии наук, г. Тюмень

Защита состоится «18» декабря 2013 г. в 14.30 на заседании диссертационного совета Д 212.267.19, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (Главный корпус, ауд. 119).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан «15» ноября 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Савина Наталья Ивановна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Геоэкологический анализ – эффективный метод оценки экологического состояния территорий различного иерархического уровня, который показывает степень благоприятности экологического состояния геосистем региона для проживания населения, осуществления разных видов деятельности и взаимодействия природы и человека. При этом изучаются комплексные проблемы, закономерности антропогенного изменения, разнообразные прямые и обратные взаимосвязи между ними.

Нефтегазовый комплекс является наиболее экологически опасной отраслью народного хозяйства, отличается большой землеемкостью, сильной загрязняющей способностью, высокой пожаро- и взрывоопасностью промышленных объектов и оказывает негативное воздействие на все элементы геосистем.

На территории Нижневартовского района ХМАО – Югры освоение нефтегазовых месторождений происходило на совершенно необжитых территориях, в сложных геолого-промысловых, природных и климатических условиях. Параллельно с добычей нефти ускоренными темпами развивалась транспортная инфраструктура. Строительство трубопроводов до сих пор оказывает полную или частичную нагрузку на окружающую природную среду, является основой формирования механического воздействия на нее, приводит к загрязнению и обострению экологической ситуации. В результате критического физического износа и морального старения оборудования, а также отставания сроков с момента капитального строительства и ремонта эксплуатационных сооружений на промысловых объектах месторождений Нижневартовского района усиливается воздействие факторов неопределенности и риска, что приводит к низкой эксплуатационной надежности трубопроводной транспортировки нефти. Реальная опасность от аварийных ситуаций на нефтепроводах состоит не столько в самом загрязнении, сколько в игнорировании проблемы как таковой, поскольку это ведет к снижению жизнеобеспечивающей функции и самоочищения окружающей среды, ухудшению климатических и биологических ресурсов и, как следствие, к ухудшению здоровья людей. В связи с этим **актуальность** оценки воздействия нефтепроводов на окружающую среду Нижневартовского района очевидна.

**Целью исследования** является количественная и качественная оценка степени влияния нефтяных загрязнений от аварий нефтепроводов Нижневартовского района на окружающую природную среду.

Исходя из поставленной цели, определены следующие **задачи**.

1. Проанализировать теоретические основы проблемы воздействия нефтепроводов на окружающую природную среду Нижневартовского района.
2. Определить взаимосвязь между влиянием климатических факторов и возникновением аварий на нефтепроводах.
3. Выявить эффективные направления повышения экологической безопасности существующих и проектируемых нефтепроводных систем и составить карты-схемы зонирования изучаемой территории по степени нефтезагрязненности.

4. Разработать практические рекомендации по оценке геоэкологических рисков возникновения аварийных ситуаций на нефтепроводах, учитывая природные и климатические условия исследуемого района.

**Объектом исследования** в данной работе является территория Нижневартовского района.

**Предметом исследования** является воздействие аварий нефтепроводов на окружающую природную среду.

**Научная новизна:**

1. Впервые дана количественная оценка степени влияния нефтяных загрязнений от аварий на месторождениях Нижневартовского района на окружающую природную среду и выявлен факт «сезонности» аварий на нефтепроводах на основе анализа природных и климатических условий Нижневартовского района.

2. Разработана и апробирована методика прогноза количества аварий для конкретного месяца и квартала года.

3. Впервые проведено зонирование территории Нижневартовского района по площади и объему нефтяного загрязнения на месторождениях, составлены карты-схемы расположения внутрипромысловых нефтепроводов, разливов нефти после аварий на некоторых лицензионных участках с помощью ГИС-картографирования.

4. Впервые рассчитана временная вероятность количества рисков и отказов в зависимости от длины трубопровода в системе внутрипромысловых нефтепроводов Нижневартовского района.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Диагностика технического состояния трубопроводных систем с определением рисков формирует основу предупреждения аварийных ситуаций на нефтепроводах и позволяет осуществлять оперативное управление экологической безопасностью нефтегазопромыслового региона в целом.

2. Зонирование территории по нефтяному загрязнению является основой перспективного управления рекультивационными работами.

3. Геоэкологическая оценка как результат мониторинга природных факторов возникновения аварий и картографическая инвентаризация нефтезагрязненных участков – эффективные направления повышения экологической безопасности существующих и проектируемых нефтепроводных систем.

**Научная и практическая значимость.** Проведенное диссертационное исследование позволяет оценить современную геоэкологическую ситуацию на месторождениях и в нефтепроводной системе Нижневартовского района.

Результаты расчетов создали научную основу для прогнозирования аварийности, рисков и отказов на нефтепроводах, оценки воздействия нефтегазовых выбросов от аварий на окружающую природную среду.

Основные научные результаты задействованы при выполнении НИР по проектам, в которых автор участвовал как исполнитель: тема № 530 – «О присуждении грантов Губернатора автономного округа на выполнение научных и научно-технических работ в 2006 году»; «Научно-педагогическая школа отделения экологии и географии факультета естественных и точных наук НГГУ

как базовый центр естественнонаучного образования Нижневартовского региона» (2006 г.); в рамках реализации закона ХМАО – Югры от 31 октября 2007 г. № 159 – О программе ХМАО – Югры «Реализация приоритетного национального проекта – Образование в ХМАО – Югре на 2008–2010 гг.». по теме: «Научно-педагогическая школа экологической и промышленной безопасности как региональный центр на территории ХМАО – Югры» (грант губернатора ХМАО – Югры, 2008 г.); по теме 08/20, № 11/09. 10.10.2009. «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рр. Оби и Иртыша (на примере бассейна р. Вах)» (по госконтракту с Нижнеобским бассейновым водным управлением, совместно с ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, 2009-2010 гг.), в 2012 г. по теме: «Стратегия развития природных экосистем Среднего Приобья» (грант SALYM PETROLEUM на научно-исследовательскую работу).

Диссертационный материал может быть использован муниципальными службами, природоохранными организациями и органами управления производством в ходе проведения мероприятий по восстановлению территорий, мониторинга и прогнозирования, а также при принятии решений по обеспечению экологической и промышленной безопасности функционирования рассматриваемой системы трубопроводов. Результаты исследования с разработанными практическими рекомендациями по оценке геоэкологических рисков возникновения аварийных ситуаций на нефтепроводах Нижневартовского района могут использоваться для оценки состояния транспортировки нефтепродуктов, как с практической, так и с научной целью.

