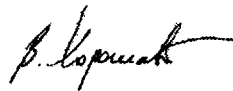


На правах рукописи



Хорошавин Виталий Юрьевич

**ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК
В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАСЕЙНА ПУРА**

Специальность 25 00 36 – Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Екатеринбург – 2005

Работа выполнена на кафедре экологического мониторинга и земледевения эколого-географического факультета Тюменского государственного университета

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Калинин Владимир Матвеевич

Официальные оппоненты: доктор географических наук,
старший научный сотрудник
Носаль Андрей Павлович
кандидат географических наук, доцент
Солодовников Александр Юрьевич

Ведущая организация: Тюменский научно-исследовательский и
проектный институт природного газа и газовых
технологий (ООО «ТюменНИИгипрогаз»)


Защита диссертации состоится « 12 » октября 2005 года в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 216 013 01 в Федеральном государственном унитарном предприятии «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ) по адресу: 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП РосНИИВХ

Автореферат разослан « 12 » сентября 2005 г.

Отзыв на автореферат, заверенный гербовой печатью, просим направлять по адресу: 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, ФГУП РосНИИВХ.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 216 013.01
доктор технических наук, профессор

 Ю. С. Рыбаков

2006-4
15457

218198

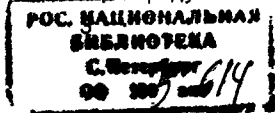
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы состоит в том, что проблемы преобразования стока малых рек, загрязнения окружающей среды, в том числе и речных вод, нефтью и нефтепродуктами прочно занимают первые места в ряду основных экологических проблем Севера Тюменской области – базового региона российской топливной энергетики. Одним из свидетельств огромной нагрузки нефтегазодобывающего комплекса на территорию Пуровского района, расположенного практически целиком в пределах водосбора Пура, является то, что здесь добывается 12% всей российской нефти и 40% отечественного газа. Разведанные и разрабатываемые месторождения углеводородов занимают тысячи квадратных километров - 50% площади района. Причем, влияние нефтяных и газовых промыслов не ограничивается только территорией месторождений. Загрязняющие вещества с поверхностными водами и при атмосферном переносе мигрируют далеко за пределы осваиваемых участков.

Существует актуальная необходимость в изучении и оценке процессов трансформации гидрологического режима под влиянием работ, проводимых при обустройстве месторождений, в частности, под влиянием техногенных форм рельефа, генетически связанных с нефтегазодобычей. Развитие промышленности изменяет ландшафтную структуру водосборов малых рек - главных элементов региональной гидросети, количественно трансформирует сток, что может вызвать усиление эрозии или деградацию малых водотоков.

При техногенном воздействии на гидросферу нарушается ход естественных процессов в природных водах, создаются предпосылки для трансформации качества водных ресурсов. Пур вместе с реками Таз и Обь ежегодно выносит в Карское море сотни тысяч тонн загрязняющих веществ. Например, в 1993 – 1995 гг. по данным Росгидромета годовой вынос водами Пура нефтепродуктов составлял до 15,3 тыс. т, при этом концентрация нефтяных углеводородов в воде достигала 10-15 ПДК. Высокие концентрации нефтепродуктов в речных водах ухудшают их качество, обостряя социальные проблемы, связанные с неблагоприятными изменениями в жизни и здоровье коренного и пришлого населения.

Оценка загрязнения речных вод нефтепродуктами на месторождениях нефти в литературе представлена довольно широко. Например, это работы С.Н. Гашева и М.Н. Казанцевой (1998), В.А. Быковского (1999); В.М. Калинина и А.В. Соромотина (1999); В.М. Калинина (2001) и др. Для отдельных частей водосбора Пура оценка загрязнения водной среды нефтепродуктами проводилась проект-



ными и изыскательскими организациями. Но в целом, для всего водосбора Пура вклад различных источников в формирование сложной водно-экологической ситуации не оценивался, и эта проблема требует внимания, особенно в свете возможного увеличения объемов нефтедобычи в регионе.

Цель исследования – экологическая оценка и прогноз техногенной гидрологической и гидрохимической трансформации водного стока малых рек Севера Западной Сибири, находящихся в сфере влияния производств по добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**

- выявить особенности природных и антропогенных процессов формирования стока и качества вод малых рек в пределах водосбора Пура,
- оценить возможность применения ландшафтно-гидрологического подхода и водно-балансового метода, развивающегося в его рамках, для изучения гидро-экологической ситуации в условиях криолитозоны Западной Сибири;
- установить степень трансформации количественных показателей стока в пределах малых водосборов под влиянием техногенного рельефообразования,
- выявить и оценить вклад точечных и рассредоточенных источников загрязнения водных объектов в бассейне Пура,
- разработать методику экологической оценки и прогноза смыва нефти и нефтепродуктов с замасоченных малых водосборов.

Объектом исследования являются малые реки и их водосборы северной лесотундровой, южной лесотундровой и северотаёжной подзон Западной Сибири в бассейне р. Пур, находящиеся в настоящий момент в зоне влияния нефтяных и газовых промыслов.

Предметом исследования являлись трансформация количественных показателей стока вод малых рек под влиянием техногенного рельефообразования и изменение качества вод данных рек, происходящее под влиянием рассредоточенных по территориям месторождений источников загрязнения.

Методы исследований Основным инструментом решения поставленных задач является ландшафтно-гидрологический подход, методологическая сущность которого заключается в утверждении существования системной взаимосвязи между ландшафтной структурой водосбора и характеристиками стока рек. Теоретическую базу исследования составили идеи и разработки советских и российских ученых – гидрологов, гидрохимиков, ландшафтоведов, геохимиков.

В Г Глушкова, В Б Сочавы, А И Субботина, А Н Антипова, Л М Корытного, В М Калинина, Н П Солнцевой и др

В рамках ландшафтно-гидрологического подхода использованы водно-балансовый метод, ландшафтно-гидрологический анализ малых водосборов, метод эколого-гидрологических расчетов Широко использовались методы гидрохимии Для составления прогнозов применялись математическое моделирование, основанное на анализе материалов полевых исследований, и метод активного эксперимента

Исходными материалами послужили результаты полевых исследований соискателя (2001-2004 г г), литературные материалы по теме работы, картографическая продукция различных масштабов, фондовые материалы научно-исследовательских и производственных организаций, в том числе ООО «ТюменНИИгипрогаз», Бюро экологических экспертиз УрО РАН и др Использованы также результаты химических анализов поверхностных и почвенно-грунтовых вод, почв, грунтов, проведенных в лабораториях г Новый Уренгой и в лаборатории экологических исследований химического факультета ТюмГУ (г Тюмень)

Защищаемые положения:

- 1 Классификация техногенных форм рельефа нефтегазодобывающих районов Севера Западной Сибири,
- 2 Количественная оценка трансформации стока малых рек под влиянием техногенного рельефообразования на основе адаптации метода эколого-гидрологических расчетов к условиям криолитозоны,
- 3 Эмпирическая модель оценки выноса нефтяных углеводородов с замазученных площадей малых водосборов в лесотундре Западной Сибири;
- 4 Ландшафтно-гидрологическое районирование бассейна реки Пур;
- 5 Прогноз содержания нефтяных углеводородов в водах реки Пур при различных вариантах возможного загрязнения территории разрабатываемых нефтегазовых месторождений региона

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые к изучению антропогенной трансформации качества и количества стока с неизученных малых водосборов в условиях криолитозоны применен ландшафтно-гидрологический подход Выполнена адаптация и верификация метода эколого-гидрологических расчетов для количественной оценки изменений гидрологического режима при строительстве техногенных форм рельефа Для условий водосбора Пура адаптирована модель оценки диффузного загрязнения природных вод нефтепродук-

тами, позволяющая при наличии информации о площадях замазученности, оценить модуль стока нефти и концентрацию нефтепродуктов в речной воде в заданном створе. Выполнено ландшафтно-гидрологическое районирование бассейна Пура до уровня районов. Дан прогноз выноса водами Пура нефтепродуктов при различной степени загрязнения нефтью территорий месторождений.

Практическая значимость. Полученные в работе результаты могут быть использованы для прогнозных оценок загрязнения вод малых рек на месторождениях нефти, что необходимо при проведении оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС) на стадии проектирования, для оперативного прогнозирования изменений свойств вод и органогенных почв при проведении рекультивации нефтезагрязненных земель, для оценки современного экологического состояния водных ресурсов Пуровского района; в учебной работе при составлении спецкурсов для студентов экологических специальностей.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались автором на Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая среда» (Тюмень, 2001 г.), Научно-технической конференции «Нефть и газ проблемы недропользования, добычи и транспортировки» (Тюмень, 2002 г.), Межвузовской научной конференции «Проблемы природопользования в районах со сложной экологической ситуацией» (Тюмень, 2003 г.). Промежуточные результаты трижды представлялись на заседаниях учебно-методического семинара «Водно-экологические проблемы Тюменского региона», организованного на кафедре экологического мониторинга и земледения Тюменского госуниверситета.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 статьи и 5 тезисов докладов на Всероссийских и Межвузовских конференциях. Еще 2 статьи находятся в печати.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Текстовая часть представлена на 161 странице и включает 37 таблиц, 16 рисунков. Список литературы содержит 258 источников, в том числе 9 на иностранных языках. 26 приложений содержат рисунки, таблицы и фотографии.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.г.н., профессору Калинину В.М. Также автор искренне признателен за постоянную помощь при проведении полевых работ Хорошавину Ю.М., Филатову А.М., Нохрину А.С. Отдельная благодарность за помощь в химико-аналитических работах и критическое обсуждение результатов Леоновой С.А. и Абрамович Н.А.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены научная новизна и возможные пути практической реализации итогов диссертации. Представлены защищаемые положения, апробация и структура работы.

В первой главе «Анализ природных факторов формирования стока малых рек бассейна Пура» освещены физико-географические условия, влияющие на формирование особенностей химического состава воды в малых реках, а также представлены и проанализированы данные по гидрологическому режиму водных объектов, расположенных в бассейне Пура. Особое внимание уделено водно-балансовым характеристикам исследуемой территории.

Водосбор реки Пур находится в зоне избыточного увлажнения и благодаря этому обеспечен водными ресурсами, но использование этих ресурсов ограничено тем, что основная часть воды сосредоточена в малых реках, термокарстовых и внутриболотных озерах, промерзающих зимой и имеющих низкое качество воды. Причем, низкое качество воды вызвано в достаточно большой мере естественными геолого-геоморфологическими и почвенными условиями. Кроме того, равнинность рельефа, сильная заозеренность и заболоченность территории обуславливает возможность аккумуляции загрязняющих веществ, поступающих при промышленном освоении, и их хронического воздействия на экосистемы малых водосборов. Низкие температуры воздуха и вод снижают интенсивность процессов самоочищения водной среды региона.

Во второй главе «Методические основы оценки антропогенных воздействий на водные объекты бассейна Пура» проведен критический обзор методов, позволяющих решать гидроэкологические задачи, в том числе подходов и методов, благодаря которым можно оценивать количество и качество водного стока не изученных с гидрологической точки зрения малых рек.

В условиях отсутствия режимной гидрологической информации по малым рекам водосбора Пура, в качестве теоретической основы исследовательской работы по оценке трансформации стока наиболее целесообразно использование ландшафтно-гидрологического подхода, позволяющего на основе знаний о закономерностях влияния природных и антропогенных факторов на сток, оценить степень его преобразования. В тексте главы приведена краткая история становления и развития ландшафтного направления в гидрологии. Проведен обзор научных географо-гидрологических работ Глушкова В.Г. (1915, 1933), Мура-

вейского С Д (1948), Львовича М И (1963), Субботина А И (1967, 1983), Кузина В С. и Бабкина В Н (1979) Антипова А Н, Корытного Л М, Безрукова Л А (1981, 1987, 2000) и др

В рамках ландшафтно-гидрологического подхода рассмотрены **водно-балансовые методы** оценки трансформации гидрологического режима техногенно преобразованных водосборов. Для количественной оценки изменений параметров стока на нефтегазовых месторождениях бассейна Пура наиболее приемлемым является метод эколого-гидрологических расчетов (ЭГР), предложенный профессором Калининым В М (1997). Метод позволяет выполнить дифференциацию слоя весеннего стока по водосбору при известной его величине в замыкающем створе. В его основе лежит учет особенностей формирования стока в пределах стокоформирующих комплексов (СФК), характеризующихся примерно однородными ландшафтными признаками. Данная расчетная схема достаточно полно учитывает местные природные условия и требует для идентификации минимального количества исходных данных.

Проверка корректности применения водно-балансовой схемы метода ЭГР к малым водосборам криолитозоны проведена путем сравнения результатов ландшафтно-гидрологического анализа водосбора р. Правая Хетта, находящейся с малыми реками бассейна Пура в аналогичных природных условиях, с режимными гидрометрическими данными. Отклонение расчетных данных относительно фактических составило 6%, что является допустимой погрешностью.

В работе достаточно активно применялись **методы гидрохимии**. Поэтому в главе II критически проанализированы методы оценки экологического состояния водной среды, разработанные на основе системы предельно допустимых концентраций (ПДК), и которые, принимая во внимание недостатки, допустимо использовать при исследованиях выноса нефтяных углеводородов и некоторых других поллютантов с нефтезагрязненных водосборов.

Для расчетов выноса загрязняющих химических веществ природными водами широко применяются методы математического и физического моделирования. Например, существуют разработки Борзилова В А, Драголюбовой И В (1982), Антонцева С Н и др (1986), Виноградовой Т А, Виноградова Ю Б (1998) и др. Но по отношению к природным, и, тем более, к сложноподчиненным внутриводоемным процессам, применение математического аппарата постоянно критикуется по причине невозможности абсолютного отображения с помощью абстрактных моделей естественных процессов. Однако альтернативы им пока не

найден, и поэтому для решения задачи оценки и прогноза выноса нефтепродуктов с замазученных водосборов решено использовать одну из математических моделей, описывающую вынос поллютанта с малого водосбора

Анализ литературы показал, что среди моделей, описывающих закономерности выноса нефтепродуктов с неурбанизированных замазученных водосборов (территории нефтяных и газовых месторождений), существует только формула (1) Это зависимость модуля смыва нефти от площади нефтезагрязнения (f_3), модуля стока воды и фоновых концентраций нефтепродуктов, предложенная в работе Калинина В.М. (2001)

$$\mu = 0,42M_3 \left[1 - \text{схр} \left(-40 \frac{f_3}{F} \right) \right] + a_\phi M \left(1 - \frac{f_3}{F} \right), \quad (1)$$

где μ - модуль смыва нефти, мг/с км², 0,42 – эмпирически полученное для условий Среднего Приобья значение параметра a_m - концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при максимальной замазученности водосбора и $M_3 = 1/\text{л/с км}^2$, мг/л, M_3 - модуль стока воды с нефтезагрязненной части водосбора, л/с км², F - площадь водосбора, км²; a_ϕ - параметр, равный концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при отсутствии нефтезагрязненных земель (фоновое состояние); M - обобщенный по территории модуль стока воды, л/с км²,

Формула (1) была получена и проверена в ландшафтно-гидрологических условиях малых водосборов рек - притоков Малого и Большого Балыка (Среднее Приобье) Адаптация формулы (1) к условиям лесотундровых ландшафтов является наиболее эффективным способом экологической оценки диффузного нефтяного загрязнения малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура Методика адаптации и её результаты представлены в главе IV диссертации.