**Личный вклад автора.** Автором определены цели и задачи, подготовлена программа исследований, выполнена работа по планированию, выбору и обоснованию методов. Сбор материала и анализ их результатов, математическая обработка и обобщение полученных данных выполнены лично автором или при его непосредственном участии. Составлены карты-схемы нефтезагрязненных участков Нижневартовского района, что подтверждается полученным автором данной работы Свидетельством о государственной регистрации базы данных № 2013620571 от 25 апреля 2013 г. по теме: «Карты-схемы нефтезагрязненных участков на месторождениях Нижневартовского района». Кроме того, результаты диссертационного исследования использовались при подготовке монографии (в соавторстве) «Практические рекомендации по оценке геоэкологических рисков возникновения аварийных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов», Нижневартовск, 2012.

**Публикации и апробация работы.** Основное содержание диссертационных исследований изложено в 49 публикациях, из них 9 статей в журналах, входящих в перечень ВАК российских рецензируемых научных журналов и изданий, 3 монографии (в соавторстве), 15 публикаций в материалах международных и всероссийских конференций, 7 работ в электронных научных журналах. Результаты исследований обсуждались на III, IV Международных научно-практических конференциях «Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика», Нижневартовск, 2006 и 2010 годы; на VII Международной научно-

практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности», Пенза, 2007; на V, VI Международных научно-практических конференциях «Перспективные научные исследования», София, 2010; на Международной научно-практической интернет-конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2010, 2012», Одесса, 2010, 2012; на Международной научной конференции «Экологический мониторинг», Турция, г. Анталия, 2012; на Международной конференции «Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов», Тюмень, 2012; на Международной конференции «VII Жандаевские чтения: Геоэкологические и геоинформационные аспекты в исследовании природных условий и ресурсов науками о Земле», Казахстан, г. Алматы, 2013.

Достоверность результатов подтверждается значительным объемом изученного фактического материала с использованием современных научно апробированных методов и компьютерных программ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 194 наименований, общим объемом 158 страниц, содержит 19 таблиц, 19 рисунков и 9 приложений.

*Автор выражает глубокую признательность и благодарность д-ру геогр. наук, профессору Г.Н. Гребенюк за научное руководство диссертационным исследованием. Автор благодарит за консультации и поддержку д-ра физ.-матем. наук, профессора Х.Ф. Азизова, д-ра геогр. наук, профессора В.В. Козина, д-ра геогр. наук, профессора В.А. Земцова; за постоянное внимание к данной работе, а также за полезные советы – д-ра физ.-матем. наук, профессора В.А. Дубко, д-ра геогр. наук, профессора Б.А. Красноярову, д-ра геогр. наук, доцента О.В. Мезенцеву, д-ра геогр. наук, доцента А.Г. Кошим, д-ра техн. наук, доцента А.В. Нехорошеву, канд. филос. наук, доцента О.Ю. Вавер, канд. геогр. наук, доцента Д.В. Лопатина, канд. техн. наук В.В. Завьялова.*

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проблемы, сформулированы цель и основные задачи исследования, его научная новизна и практическая значимость.

### **Глава 1 Современное состояние проблемы транспортировки углеводородного сырья**

В главе проанализированы публикации по нефтяному загрязнению после аварий на нефтепроводах и раскрыты теоретические основы изучаемой проблемы, обосновывающие проблему транспортировки углеводородного сырья трубопроводным транспортом.

При работе нефтепровода в обычном режиме воздействие на окружающую среду минимально (Завьялов, 2005, и др.). Основное негативное воздействие нефтепроводной системы на окружающую среду происходит при авариях: выбрасываются под давлением опасные химические и пожаро- и взрывоопасные вещества, что приводит к возникновению чрезвычайной техногенной ситуации – загрязнению воздуха, вод, почвы, повреждению или гибели представителей растительного и животного мира, людей в месте нанесения вреда и его проявления.

Анализируя теоретические основы проблемы изучения транспортировки углеводородного сырья по нефтепроводам, можно сделать вывод, что для нефтяной промышленности необходимо дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры с разветвленной сетью трубопроводов для перекачки нефти и нефтепродуктов, при этом негативно не влияющей на экологическое состояние окружающей природной среды.

## **Глава 2 Методология комплексных исследований воздействия аварий нефтепроводов на окружающую природную среду**

Исследования выполнены в рамках существующего плана научно-исследовательских работ научной лаборатории геоэкологических исследований Нижневартовского государственного университета. В основу работы положены результаты многолетних изучений обобщенных данных аварий и разливов нефти на магистральных нефтепроводах и на месторождениях, их качественного и количественного влияния на окружающую природную среду Нижневартовского района.

Теоретическую и методологическую основу исследования составляют научные разработки видных ученых в области геоэкологии и природопользования по изучению воздействия нефтегазовой отрасли и трубопроводных систем на окружающую среду: С.В. Васильева (1988, 1996), В.Б. Галеева (1986), С.М. Говорушко (2002), А.Г. Гумерова (1998), Л.С. Каплана (2005), У.С. Карабалина (2008), Г.С. Кесельмана (1981), А.М. Козлитина (2001, 2002, 2009), А.Г. Коржубаева (2007), Б.И. Кочурова (1992, 1996, 1999, 2003), И.И. Мазура (1990, 1993), Л.Г. Телегина (1988), А.С. Шумайлова (1992) и др.

Необходимо также отметить региональные научно-прикладные исследования авторов: Х.Ф. Азизова, С.В. Васильева, Г.Н. Гребенюк, В.В. Завьялова, В.В. Козина, Н.Я. Крупинина, К.И. Лопатина, Ф.Н. Рянского, А.В. Филипенко и др., посвященные анализу и оценке воздействия нефтегазового комплекса на экологическую обстановку в Нижневартовском районе ХМАО – Югры.

Для определения степени нарушения природных компонентов ландшафта и установления антропогенных воздействий на ландшафт были использованы методики Б.И. Кочурова (1992, 1996, 1999).

При обработке и создании графических и картографических материалов использовался инструментарий ГИС-пакета MapInfo v8.5, ArcGIS 9.3, программа растровой графики Adobe Photoshop v8.0 CS.

В данной работе с помощью ГИС-картографирования проведено зонирование территории Нижневартовского района по площади и объему нефтяного загрязнения на месторождениях, составлены картосхемы расположения внутрипромысловых нефтепроводов, разливов нефти после аварий на некоторых лицензионных участках.

Для обработки статистического материала применялись методы математической и аналитической статистики, теории вероятностей, с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel», «Statistical».

Трендовые исследования проводились в рамках единой генеральной совокупности (т.е. всего множества числа аварий по Нижневартовскому

району) и имели своей целью анализ изменений, происходящих в изучаемой совокупности.

С целью прогноза количества аварий для заданного месяца или квартала в конкретном году были подсчитаны индексы сезонности и составлена сезонная компонента, характеризующая изменения, регулярно повторяющиеся в течение года. При определении индексов сезонности использовалась методика расчета анализа временного ряда (Дж. Клейн, 1978, Сулицкий, 2002).

Прогнозирование аварийных ситуаций возможно на основе элементарной статистики и дискретного распределения Пуассона, часто применяемого к редким событиям и природным явлениям. Эти события образуют последовательность, называемую *поток событий*. Такого рода данные представляют интерес при принятии решений о мерах по снижению степени риска аварий на объектах. Аварийный отказ требует ремонта или замены трубы. Риск – это вероятность наступления нежелательного явления. Необходимо своевременно оценивать риск потенциально наиболее опасных повреждений и возможность дальнейшей эксплуатации этого участка трубопровода.

Вероятность риска аварийности и числа отказов вычислялась с использованием метода распределения Пуассона (Азизов, 2000, Пугачев, 1979, Тихомиров, 2003) по формуле:

$$Q(N, \lambda\tau) = \frac{(\lambda\tau)^N}{N!} \exp(-\lambda\tau) \quad N = 0, 1, 2, \dots \quad \lambda\tau > 0.$$

Вероятность  $\bar{Q}$  возникновения хотя бы одной аварии представляет оценку риска аварий на объекте в период  $\tau$  и рассчитана по формуле:

$$\bar{Q} = 1 - Q(0, \lambda\tau) = 1 - \exp(-\lambda\tau).$$

Рассматривалась динамика отказов во времени в системе внутрипромысловых трубопроводов Нижневартовского района общей протяженностью 21 тыс. км, анализировался поток аварий, поступающих в эту систему за определенный период времени (за сутки, от 1 до 6 месяцев и от 1 до 10 лет) и некоторые их причины.

Проведенный нами комплекс теоретических и статистических исследований состояния системы промысловых трубопроводов Нижневартовского района показал, что:

1) необходимо учитывать природно-климатические условия территорий при создании высоконадежных технологий и технических средств для диагностики, локализации и ликвидации аварий на нефтепроводах; планомерно и своевременно производить замену изношенных участков трубопроводов; а также следует расширять и поощрять научно-прикладные исследования надежности и долговечности подобных систем;

2) с помощью ГИС-картографирования можно провести зонирование и выделить наиболее нефтезагрязненные территории на месторождениях лицензированных участков. Построенный картографический материал является основанием для проведения проектно-планировочных, эксплуатационных и природоохранных работ;



3) для понижения риска аварийности и минимизации ущерба от аварийных разливов нефти необходимо в первую очередь повышать надежность трубопроводной системы. Полученный прогноз возможных отказов в указанной системе может быть использован при принятии решений по обеспечению геоэкологической безопасности функционирования рассматриваемой системы трубопроводов.

### **Глава 3 Физико-географическая характеристика территории Нижневартовского района**

Нижневартовский район расположен в центральной части Среднего Приобья. Это освоенный и все еще перспективный нефтегазовый район с цепочкой городов и поселков. Здесь расположены наиболее крупные города – Нижневартовск, Мегион, Лангепас, пос. Высокий (Природа, человек, экология..., 2007).

В геологическом отношении исследуемая территория расположена в пределах молодой эпипалеозойской Западно-Сибирской плиты. В разрезе плиты выделяются три структурных этажа: складчатого фундамента, промежуточного и осадочного чехлов (Козин, 2000). Венцом осадочного чехла на территории правобережья Средней Оби являются четвертичные отложения.

Территория изучаемого района во всех геоморфологических уровнях покрыта болотным геолого-генетическим комплексом голоценового возраста (Коркин, 2008).

Изменчивый климат северных районов является основным фактором, определяющим не только условия проживания населения, но и особенности освоения природных ресурсов на данной территории. Незначительные изменения некоторых метеопоказателей приводят к изменению и перестройке структуры проявления природных процессов. По классификации климатов А.А. Григорьева и М.И. Будыко Нижневартовский район относится к влажному климату с умеренно теплым и коротким летом и умеренно суровой зимой с сильными ветрами, метелями, устойчивым снежным покровом (Природа, человек, экология..., 2007). Переходные сезоны короткие, с резкими колебаниями температуры.

По территории Нижневартовского района протекает более 2000 рек и ручьев, общая протяженность водотока составляет около 40 тыс. км.

Для территории характерны следующие почвообразовательные процессы: альфегумусовый, элювиально-глеевый, подзолообразование, светлообразование, гумусово-иллювиальный, торфообразование, торфонакопление. В южной части Нижневартовского района доминирующим процессом формирования почв является дерново-образовательный. (Исследование современного состояния..., 2011; Природа, человек, экология..., 2007).

Обобщенные сведения о растительности Сибири, и в том числе о Нижневартовском районе, содержатся в трудах Г.В. Крылова «Леса Западной Сибири» и Л.В. Шумиловой «Ботаническая география Сибири», В.Н. Седых

«Аэрокосмический мониторинг лесного покрова», Г.Н. Гребенюк «Мониторинг состояния лесных геосистем таежной зоны Западной Сибири» и др.

Видовое разнообразие и численность животного мира за время освоения недр не только Нижневартовского района, но и Западной Сибири в целом, существенно сократились. По данным ВНИИОЗ им. Б. Житкова (г. Киров), до начала освоения Самотлорского месторождения на его территории обитало более 10 видов охотничье-промысловых животных (млекопитающие), 83 вида птиц и до 10 видов рыб (Солодовников, 2009). В настоящее время угодья на месторождении утратили охотничье-промысловую функцию. Из охотничье-промысловых животных встречаются не более 2-3 видов, в природно-антропогенных типах местности встречается 31 вид птиц, а на сильно нарушенных участках – только 4. За это же время промышленный лов рыбы прекратился полностью.