Третья глава диссертации «Изменение гидрологического режима под влиянием техногенного рельефообразования» включает в себя материалы по анализу особенностей влияния техногенных форм рельефа (ТФР), сооружаемых при обустройстве месторождений в Западной Сибири, на гидрологические характеристики территории В первую очередь рассмотрены общие направления преобразования рельефа в нефтегазодобывающих районах, и далее в виде схемы (рис 1) представлена классификация ТФР, приведены схемы, фотографии и морфометрические характеристики каждого типа ТФР, распространенных на месторождениях в бассейне Пура.

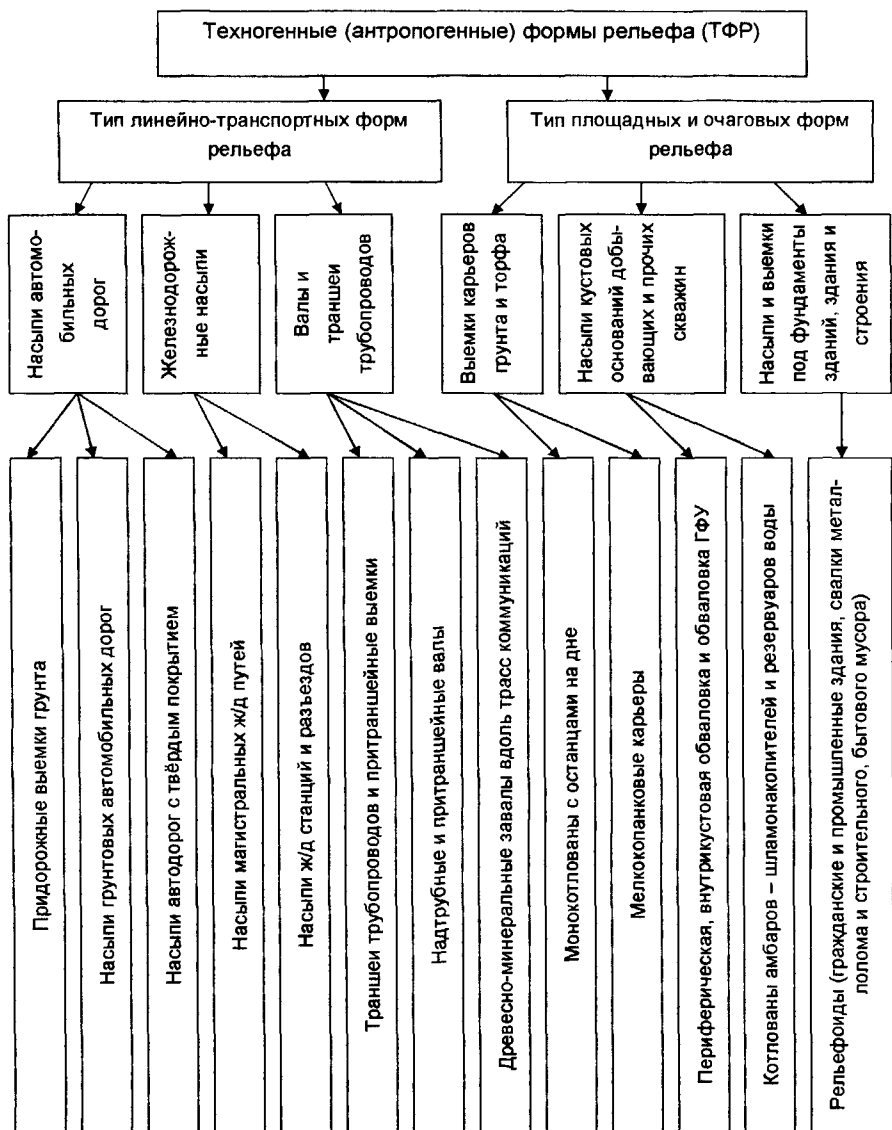


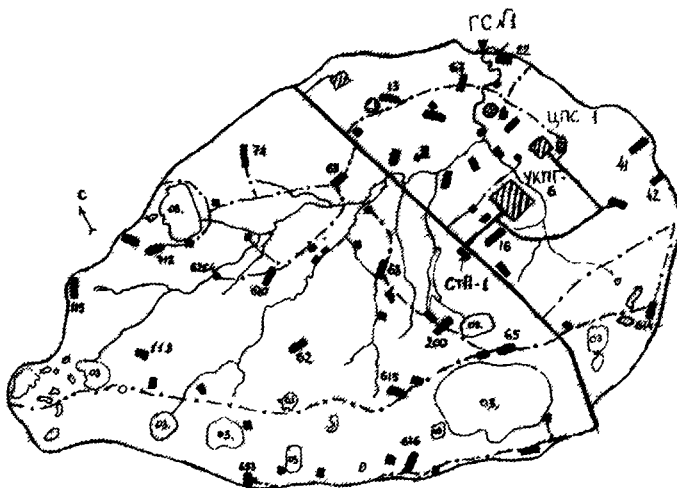
Рис 1 Схема классификации техногенных форм рельефа нефтегазовых месторождений водосбора Пура (типы, роды, виды ТФР)

Картографический анализ, анализ космических снимков и натурные наблюдения показывают, что наиболее распространенными ТФР на месторождениях являются насыпи оснований кустов скважин, автодорог, строительных площадок, карьеры грунта. Суммарно они занимают 90% всех нарушенных территорий на водосборах малых рек в бассейне Пура. Общая площадь целенаправленно преобразованных и косвенно нарушенных ландшафтов превышает 1500 км². На этих 1,3% площади бассейна отсутствует растительность, изменены естественные факторы формирования стока.

В случае отсутствия на территории месторождений забора воды на производственные нужды из поверхностных водных источников, преобразование рельефа путем сооружения искусственных форм, является одной из основных причин количественных трансформации стока малых рек исследуемого региона.

Для количественной оценки трансформации гидрологического режима малых рек, находящихся под техногенным давлением, использована водно-балансовая часть метода ЭГР. В качестве ключевого участка для проведения оценки выбран водосбор реки Пидейяха – правого притока р. Нгаркаесетаяха, которая, сливаясь с Нюдяесетаяхой, образует р. Есетаяха, впадающую слева в одну из протоков Пура. Пидейяха – малая река длиной 17 км, имеющая водосбор площадью немногим более 60 км² (в пределах гидрологического створа №1), расположенная в 40 км севернее г. Новый Уренгой. Здесь более 15 лет идут работы по добыче газа, нефти, газового конденсата. Перестройка ландшафтной структуры территории началась более 20 лет назад со строительством УКПГ-6 Уренгойского НГКМ. Через экспериментальный водосбор проходит 10-ти километровый участок автотрассы «Новый Уренгой – УКПГ-11 – Ямбург», здесь находится множество техногенных объектов (50 кустов скважин, около 100 км нефте- и газопроводов, метанолпроводов, цеха УКПГ и центрального пункта сбора нефти №1, несколько карьеров грунта) (рис. 2). Плотность автодорог > 1 км/км².