#### **Глава 4 Геоэкологическая оценка воздействия аварий нефтепроводов на окружающую природную среду Нижневартовского района**

В этой главе представлен геоэкологический анализ и определена степень влияния нефтегазовых выбросов от нефтепроводного транспорта на окружающую природную среду Нижневартовского района.

Загрязнение окружающей среды нефтью и продуктами ее переработки – одна из сложных и многоплановых проблем. Ни один загрязнитель, как бы опасен он ни был, не может сравниться с нефтью по широте распространения, количеству источников загрязнения, величине единовременных нагрузок на все компоненты природной среды во время аварий на скважинах и нефтепроводах (Пиковский, 1993).

Основными изменяющимися компонентами природы при воздействии трубопроводного транспорта на окружающую среду Нижневартовского района являются водные, почвенные объекты, растительный и животный мир.

Нами были исследованы и проанализированы пробы почв, взятые с 13 кустовых площадок для определения содержания нефтепродуктов до и после рекультивации земель месторождений предприятия ЗАО «Варта-Грин» и ОАО «Самотлорнефтегаз» летом и осенью за период с 2003 по 2010 годы. Исследованиями установлено, что основной причиной порывов является внутренняя коррозия нефтепроводных труб. Ландшафт разливов нефти представлен болотами, покрытыми растительностью. Проникновение нефтепродуктов в почву составляло от 5 см до 35 см, в зависимости от местности разливов нефти, рельефа и состава почв.

Нами выявлено, что в районах двух кустовых площадок после рекультивации процентное содержание нефтепродуктов в пробе превышало норму (8% для органных почв). На остальных кустовых площадках процентное содержание нефтепродуктов в пробах после рекультивации было в пределах нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Среднее содержание нефтепродуктов до и после рекультивации земель на территориях месторождений ЗАО «Варта-Грин» и ОАО «Самотлорнефтегаз» (сост. автором)

Наименование предприятия, № района куста	Результаты исследования до рекультивации земель		Результаты исследования после рекультивации земель	
	нефтепродукты (мг/кг)	процентное содержание нефтепродуктов (%)	нефтепродукты (мг/кг)	процентное содержание нефтепродуктов (%)
ЗАО «Варта-Грин 1	459630,0	46,0	21522,1	<b>21,5</b>
ЗАО «Варта-Грин 2(1)	540911,0	54,1	9233,4	0,92
ЗАО «Варта-Грин 2(2)	453777,0	45,4	127312,05	<b>12,7</b>
ЗАО «Варта-Грин 3	424133,0	42,4	9909,9	1,0
ЗАО «Варта-Грин 4	410351,0	41,0	8959,6	0,90
ЗАО «Варта-Грин 5(1)	401911,0	40,2	9377,1	0,94
ЗАО «Варта-Грин 5(2)	410351,0	41,0	8151,6	0,82
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-1(1)	404090,0	40,4	10518,1	1,1
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-1(2)	318643,0	31,9	-	-
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-3(1)	183143,0	18,3	8938,7	0,89
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-3(2)	223256,0	22,3	6210,3	0,62
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-6(1)	550347,0	55,0	7354,3	0,73
ОАО «Самотлорнефтегаз» НП-6(2)	408449,7	40,8	7354,3	0,73

Для определения экологически опасных участков по Нижневартовскому району в ходе исследования были проанализированы результаты аварий и разливов нефти за 2003–2010 годы, проведено зонирование территорий основных предприятий нефтяных компаний (Гребенюк и др., 2010, 2011; Ходжаева, 2011, 2012).

Полученные результаты исследований по авариям и разливам нефти на трубопроводном транспорте месторождений Нижневартовского района позволили выделить следующие зоны (рис. 1):

1) слабо загрязненные участки: с объемом разлитой нефти до 20 т и с площадью до 20 000 м<sup>2</sup> – Ватинский, Аганский, Мегионский, Ермаковский, Хохряковский, Пермьяковский, Бахилловский;

2) средне загрязненные участки: с объемом разлитой нефти от 20 до 40 т и с площадью от 20 000 до 240 000 м<sup>2</sup> – Советский, Стрежевской и Варьеганский, Вахский, Тюменский, Северо-Варьеганский и Нижневартовский;

3) сильно загрязненные участки: с объемом разлитой нефти от 40 т и более, с площадью 240 000 м<sup>2</sup> и более – Самотлорский.

Основой зонирования явились усредненные количественные данные, т.е. показатели загрязненных площадей и объема разлитой нефти на месторождениях Нижневартовского района за 2003–2010 годы.

Основными причинами высокого количества аварий на трубопроводах, эксплуатируемых на территории района, являются: эксплуатация оборудования,

включая трубопроводы, сверх нормативного срока; недостаточное вложение нефтяными компаниями средств, направляемых на реконструкцию и капитальный ремонт трубопроводов, а также прогрессирующее старение действующих сетей, свойства нефтепродукта, давление в трубопроводе и т.д. Значительное влияние на состояние трубопроводов Нижневартовского района оказывают природно-климатические факторы. Изменение температуры воздуха вызывает изменение температуры грунта, в котором уложен нефтепровод. При замерзании и оттаивании грунтов эти изменения могут привести к разрушению нефтепровода.

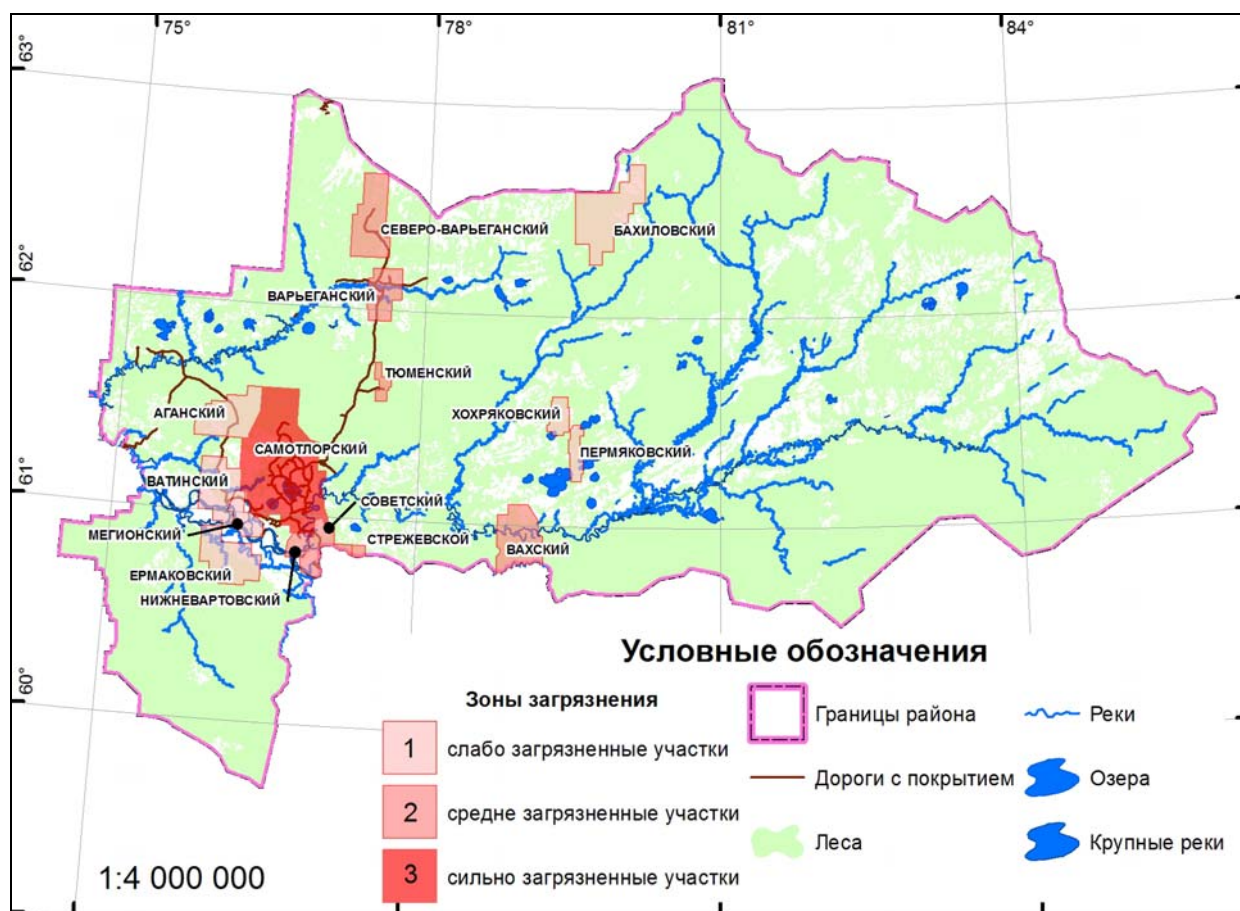


Рисунок 1 – Схематическая карта зоны загрязненных лицензионных участков на месторождениях Нижневартовского района (сост. автором)

Анализ зависимости возникновения аварий на нефтепроводах от среднегодовой и среднемесячной температуры воздуха позволил установить, что в холодные годы и при переходах среднемесячных температур весной и осенью количество аварий возрастает, а в теплые периоды число аварий на нефтепроводах уменьшается. В ходе исследования было установлено, что изменение температурного режима почвы вызывает изменение масштабов и действия нефтяного загрязнения. Минимальные температуры почвы, так же как и воздуха, оказывают влияние на увеличение количества аварий на нефтепроводах. Больше количество аварийных ситуаций в 2003–2010 годы наблюдалось, когда минимальные температуры на поверхности почвы опускались до минус 47-54 °С (соответственно, 2006 г. и 2009 г.) (рис. 2).

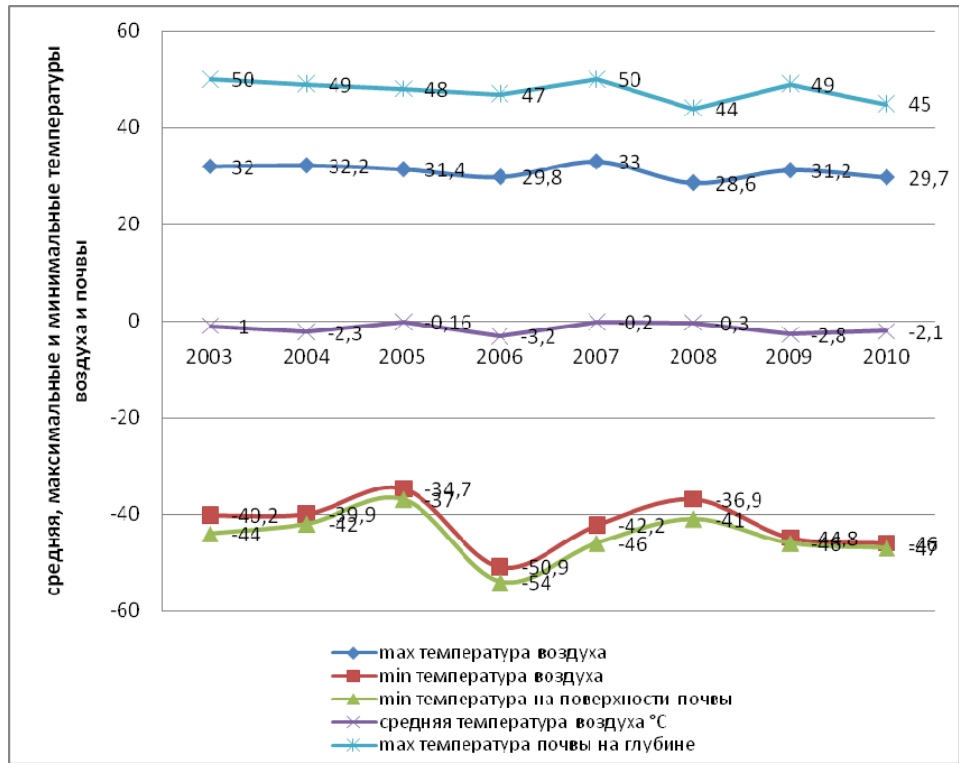


Рисунок 2 – Зависимость аварий на нефтепроводах от температуры воздуха и почвы за 2003–2010 гг. (сост. автором по данным «Авиационного метеорологического центра» (АМЦ) г. Нижневартовска)

В ходе проведенных исследований установлено, что самым холодным месяцем был январь 2006 года – 34,9°С. За период с 2003 по 2010 годы среднемесячная температура января составляла –20,8°С. Самый теплый месяц в году – июль, среднемесячная температура которого составляет +17,9°С (рис. 3).