В 2001-2004 гг. маршрутными наблюдениями были установлены ландшафтная приуроченность и геометрические размеры участков, подтопленных при строительстве насыпей автодорог и кустовых оснований на водосборе р. Пидейяха. Было выявлено 48 участков, представляющих собой преимущественно обводненные и переувлажненные подножия склонов крутизной более 1-2%. Генезис подтопления уточнялся с помощью сравнения крупномасштабных карт данной местности до освоения территории с современными картами, на которые наложены результаты глазомерной съемки подтопленных зон.



- 200 - кусты нефтяных и газоконденсатных эксплуатационных скважин с №
 ○● - наиболее крупные карьеры грунта, --- грунтовые автодороги

Рис 2 Карта-схема техногенной нагрузки на водосбор реки Пидейяха в пределах гидрологического створа №1 (ГС №1 (куст 67))

Общая площадь участков – 1,31 км² или 2,1% от площади водосбора. Подтопленные зоны не имеют заметного поверхностного стока и «забирают» у реки часть весеннего и, соответственно, годового стока, поэтому при расчетах объема стока выделенные зоны учитывались как условно бессточные.

Опираясь на информацию, полученную при полевых исследованиях, проведен ландшафтно-гидрологический анализ малого водосбора р Пидейяха при естественном состоянии водосбора и после изменения ландшафтной структуры строительством ТФР. Для обоих вариантов с применением водно-балансовой схемы ЭГР были определены значения весеннего и годового слоя стока, как с природных, так и трансформированных СФК. Площадь техногенных СФК, куда были отнесены насыпи автомобильных дорог, кустовых оснований, карьеры грунта, составила 3,2 км² (5% от площади водосбора).

Анализ расчетов, отраженных в табл 1 и 2, показывает, что с техногенным изменением ландшафтной структуры водосбора, слой стока весеннего половодья малой реки Пидейяха уменьшился в среднем на 30,5 мм (23%), а годовой слой стока снизился на 65,5 мм (26%).

Таблица 1 - Сток с различных СФК и всего водосбора р. Пидейяха при естественной ландшафтной структуре территории (вариант I)

№ СФК	Ландшафтная характеристика	F, км ²	Весенний сток, мм	Годовой сток, мм
1	Лиственнично-березовый редкостойный лес на подзолах иллювиально-железистых песчано-супесчаных	6,75	199,11	320,40
2	Лиственничное редколесье на поверхностно-подзолистых элювиально-глееватых супесчаных почвах	5,23	199,81	321,34
3	Кустарниково-моховые тундры на тундрово-глеевых легкосуглинистых почвах	4,89	115,53	208,41
4	Заболоченные кустарничково-мохово-лишайниковые тундры на тундровых торфянисто-глеевых тяжелосуглинистых почвах	40,43	113,11	205,17
5	Травяно-мохово-лишайниковые болота в истоках рек и ручьев на болотных верховых и переходных торфяных мерзлотных почвах	3,82	209,30	334,06
6	Пойменные луга и низинные заболоченные участки на дерновых песчаных слоистых почвах	2,14	64,97	140,66
	Общая площадь водосбора и общие по бассейну сток весеннего и годового стока	63,26	130,0	252,5

Таблица 2 - Расчет стока с различных СФК водосбора р. Пидейяха с нарушенной техногенным рельефообразованием ландшафтной структурой (вар II)

№ СФК	Ландшафтная характеристика	F, км ²	Весенний сток, мм	Годовой сток, мм
Естественные СФК				
1	Лиственнично-березовый редкостойный лес на подзолах иллювиально-железистых песчано-супесчаных	5,71	187,54	304,90
2	Лиственничное редколесье на поверхностно-подзолистых элювиально-глееватых супесчаных почвах	4,18	190,83	309,31
3	Кустарниково-моховые тундры на тундрово-глеевых легкосуглинистых почвах	4,23	109,38	220,95
4	Заболоченные кустарничково-мохово-лишайниковые тундры на тундровых торфянисто-глеевых тяжелосуглинистых почвах	38,73	70,54	148,12
5	Травяно-мохово-лишайниковые болота в истоках рек и ручьев на болотных верховых и переходных торфяных мерзлотных почвах	3,77	204,49	327,6
6	Пойменные луга и низинные заболоченные участки на дерновых песчаных слоистых почвах	2,13	61,60	136,14
Природно-техногенные СФК (условно бессточные)				
1п	Подтопленные лиственнично-березовые редкостойные леса	0,06	203,41	326,17
2п	Подтопленные лиственничные редколесья	0,15	203,12	325,78
3п	Подтопленные кустарниково-моховые тундры	0,12	117,00	210,38
4п	Обводненные кустарничково-мохово-лишайниковые тундры	0,98	124,05	219,83
Техногенные СФК				
1тг	Грунтовые насыпи с твердым покрытием (площадки УКПГ, базы и пр)	0,47	88,48	172,16
2тг	Грунтовые насыпи без покрытия (автодороги кустовые площадки)	1,78	86,84	169,97
3тг	Карьеры грунта (условно бессточные)	0,95	200,87	322,77
	Среднее на всех условно бессточных СФК	2,26	163,32	272,45
	Итого на техногенно нарушенном водосборе	63,26	99,53	187,00

В таб 2 усреднен годовой сток всех условно бессточных СФК, он составил 272,45 мм, что при суммарной площади подтопленных СФК и карьеров 2,26 км² составляет 615737 м³/год. Годовой объем стока ($W_I, \text{м}^3$) в вариантах I и II получим по формуле $W_I = Y_{\text{обш}} \times F \times 10^3$, где $Y_{\text{обш}}$ - осредненный по бассейну слой годового стока, мм, F - площадь всего водосбора, км². Расчеты показывают, что на измененном техногенезом водосборе (II вар) $W_{2I} = 11829620 \text{ м}^3$. При тех же метеоусловиях в естественных ландшафтно-гидрологических условиях (I вар) $W_{1I} = 15973150 \text{ м}^3$. Сравнение W_{1I} и W_{2I} говорит о значительном снижении количественных характеристик стока на 26% при преобразовании ландшафтной структуры бассейна ТФР на 5% и при подтоплении 2,1% от F .

В четвертой главе «Техногенная трансформация качества вод малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура» рассмотрены особенности формирования качества водных ресурсов в условиях техногенного воздействия; по опубликованным и фондовым материалам проведена общая оценка современного состояния загрязнения нефтепродуктами малых рек бассейна Пура, а также осуществлен региональный анализ источников загрязнения водной среды.

Нефтегазовый комплекс оказывает непосредственное и опосредованное воздействие на химические показатели водных объектов. Опосредованное влияние заключается в трансформации свойств природных компонентов (приземный слой атмосферы, почва), являющихся факторами формирования качества речного стока. Прямое воздействие нефтегазодобычи на качество природных вод заключается в сбросе сточных вод (СВ) различного происхождения и состава в реки, озера и на водосборную площадь; в увеличении мутности речной воды при размыве пород бортов долин, обрушаемых прокладкой коммуникаций.