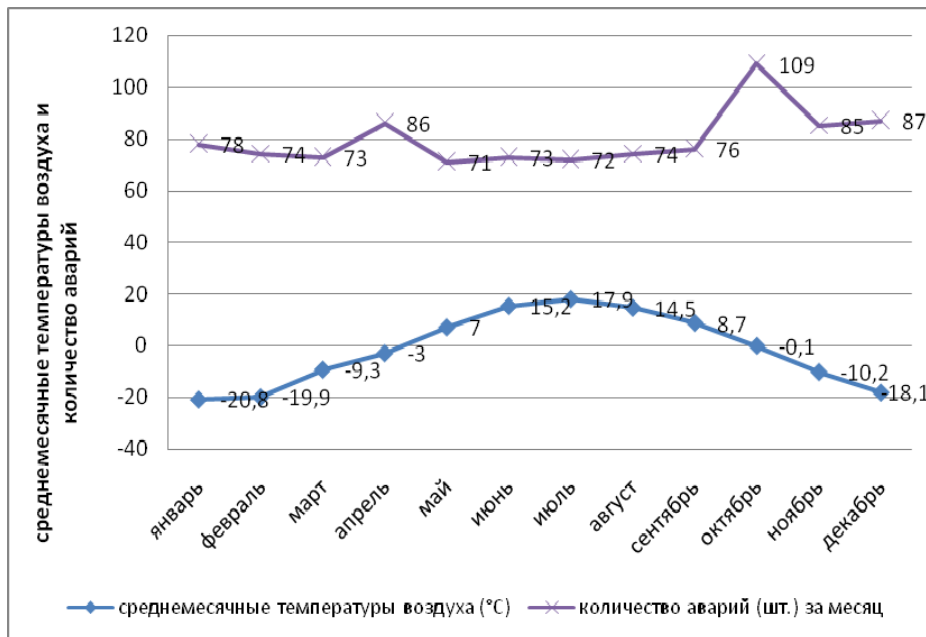


Рисунок 3 – Изменение количества аварий на нефтепроводах и среднемесячные температуры воздуха за 2003–2010 гг. (сост. автором по данным «Авиационного метеорологического центра» (АМЦ) г. Нижневартовска)

Как видно из рисунка 3, при переходах среднесуточных температур через + 5°C, 0°C осенью и весной количество аварий увеличивается. Например, в октябре наблюдается переход среднесуточных температур воздуха через + 5°C, 0°C, среднемесячная температура воздуха составляет – 0,1°C, среднее количество аварий за этот период – 109.

Рассчитанные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между авариями на нефтепроводах и климатическими характеристиками показывают тесноту корреляционной связи. Например, между количеством аварий на нефтепроводах и среднегодовой температурой воздуха существует высокая обратная линейная корреляционная связь,  $r = - 0,78$ . Между количеством аварий на нефтепроводах и среднегодовыми минимальными температурами воздуха, среднегодовыми минимальными температурами на поверхности почвы есть заметная корреляционная связь,  $r = - 0,63-0,56$ . Умеренная обратная прямолинейная корреляционная связь отмечена между авариями на нефтепроводах и среднегодовой относительной влажностью воздуха,  $r = - 0,46$ . Между остальными факторами климатических условий и количеством аварий на нефтепроводах установлены слабые взаимосвязи.

Изучение климатических ресурсов необходимо для эффективного использования благоприятных факторов климата и преодоления их негативного влияния на состояние трубопроводного транспорта.

Таким образом, анализ климатических условий Нижневартовского района позволил выявить факт «сезонности» аварий при транспортировке углеводородного сырья.

Сезонная компонента характеризует изменения, которые регулярно повторяются и завершаются в пределах года. Компонента измеряется в виде индекса сезонности (Сулицкий, 2002), определяемого как процентное отношение уровней динамического ряда к среднему уровню.

На основании имеющихся данных об авариях на нефтепроводах Нижневартовского района за 2003–2010 годы определены индексы сезонности (табл. 2) и составлен график сезонных изменений временного ряда.

Таблица 2 – Индексы сезонности аварий на нефтепроводах Нижневартовского района (сост. автором)

Месяцы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Средний индекс сезонности, %	0,97	0,83	0,96	1,15	0,87	0,89	0,87	0,61	0,97	1,46	1,18	1,13

Анализ сезонных изменений количества аварий на нефтепромыслах района за 2003–2010 годы показал, что аварии на нефтепромыслах происходят в основном в весенние и осенние сезоны года. В это время аварийность выше средней от 15 (апрель) до 46% (октябрь). На некоторых нефтепромыслах пик аварийности наблюдается и в зимний период, а спад приходится на летний сезон года и составляет 60-90%, т.е. на 10-40 % ниже годового (Ходжаева, 2006).

Аналогичные заключения будут верны и для квартальной сезонности, когда временной ряд содержит квартальные данные.

Зная индексы сезонности и учитывая другие факторы, можно спрогнозировать количество аварий для заданного месяца или квартала в конкретном году и предпринять необходимые меры для их предотвращения или для снижения аварийности на трубопроводах.

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что трубы, особенно магистральные, должны обладать повышенной износостойкостью и коррозионной устойчивостью в различных природно-климатических условиях.

Проблемы загрязнения земель нефтью в результате аварий на нефтепроводах в Нижневартовском районе по-прежнему остаются актуальными и требуют комплексного подхода в их решении. Таким образом, зонирование территории исследования подтвердило тот факт, что негативное влияние трубопроводного транспорта на окружающую природную среду достаточно велико и многообразно.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что аварийные ситуации зависят не только от отдельных характеристик погоды или климатических условий, они взаимосвязаны комплексно.

*В этой же главе* рассматриваются вопросы устойчивости нефтегазопромысловых систем с учетом фактора риска для окружающей среды. Приводится вероятностно-статистический анализ аварийности трубопроводных систем Нижневартовского района с расчетами риска аварийности для различных временных интервалов эксплуатации.