Качество воды в Пуре уже на протяжении нескольких десятилетий вызывает большие опасения. Пур, наряду с Обью, Тромъеганом, Казымом, Вахом, Правой Хеттой и Северной Сосьвой, включен в список наиболее загрязненных рек России. Сейчас существует тенденция к нарастанию загрязнения речных вод нефтепродуктами, доходящего в пределах нефтяных месторождений до 15-32 ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Необходим полный учет источников загрязнения вод малых рек на территориях месторождений в бассейне Пура. Источники загрязнения по особенностям режима и локализации поступления поллютантов, исходя из представлений

Novotny (1988) и Михайлова (2000), можно разделить на точечные и рассредоточенные (неточечные, диффузные) И те, и другие существуют на исследуемой территории и выделение приоритета среди них – одна из задач диссертации

Точечные источники загрязнения водной среды представляют собой относительно стабильные по расходу и концентрации сбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ объекты Такие как, например, сбросы очистных сооружений населенных пунктов, нефтепромыслов, перекачивающих станций и т п В 2000 г на учете Водной службы Комитета природных ресурсов ЯНАО состояло 107 водопользователей, работающих в пределах водосбора Пура, и отчитывающихся по форме №2-тп «водхоз» Часть этих предприятий сбрасывает СВ в поверхностные водные объекты, являясь точечными, регламентированными источниками загрязнения Общий объем СВ в 2000 г по Пуровскому району составил 46,2 млн м³ Подавляющая часть стоков (92,25%) сбрасывается в поверхностные водные объекты, при этом из них более 80% - именно в малые реки База данных по организованным источникам загрязнения рек и озер региона представлена в табл. 3.

Анализ отчетности предприятий-водопользователей показывает, что в составе СВ преобладают нефтепродукты, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, соединения азота и СПАВ А суммарная годовая (за 2000 г) масса сбросов нефтепродуктов составила всего 8 тонн, что не может привести к многократному превышению ПДК нефтяных углеводородов в водах Пура.

Очевидно, что наиболее массовым источником нефтяного загрязнения рек выступают **рассредоточенные источники**, такие как ливневые воды, стекающие с территории поселений и промпредприятий, нефтезагрязненные участки земель (разливы), амбары-шламонакопители, авто- и железные дороги, полигоны ТБО и т п В пределах Пуровского района наиболее распространенными источниками являются нефтезагрязненные участки, образующиеся при аварийной эксплуатации внутрипромысловых шлейфов, межпромысловых и магистральных нефтепроводов, устьевой арматуры скважин, при нарушении правил ремонта объектов нефтедобычи, хранения горюче-смазочных материалов и т п

Одним из доказательств того, что именно диффузные источники имеют решающее значение в загрязнении рек, служит, выявленная закономерность нарастания загрязнения в период весеннего половодья, когда склоновый сток талых вод захватывает замазученные участки на всех геоморфологических уровнях (табл 4)

Таблица 3. - Водоотведение в поверхностные водные объекты бассейна реки Пур (по состоянию на 2000 г.)

№ п/п	Наименование и местонахождение предприятия	Наименование водного объекта-приемника	Расстояние от устья (км)	Фактическая производительность выпуска, тыс. м ³ /год	Категория СВ	Метод очистки и проектная мощность, тыс. м ³ в сут./в год	Масса, сбрасываемых нефтепродуктов, т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	МУП «НПО ЖКХ» г. Ноябрьск	р. Янгяха	3	13359	недост. очищ.	0,32/18; биолог.	1,15
2	УМП МФ "Теплоэнергосервис" г. Муравленко	р. Текущяха	17	5331	то же	30/10950, биолог.	0,37
3	МУП "УТВиС" г. Губкинский	р. Пякупур	158	3082	то же	130/4380; биолог.	1,20
4	Ж/д станция "Пурпе", Пуровский р-н	р. Пыряха	2	194	то же	6,0/2190; механ	0,452
5	МЖКП "Лимбей", п. Лимбяха	оз. Ямулымуганто	235	462	то же	1,4/511; биолог.	0,31
6	Уренгойгазодоканал, г. Н Уренгой	р. Евояха	130	16110	нормат. очищ.	55,2/20075;биол.	3,01
7	Уренгойское ГПУ (ГП-1А), Пуров. р-н	р. Мареловояха	24	9	недост. очищ	1,4/511; биол	нет данных
8	Уренгойское ГПУ (ГП-7), Пуров. р-н	р. Нгаркаесетаяха	10	10	недост. очищ.	0,5/182; биолог.	н/д
9	ЛПУ "Пуровское", Пуровский район	р. Нгаркатангалова	132	168	нормат. очищ.	0,5/18, биолог.	0,098
10	МСЧ (пр. "Газовик"), г. Н. Уренгой	р. Седзяха	10	55	недост. очищ	0,10/37; биол.	н/д
11	Ж/д станция "Коротчаево", Пуров. р-н	р. Пур	300	179	то же	0,13/46; биолог.	н/д
12	Уренгойская ГРЭС, п. Лимбяха	оз. Ямулымуганто	235	265	без очистки	0,8/292	н/д
13	МСЧ (пр "Газовик"), г. Н. Уренгой	р. Седзяха	12	3	нормат. чист.		н/д

Таблица 4 - Результаты анализа проб воды р Нгаркаесетаяха на ГС №3

Наименование показателя	Результат измерения, мг/дм ³				
	05 1983 (поло- водье)	06 1995 (поло- водье)	09 1995 (ме- жень)	05 2003 (поло- водье)	08 2003 (ме- жень)
ХПК, мгО ₂ /дм ³	-	-	-	1288	2,31
Нефтепродукты	0,37	0,66	< 0,05	0,246	0,096

Для оценки вклада рассредоточенных источников в загрязнение малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура в качестве методической основы выбрана эмпирическая модель (1) С целью верификации модели (1) для условий бассейна Пура в 2001-2004 гг на трёх малых водосборах, расположенных на территории Уренгойского месторождения, были организованы полевые работы Они заключались в определении фактического модуля смыва нефти с нефтяных разливов и фиксировании нефтезагрязненных участков, в наблюдениях за водным и химическим режимом рек

Все реки, на водосборах которых проводились работы, находятся в бассейне Есетаяха – левого притока Пура Объектами стали река Пидейяха, в пределах гидрологического створа №1 (ГС №1), река Нгаркаесетаяха, в пределах гидрологического створа №3 (ГС №3) и ручей - правый приток Пидейяхи, получивший условное название ГС №2

В районе УКПГ-6 Уренгойского НГКМ летом 2001 г были заложены стоковые площадки №1 и №2 (СтП №1 и №2) на месте нефтяного разлива площадью 5 га, разделенного на три участка, обвалованных песком На СтП в течение трех лет в различные фазы гидрологического режима осуществлялись наблюдения за склоновым стоком и отбор проб на содержание нефтепродуктов (НП) (табл 5) Дважды на СтП №1 проводился отбор проб снега на НП

Таблица 5 - Экспериментальные количественные и качественные характеристики стока воды СтП №1 и №2 за период наблюдений 2001-2003 г г

Дата проведения наблюдений	Концентрация нефтепродуктов (С), мг/л	Расход воды, стекающей с СтП (Q), л/с	Модуль стока воды с нефтезагрязненного участка (M ₃), л/с км ²	Модуль смыва нефти (μ), мг/с км ²
август 2001	3,00±0,80	0,11	6,7	20,1
июнь 2002	0,10±0,03	0,17	10,6	1,0
август 2002	1,80±1,00	0,17	15,5	27,8
сентябрь 2002	1,90±0,50	0,20	18,2	34,6
май 2003	0,78±0,19	0,20	12,1	9,7