Нами рассматривалась динамика отказов во времени в системе внутрипромысловых трубопроводов Нижневартовского района общей протяженностью 21 тыс. км и анализировался поток аварий, поступающих в эту систему за определенный период времени (за сутки, от 1 до 6 месяцев и от 1 до 10 лет) (Азизов и др., 2008, 2009, 2012).

Параметр потока отказов  $\lambda$  для данной системы равен  $\approx 6 \cdot 10^{-2}$  1/км·год. По расчетам, удельная частота безотказной эксплуатации нефтепроводов всех типов в течение десяти лет меняется от 0,995 случая на 1 км в год до 0,549 случая на км в год. В среднем она была равна 0,87 случая на 1 км в год. Значение функции риска за 10 лет составляет 0,451 (Азизов, Ходжаева, 2009).

Установлено, что к увеличению времени ликвидации аварии и, соответственно, потерь нефти часто приводят большой диаметр и протяженность нефтепроводов, проложенных в труднодоступных местах. Вынужденная остановка промыслов может обойтись нефтегазодобывающему предприятию в десятки раз дороже, чем прямые потери от аварийных ситуаций в системе транспорта, в связи с чем необходимо своевременно оценивать риск потенциально наиболее опасных повреждений и возможность дальнейшей эксплуатации этого участка трубопровода, т.е. необходимо своевременно принять в качестве меры риска вероятность наступления нежелательного явления, а не минимизировать величину среднего ущерба от уже совершившегося.

Высокая аварийность обусловлена в основном состоянием технических средств и оборудования, которое физически изношено и морально устарело, имеет низкую степень надежности. Многие объекты требуют модернизации или коренной реконструкции, отдельные подлежат выводу из эксплуатации.

Анализ литературных данных и наши собственные исследования показывают, что проблема загрязнения земель нефтью при транспортировке нефтепродуктов на территории Нижневартовского района является актуальной и требует комплексного решения.

### **Основные выводы**

Проведенный геоэкологический анализ влияния аварий на нефтепроводах на окружающую природную среду Нижневартовского района позволил сделать некоторые выводы и утверждения:

1. Изучением теоретических основ проблем исследования установлено, что для нефтяной и газовой промышленности необходимо дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры с разветвленной сетью трубопроводов для перекачки нефти и нефтепродуктов, при этом негативно не влияющей на экологическое состояние окружающей природной среды. Кроме этого, учитывая природно-климатические условия данного района, необходимо создание высоконадежных новых технологий и технических средств для обнаружения и ликвидации аварий на нефтепроводах.

2. Анализ природных и климатических условий Нижневартовского района показал, что между аварийными ситуациями и отдельными характеристиками погоды имеется заметная и умеренная корреляционная связь, а между количеством аварий на нефтепроводах и среднегодовой температурой воздуха существует высокая обратная линейная корреляционная связь,  $r = -0,78$ . В ходе исследований также выявлен факт «сезонности» аварий при транспортировке углеводородного сырья. Сезонные изменения количества аварий на нефтепромыслах района за 2003–2010 годы показали, что аварии на нефтепромыслах происходят, в основном, в весенние и осенние сезоны года, в период перехода среднесуточных температур осенью и весной через  $0^{\circ}\text{C}$  и  $+5^{\circ}\text{C}$ , так как, эти периоды характеризуются наибольшим увлажнением почвогрунтов весной и происходит замерзание воды в них осенью.

3. Нефтегазовый комплекс оказывает воздействие на все элементы геосистем: атмосферный воздух, почвы, растительность, рельеф, поверхностные и подземные воды. Представленный в работе авторский картографический материал является основой для проведения проектно-планировочных, эксплуатационных и природоохранных работ.

4. Применение методов вероятностно-статистического анализа в процессе исследования основных параметров и законов распределения потока аварийности на нефтепроводах Нижневартовского района позволило сделать практические выводы о настоящем и будущем состояниях нефтепроводных систем, а также о возможных сокращениях аварийности. Как показали расчеты риска аварийности для различных временных интервалов эксплуатации, система трубопроводов данного района находится на стадии исчерпания ресурса (опасность отказа растет во времени). Полученный прогноз возможных



отказов в указанной системе может быть использован при принятии решений по обеспечению геоэкологической безопасности функционирования исследуемой системы трубопроводов.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Статьи, опубликованные в журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций:*

1. Азизов Х.Ф., **Ходжаева Г.К.** Оценка риска аварийности нефтепроводных систем // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 10. – С. 49–51. – 0,25 / 0,12 п.л.

2. **Ходжаева Г.К.** Нефтепромысловые трубопроводы: аварии, отказы и риски // Естественные и технические науки. – 2009. – № 4 (42). – С. 495–501. – 0,75 п.л.

3. Гребенюк Г.Н., **Ходжаева Г.К.**, Слива Е.А. Зонирование территории Нижневартовского региона по площади и объему нефтяного загрязнения // Естественные и технические науки. – 2010. – № 4. – С. 220–222. – 0,25 / 0,12 п.л.

4. Гребенюк Г.Н., Чернявский Е.А., **Ходжаева Г.К.** Магистральные нефтепроводы и их воздействие на окружающую среду // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13 (39), № 1 (5). – С. 1260–1263. – 0,38 / 0,12 п.л.

5. **Ходжаева Г.К.** Особенности загрязнения земель предприятиями нефтегазодобывающего комплекса Нижневартовского района [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело : электронный научный журнал. – 2011. – № 4. – С. 74–77. – 0,19 п.л. – URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Khodzhaeva/Khodzhaeva\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Khodzhaeva/Khodzhaeva_1.pdf).

6. **Khodzhaeva G.K.** Features of land pollution by enterprises of oil-and-gas production complex in Nizhnevartovsk region [Electronic resource] // Oil and Gas Business : electronic scientific journal. – 2011. – № 4. – P. 78–81. – 0,19 p.s. – URL: [http://www.ogbus.ru/eng/authors/Khodzhaeva/Khodzhaeva\\_1e.pdf](http://www.ogbus.ru/eng/authors/Khodzhaeva/Khodzhaeva_1e.pdf).

7. **Ходжаева Г.К.**, Слива Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на окружающую среду Нижневартовского района // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы земли. Человек. – 2012. – № 1 (108). – С. 221–223. – 0,25 / 0,12 п.л.

8. Гребенюк Г.Н., **Ходжаева Г.К.** Влияние природно-климатических условий на изменение количества аварий на нефтепроводах Нижневартовского района // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1 (8). – С. 2108–2111. – 0,38 / 0,19 п.л.

9. **Ходжаева Г.К.** Мероприятия по предупреждению разливов нефти на нефтепроводах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3 (3). – С. 1180 – 1183. – 0,38 п.л.

### **Свидетельство о государственной регистрации базы данных:**

10. **Ходжаева Г.К.** База данных «Карты-схемы нефтезагрязненных участков на месторождениях Нижневартовского района» // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620571. Федеральная служба

по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 25 апреля 2013 г.

### **Монографии и разделы коллективных монографий:**

11. Азизов Х.Ф., Гребенюк Г.Н., **Ходжаева Г.К.** Практические рекомендации по оценке геоэкологических рисков возникновения аварийных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов : монография. – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2012. – Вып. 4. – 82 с. – 5,1 / 1,7 п.л. – (Региональная география : сер. научных трудов и монографий).

12. Природа, человек, экология : Нижневартовский регион : (раздел в коллективной монографии). – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2007. – С. 21–25. – 0,5 / 0,25 п.л.; С. 178–182. – 0,5 / 0,17 п.л.; С. 126–129. – 0,38 п.л.; С. 183–186. – 0,38 п.л.

13. Исследование современного состояния водохозяйственного комплекса в бассейне р. Вах : (раздел в коллективной монографии). – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2010. – Вып. 3. – С. 30–40. – 1,25 / 0,42 п.л. – (Региональная география : сер. научных трудов и монографий).

### **Статьи, опубликованные в научных сборниках, журналах и материалах конференций**

14. **Ходжаева Г.К.** Анализ сезонности аварий на нефтепромыслах Нижневартовского района ХМАО – Югры // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов : теория, методы, практика : докл. III Международной науч.-практич. конф. / отв. ред. Ф.Н. Рянский, О.Ю. Вавер. – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2006. – С. 276–278. – 0,25 п.л.

15. **Ходжаева Г.К.** Основные причины и мероприятия по предупреждению аварий на месторождениях // Экология и безопасность жизнедеятельности : мат-лы VII Международной науч.-практич. конф. – Пенза, 2007. – С. 203–204. – 0,12 п.л.

16. Азизов Х.Ф., **Ходжаева Г.К.** Отказы и риски аварийности нефтепроводных систем Нижневартовского района // География и экология : сб. науч. тр. – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2009. – Вып. 3. – С. 182–186. – 0,25 / 0,12 п.л.

17. Азизов Х.Ф., **Ходжаева Г.К.** Анализ риска аварийности нефтепромысловых систем Нижневартовского района // Вестник Нижневартовского государственного гуманитарного университета. Сер. Естественные науки и науки о Земле. – 2009. – № 1. – С. 49–52. – 0,38 / 0,19 п.л.

18. **Ходжаева Г.К.** Промышленная безопасность магистральных нефтепроводов // Человеческое измерение в региональном развитии : мат-лы II Всероссийской науч.-практич. конф. / отв. ред. О.Ю. Вавер, И.Е. Клемина, **Г.К. Ходжаева**. – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2009. – С. 185–190. – 0,31 п.л.

19. **Ходжаева Г.К.** Обеспечение промышленной безопасности при функционировании магистральных нефтепроводов // Геология, география и глобальная энергия : научно-технический журнал. – 2009. – № 3 (34) – С. 96–100. – 0,5 п.л.

20. Гребенюк Г.Н., **Ходжаева Г.К.** Воздействие нефтедобывающей отрасли на окружающую среду и перспективы ее развития [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы географии и геоэкологии : электронное научное издание / ГОУ ВПО Мордовский государственный университет. – 2009. – № 2 (6). – URL: Режим доступа: <http://geoeko.mrsu.ru>.

21. **Ходжаева Г.К.** Состояние нефтепроводной системы ХМАО – Югры и перспективы ее развития в целях поддержания безопасности территории // Экологическая и промышленная безопасность в ХМАО – Югре / отв. ред. Г.Н. Гребенюк, Н.А. Иванова, О.Ю. Вавер, **Г.К. Ходжаева.** – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2010. – С. 28–33. – 0,31 п.л.

22. **Hodjaeva G.K.** Industrial safety assurance in main oil pipeline operation // Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2010 : Przemysl. Nauka I studia: materialy V Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – 2010. – Vol. 1. – С. 5–9. – 0,25 п.л.

23. **Ходжаева Г.К.,** Гребенюк Г.Н. Разливы нефти на месторождениях Нижневартовского района // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов – теория, методы, практика: Докл. IV Международной науч.-практич. конф. / отв. ред. А.В. Нехорошева, С.Е. Коркин, Е.Н. Козелкова, **Г.К. Ходжаева.** – Нижневартовск : Нижневарт. гос. ун-т, 2010. – С. 208–213. – 0,62 / 0,31 п.л.

24. **Hodjaeva G.K.** Zoning of Nizhnevartovsk region by the area and volume of oil pollution // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2010. Технические науки : сб. науч. тр. по мат-лам международной науч.-практич. конф. – Одесса : Черноморье, 2010. – Т. 5. – С. 62–65. – 0,19 п.л.

25. **Ходжаева Г.К.** Загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами на территории месторождений Нижневартовского района // Вестник Нижневартовского государственного гуманитарного университета. Сер. Естественные науки и науки о Земле». – Нижневартовск: Нижневарт. гос. ун-т, 2011. – № 2. – С. 34–39. – 0,62 п.л.

26. **Hodjaeva G.K.** Geocological analysis of oil pipelines impact on Nizhnevartovsk Region's environment [Электронный ресурс] // Modern scientific research and their practical application. – Одесса : Черноморье, 2012. – URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/e-journal/the-content-of-journal/j212/13783-j21201>.

Подписано в печать 14.11.2013 г.  
Формат А4/2. Ризография  
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 10/11-13  
Отпечатано в ООО «Позитив-НБ»  
634050 г. Томск, пр. Ленина 34а