Исходя из полученных данных было вычислено региональное значение показателя a_m , т.е. концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при максимальной замазученности водосбора и $M_3 = 1 \text{ дм}^3/\text{с км}^2$, равное $0,25 \text{ мг/дм}^3$. В итоге зависимость модуля выноса нефти с замазученных малых водосборов для условий бассейна Пура получила вид.

$$\mu = 0,25M_3 \left[1 - \exp\left(-60 \frac{f_3}{F}\right) \right] + a_\phi M \left(1 - \frac{f_3}{F} \right), \quad (2)$$

Концентрацию нефтепродуктов в замыкающем створе (ρ , мг/дм^3) можно рассчитать, разделив μ на модуль стока исследуемой малой реки (M_1)

$$\rho = 0,25 \frac{M_3}{M_1} \left[1 - \exp\left(-60 \frac{f_3}{F}\right) \right] + a_\phi \left(1 - \frac{f_3}{F} \right), \quad (3)$$

Проверка действенности разработанных моделей была проведена путем сравнения рассчитанных с помощью формул (2) и (3) и фактических данных, полученных при натурных наблюдениях на реках Пидейяха и Нгаркаесетаяха. Вычисления показали расхождение расчетных и измеренных величин не более чем на 10%, что является допустимым при гидроэкологических исследованиях.

Проверочные расчеты на основании данных, полученных с водосбора р. Нгаркаесетаяха, позволили сделать выводы о том, что при суммарной площади замазученности 0,2% от F годовой вынос нефти одной малой рекой может составлять до 1,25 т, при концентрации НП в замыкающем створе 0,17 мг/л.

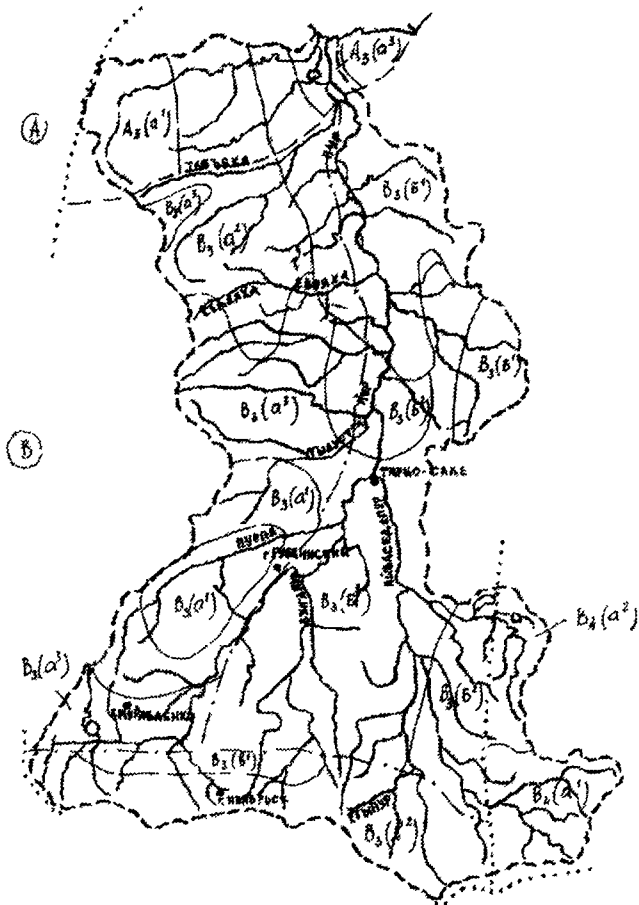
Эмпирическая формула (2) позволит проводить экологическую оценку вымывания нефти склоновым стоком, оценку роли поверхностных вод в процессах самоочищения нефтезагрязненных участков, выявлять приоритеты для проведения рекультивационных работ при больших площадях накопившегося за многие годы фонда замазученных земель на староосвоенных месторождениях.

Пятая глава «Прогноз водно-экологической ситуации на водосборе Пура при развитии нефтегазового комплекса» дает представление о роли ландшафтно-гидрологических свойств различных частей водосбора Пура в формировании процессов выноса нефти с загрязненных территорий, содержит прогнозные расчеты выноса нефтепродуктов водами Пура при различных вариантах экологической безопасности освоения месторождений нефти и газа в пределах малых водосборов. Так же в главе содержится материал по модельному опыту с целью оперативного прогнозирования интенсивности выноса нефтепродуктов из загрязненных торфяных почв лесотундры Западной Сибири.

Ландшафтно-гидрологическое районирование территории водосбора Пура до уровня ландшафтно-гидрологических районов (ЛГР) (рис 3, табл 6) проведено на основании ландшафтно-гидрологического районирования Западно-Сибирской равнины и Обь-Иртышской поймы, проведенного Антиповым А Н, Вакулиным К Ю, Гелетой И Ф. (1989), где в качестве опорной единицы служат ландшафтно-гидрологические провинции. Целью выделения ЛГР стало то, что ЛГР – это индивидуальная единица субрегиональной размерности (соответствующая по размерности речному водосбору II-III порядков), отражающая однотипный характер взаимодействия гравитационных вод и литогенного субстрата. Однообразие форм рельефа в сочетании с закономерным сопряжением различных по дренированности участков определяет локальное распределение соотношений водно-балансовых элементов. Все эти признаки определяют интенсивность смыва поллютантов с поверхности водосборов, т.е. потенциальную роль диффузных источников в загрязнении рек и, поэтому при прогнозировании выноса нефти с различных частей бассейна Пура, необходимо учитывать в каких ландшафтных условиях находится тот или иной оцениваемый водосбор.

Например, при проведении прогноза выноса НП водами Пура для вычисления выноса НП одной малой рекой были взяты три водосбора-эталона, находящиеся в трех наиболее освоенных с точки зрения нефтедобычи и различных по стокоформирующим свойствам ЛГР. Величины выноса НП реками-эталоном – Еньяхой, Седзяхой и Ханзобейяхой, равные от 0,5 до 60 т/год в зависимости от условий загрязненности водосбора и фоновых концентраций, были экстраполированы на другие малые реки, расположенные в пределах месторождений нефти в сходных ландшафтно-гидрологических условиях. В конечном итоге, Пур на всем протяжении был разбит на несколько отрезков (для того, чтобы учесть процессы самоочищения речных вод), и получен суммарный вынос рекой нефтепродуктов на устье. Так при среднегодовом объеме стока 33 км³ Пур будет выносить десятки тонн НП в Тазовскую губу, создавая предпосылки для дальнейшего обострения там водно-экологических проблем (табл 7).

Вследствие того, что модель (2), на базе которой проведен прогноз, была получена с помощью наблюдений в маловодные 2001-03 гг., представленный прогноз по всему Пуру применим для лет малой и близкой к средней водности (обеспеченностью $P = 95-55\%$). Для многоводных ($M_{ср.годо} \geq 10$ л/с км²) лет необходимо вводить коэффициент равный 2,7, т.е. максимальный вынос может увеличиваться до 33,5 тыс. т/год.



1-4 – границы ландшафтно-гидрологических зон, провинций, подпровинций и районов соответственно, $A_3(a^1)$ – индексы ЛГР

Рис 3 Карта-схема ландшафтно-гидрологического районирования водосбора реки Пур

Таблица 6 - *Ландшафтно-гидрологические системы бассейна Пура*

Ландшафтно-гидрологическая зона	Провинция	Ландшафтно-гидрологическая подпровинция	Ландшафтно-гидрологический район
А – Ямало-Гыданская мерзлотная озерно-болотно-речная	А ₃ – Восточно-Гыданская	А ₃ (а) – Монгаурибей-Хадуттинская удовлетворительно дренированная	1 – Верх-хадуттинский-табьяхинский песчано-супесчаный интенсивно дренированный 2 – Средне-Хадуттинский торфяной водоаккумулятивный 3 – Усть-пуровский супесчано-суглинистый водоаккумулятивный местами дренированный
		В ₃ (а) – Левобережная удовлетворительно дренированная	1 – Пурпейский песчаный интенсивно дренируемый 2 – Евояхинский и Пякупурский сложнопостроенные суглинисто-торфяные удовлетворительно дренированные 3 – Седзяха-Ямсовейский глинисто-торфянистый водоаккумулятивный заболоченный
		В ₃ (б) – Правобережная интенсивно дренируемая	1- Надосалинский песчано-супесчаный интенсивно дренированный 2 – Среднепуровский суглинистый торфяной удовлетворительно дренированный 3 – Айваседапуровский торфяной заболоченный с прогрессирующей аккумуляцией
		В ₃ (в) – Сибирских Увалов удовлетворительно дренированная	1 – Верхнепякупурский склоновый песчаный интенсивно дренируемый 2 – Срединный суглинисто-песчаный удовлетворительно дренированный
В – Обь-Иртышская лесоболотная, низинно-аккумулятивная	В ₄ – Та-зовская	В ₄ (а) – Верхнетагэзовская дренированная	1 – Еркалнадейпурская песчаный интенсивно дренируемый 2 – Харампурский суглинисто-торфяной удовлетворительно дренированный

Таблица 7 – *Прогнозные величины выноса нефтепродуктов водами реки Пур при различных сценариях экологической безопасности освоения месторождений нефти и газа в пределах малых водосборов*

Прогнозируемый показатель	Средняя доля нефтезагрязненных участков от площади малых водосборов, %			
	0	1	5	10
Годовой вынос НП ($V_{год}$), тыс т	0,8	8,8	10,8	12,4
Среднегодовая концентрация НП в водах устья Пура ($\rho_{ср год}$), мг/л	0,05	0,27	0,33	0,38
(кратность ПДК)	(1)	(5,4)	(6,6)	(7,6)

В ходе работ по определению модуля смыва нефти с загрязненной территории возникла необходимость установления интенсивности выноса нефти и НП из торфа, покрывающего слоем 10-30 см значительную часть стокоформи-

рующих комплексов на ключевом водосборе Большая часть нефти, поступающей в почву при разливах накапливается в торфе, и лишь в наиболее тяжелые фракции проходят в глеевый подторфяный горизонт почв. Для решения этой задачи был проведен модельный опыт, заключающийся в том, что торфяной монолит объемом 0,075 м³ был помещен в двухсекционный металлический ящик (лоток), загрязнен тремя литрами летнего дизельного топлива, т е создана концентрация 75 г/кг сухой почвы.

Загрязненный торф отстаивался в течение суток в расчете на уход гравитационных нефтепродуктов и гравитационной воды, а затем в течение месяца промывался водой, имитирующей грунтовый сток и выпадение ливневых осадков. Всего за время проведения эксперимента через торф прошло 120 литров чистой воды, а закономерность уменьшения концентрации НП в фильтрате и сухом торфе описывается, соответственно, уравнениями (4) и (5).

$$C_{III} = -60Ln(V) + 476,32, \quad (4)$$

где C_{III} - концентрация нефтепродуктов в профильтрованной через загрязнённый грунт воде, мг/дм³; V - объём профильтрованной воды, дм³

$$C_{почв} = -6Ln(V) + 61,42, \quad (5)$$

где $C_{почв}$ - концентрация нефтепродуктов в сухом торфе тундровых торфянисто-глеевых почв, г/кг, V - объём профильтрованной воды, дм³

Формулы (4) и (5) позволяют оценить скорость выноса нефти атмосферными осадками, поступающими на загрязненный заболоченный стокоформирующий комплекс, и, соответственно, сделать вывод о возможности самоочищения торфяников от легких и средних нефтяных углеводородов в местных климатических, гидрологических и почвенных условиях Кроме того, на основе модельного опыта можно сделать выводы о том что во-первых, основная масса (более 90%) нефтяных углеводородов при разливах аккумулируется в верхнем 5-10 см горизонте торфяной залежи и при низком уровне грунтовых вод вынос идет только при выпадении дождевых осадков или при таянии снега, во-вторых, максимальная нефтеотдача – до 30% от исходной массы нефти наблюдается на начальном этапе промывания, так же в начале максимальна и интенсивность выноса НП (до 3 г/с); и, в-третьих, в течение первых 10 лет после аварии снижение концентрации легких и средних, входящих в состав нефтей, углеводородов за счет растворяющей и вымывающей деятельности поверхностных и почвенно-грунтовых вод, составляет более 50%

Практическая значимость модельного опыта заключается в том, что впервые были проведены исследования процессов выноса наиболее опасных легких и средних составляющих нефти из торфов мерзлых пологобугристых болот, формирующихся на водораздельных поверхностях лесотундровой зоны в пределах водосбора Пура

Зависимости (4) и (5) возможно применять для оперативного прогноза выноса нефтепродуктов с СФК, почвенный покров которых представлен торфами, в первые дни и месяцы и даже годы после факта аварии

Мероприятия по снижению нагрузок на сток малых рек региона, предлагаемые по итогам проведенных исследований можно свести к следующим позициям:

- предупреждение загрязнения почв и водных объектов нефтью и минерализованными пластовыми, сточными водами путем ужесточения контроля качества СМР и используемой в производстве продукции,
- оперативная ликвидация последствий нефтяного загрязнения (преимущественно на пойменных стокообразующих комплексах),
- уменьшение регламентируемых выбросов и сбросов, обусловленных технологическими процессами в нефтегазовой отрасли,
- предупреждение усиления заболачивания СФК по причине техногенного рельефообразования, путем рационального сооружения водопропусков, с учётом направлений стекания ливневых и талых вод и пр ,
- минимизация деформаций и разрушения наиболее гидрологически и экологически ценных в условиях криолитозоны лесных ландшафтов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге проведенных работ были получены следующие основные выводы

1 В результате хозяйственной деятельности в пределах нефтегазовых месторождений Севера Западной Сибири формируются техногенные формы рельефа (ТФР) На основании систематизации данных морфометрических наблюдений, проектной документации, картографических материалов и литературы проведена классификация ТФР с выделением типов, родов и видов

2 Общая площадь земель с целенаправленно перестроенным рельефом и косвенно нарушенных территорий в пределах месторождений бассейна Пура превышает 1500 км² (1,3%) На этих землях наиболее распространенными ТФР

являются насыпи автодорог, валы и траншеи трубопроводов, карьеры грунта и торфа, насыпи площадок под технологические объекты

3 Техногенные формы рельефа обладают специфическими гидрологическими функциями и являются важным фактором трансформации стока малых рек Количественная оценка изменений склонового и руслового стока, выполненная на основе метода эколого-гидрологических расчетов (ЭГР), показывает, что вследствие изменения ландшафтной структуры водосборов при техногенном рельефообразовании годовой сток малых рек может снижаться на 25-30%

4 Определяющим фактором нефтяного загрязнения водных объектов бассейна Пура являются не организованные (точечные), а рассредоточенные (диффузные) источники Экологическая оценка диффузного загрязнения малых рек наиболее эффективна с помощью эмпирической модели, полученной при адаптации метода ЭГР к местным условиям При замазученности от 1 до 10% площади водосбора годовой вынос нефти только одной рекой, находящейся в пределах разрабатываемого месторождения, может составлять 8-60 т

5 При 0 – 10%-ом нефтезагрязнении малых водосборов, дренирующих разрабатываемые месторождения, прогнозный годовой вынос нефти водами Пура может достигать 0,8-13 тыс т При этом концентрация поллютанта в устье реки будет находиться в пределах 0,3-0,4 мг/дм³, что составляет 6-8 ПДК_{рыб-хоз}

6 Ландшафтно-гидрологическое районирование бассейна Пура, проведенное с целью конкретизации условий формирования стока и смыва нефти при использовании метода ЭГР, позволило выделить 13 ландшафтно-гидрологических районов В каждом из которых складываются свои индивидуальные особенности смыва нефти склоновым стоком с загрязненных участков

7 Модельный опыт по промывке загрязненного дизельным топливом торфа дает представление о том, что, в течение первого десятка лет после аварии за счет фильтрации через торф поверхностных и внутриводных вод происходит снижение концентрации легких и средних фракций нефти на 50%

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1 Переладова Л В, Хорошавин В.Ю. Техногенное рельефообразование и охрана геологической среды на территории Уренгойского нефтегазодобывающего комплекса // В сборнике аннотаций дипломных работ: Естественнонаучные специальности - Тюмень, 2000. – С 122-123

2 Хорошавин В Ю Экологическое состояние бассейна реки Пур и возможные методы его оценки // Сб Географические идеи и концепции как инструмент познания окружающего мира Тезисы XIV молодежной Всероссийской научной конференции – Иркутск, 2001 - С 66-67

3 Хорошавин В Ю Классификация источников загрязнения вод малых рек в пределах водосбора реки Пур // Сб тезисов докладов IV Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая среда» – Тюмень, 2001 – С 38-41.

4 Хорошавин В Ю Исследование особенностей самоочищения ландшафтов лесотундры от нефтяного загрязнения // Сб материалов научно-технической конференции «Нефть и газ проблемы недропользования, добычи и транспортировки» – Тюмень, 2002 - С 183-184

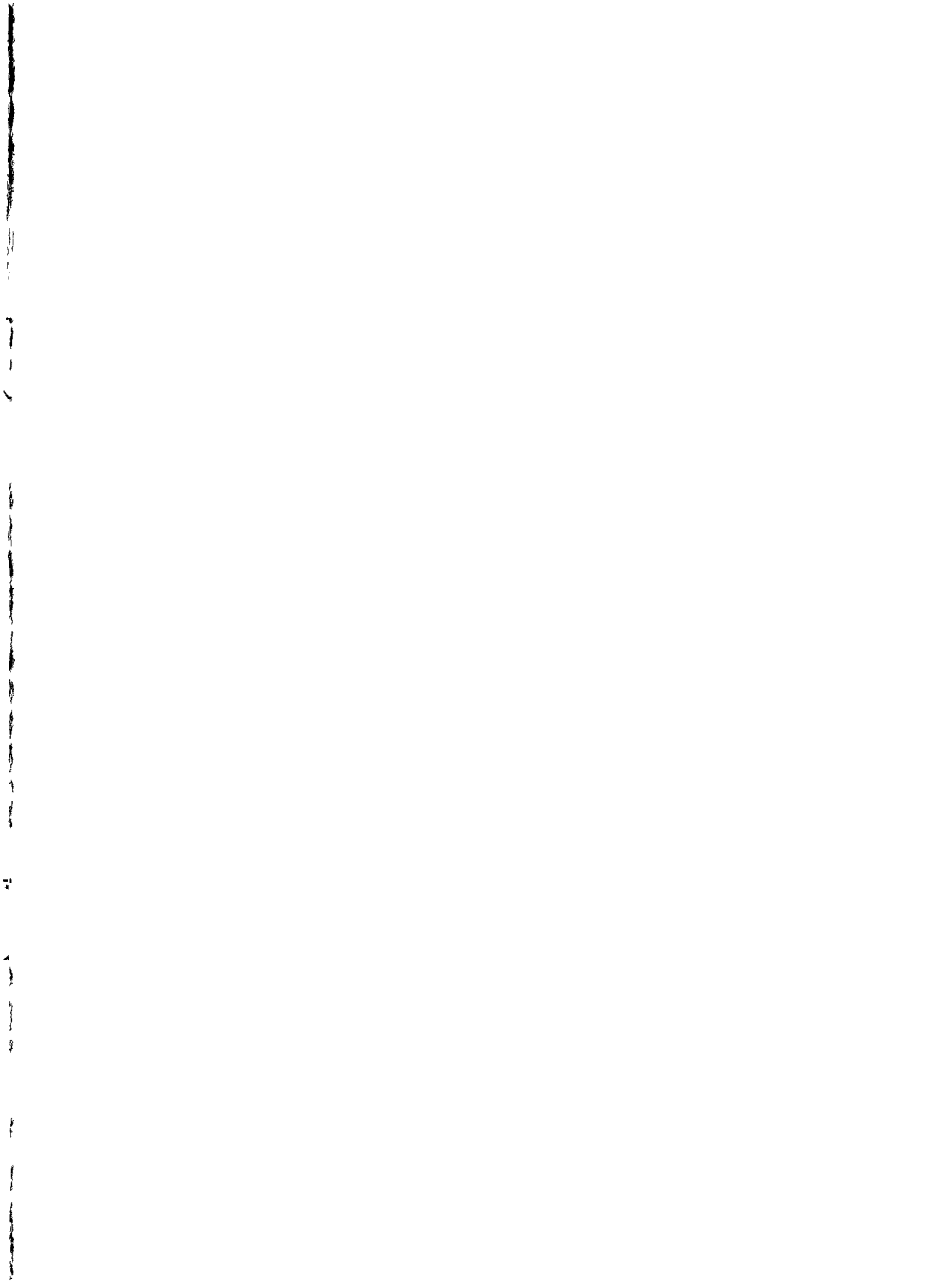
5 Хорошавин В Ю Анализ водопотребления и водоотведения в бассейне реки Пур // Сб «Проблемы географии и экологии Западной Сибири» - Вып 5 - Тюмень Изд-во «Вектор Бук», 2003 - С 11-25

6 Хорошавин В Ю Проблемы водопользования в бассейне реки Пур // Сб материалов межвузовской научной конференции «Проблемы природопользования в районах со сложной экологической ситуацией» – Тюмень, 2003 – С 89-91

7 Хорошавин В Ю Загрязнение нефтепродуктами малых рек бассейна Пур рассредоточенными источниками // Сб «Геоэкологические проблемы Тюменского региона» – Вып 1 - Тюмень Изд-во «Вектор Бук», 2004 - С 105-130

ЛР 04-967 от 24 05 99
ГУП ТО «Тюменский издательский дом»
г Тюмень, ул Первомайская, 11 Тел (3452) 45-01-16
Подписано в печать 05 08 2005 Тираж 100 экз
Объем 1 0 уч -изд л Формат 60x84/16 Заказ 1987

Отпечатано в филиале «Тюменская типография»
г Тюмень, ул Первомайская, 11 Тел 46-42-78



15329

РНБ Русский фонд

2006-4

15457