

На правах рукописи

МАЛЫШКИНА Любовь Альфредовна

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ  
РАЙОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Санкт-Петербург  
2007

Работа выполнена в Научно - исследовательском центре экологической безопасности Российской академии наук

***Научный руководитель –***

доктор биологических наук

**Капелькина Людмила Павловна**

***Официальные оппоненты:***

доктор технических наук, профессор

**Тарасов Борис Гаврилович,**

кандидат геолого-минералогических наук, профессор

**Сорокин Юрий Петрович**

***Ведущее предприятие –*** Институт проблем промышленной экологии Севера

Защита состоится \_\_\_\_\_ 2007 г. в \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. на заседании диссертационного совета Д 212.229.17 при ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 195251 г. Санкт - Петербург, Политехническая ул., 29, Гидрокорпус-2, ауд. 411.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2007г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Орлов В.Т.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Нефтегазодобывающая отрасль, являясь бюджетообразующей, занимает ведущее место в экономике России и характеризуется высокой интенсивностью техногенного воздействия на все компоненты природной среды. Взрывопожароопасность и токсичность углеводородов обуславливают повышенные требования по обеспечению безопасности объектов нефтедобычи. Аварийные ситуации на месторождениях нефти приводят к нежелательным геоэкологическим последствиям, колоссальным потерям, обусловленным нефтяным загрязнением. Расходы нефтедобывающих предприятий на предупреждение и ликвидацию нефтяных разливов, рекультивацию нефтезагрязненных земель ежегодно составляют миллиарды рублей, но стабилизировать ситуацию с аварийными разливами нефти в районах нефтепромыслов не удается: количество аварий и инцидентов на трубопроводах и, как следствие, площади нефтезагрязненных земель растут.

Обеспечение экологической безопасности в нефтедобывающих районах зависит, прежде всего, от достоверного определения источника и причин возникновения аварий, разработки и внедрения мер по минимизации экологического ущерба и частоты возникновения аварий. В связи с тем, что более 50% нефти в России добывается в Западной Сибири, а более 85% аварийных ситуаций возникает на промысловых трубопроводах (ПТ), разработка комплексных мер, осуществляемых при их строительстве и эксплуатации, в этом регионе приобретает особую актуальность.

**Целью исследований** является анализ причин аварийных ситуаций на ПТ и обеспечение экологической безопасности при их строительстве и эксплуатации в нефтедобывающих районах Западной Сибири.

### **Основные задачи:**

-изучить воздействие ПТ на окружающую среду при разных ситуациях (строительство, эксплуатация, аварии и т.д.);

-выявить основные геоэкологические факторы (ГЭФ) и источники опасности,

влияющие на частоту возникновения аварийных ситуаций в районах ПТ;

-разработать меры по снижению частоты возникновения аварий и инцидентов на ПТ и тяжести последствий аварийных разливов нефти;

-разработать методику по оценке экологического риска инцидентов и аварий на ПТ с разливами нефти;

-разработать рекомендации по выбору технологий и подбору оборудования для ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН) с учетом геоэкологических особенностей района (заболоченность территории, низкие температуры);

-разработать и обосновать типовые технологические схемы рекультивации нефтезагрязненных заболоченных земель в Западной Сибири.

**Научная новизна** заключается в том, что впервые для нефтегазодобывающих районов Западной Сибири:

-разработана методика оценки экологического риска на ПТ;

-разработаны меры по повышению надежности и рекомендации по уменьшению риска аварий и инцидентов на ПТ;

-обоснована система мониторинга ПТ как мера минимизации рисков;

-проведено ранжирование трубных сталей по стойкости к локальной коррозии в зависимости от наличия коррозионно-активных неметаллических включений (КАНВ) и даны рекомендации по их применению в условиях региона;

-на основе анализа геоэкологических особенностей района и технических характеристик оборудования разработаны матрица рекомендаций по выбору технологий ЛАРН, рекомендации по составу и комплектности специальной техники и оборудования для локализации, сбора, откачки и транспорта собранной нефти;

-разработаны технологические схемы рекультивации нефтезагрязненных заболоченных участков.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Оценка степени риска инцидентов и аварий на ПТ.

2. Факторы, влияющие на возникновение инцидентов и аварий на ПТ.

3. Комплекс мероприятий по уменьшению вероятности возникновения

аварийных ситуаций на ПТ.

4. Рекомендации по выбору технологий и подбору оборудования для ЛАРН с учетом ГЭФ как основных мер по уменьшению тяжести последствий аварий и инцидентов на нефтепромыслах.

5. Технологические схемы рекультивации нефтезагрязненных почв.

**Практическая значимость.** Разработаны рекомендации по организации и проведению оценки экологического риска аварий на ПТ в нефтедобывающих районах Западной Сибири. Предложены основные меры по обеспечению экологической безопасности при строительстве и эксплуатации ПТ в исследуемом регионе. Разработаны рекомендации по выбору технологий и подбору оборудования для ЛАРН, а также схемы рекультивации нефтезагрязненных земель для ведения работ на заболоченных территориях в условиях низких температур.

**Личный вклад автора.** Разработана методика и программа исследований, систематизированы и интерпретированы экспериментальные и статистические данные, определены факторы, влияющие на частоту возникновения аварийных ситуаций на ПТ. Разработаны методика оценки риска аварий и инцидентов на ПТ, комплекс мер по уменьшению риска аварийных ситуаций на ПТ, матрица выбора рекомендованных технологий, рекомендации по формированию парка техники и оборудования для ЛАРН, что стало основой плана ЛАРН ОАО «Сургутнефтегаз». Осуществлено внедрение комплексных мер по обеспечению экологической безопасности в районах нефтедобычи ОАО «Сургутнефтегаз», что позволило снизить риски аварий и инцидентов на ПТ в 1,5 раз.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается апробацией методов в лабораторных и производственных условиях, проверкой и внедрением разработанных рекомендаций при строительстве и эксплуатации ПТ и ЛАРН.

**Апробация работы.** Основные положения работы и результаты исследований доложены на Международных конференциях «Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нефтешламов»

(г.Москва, 2001), «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности» (г. Санкт-Петербург, 2000, 2001); «Биологическая рекультивация нарушенных земель» (г.Екатеринбург, 2002), «Акватерра» (г.Санкт-Петербург, 2004, 2005); Всероссийских конференциях «Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири» (г.Тюмень, 2000), «Экобиотехнология: борьба с нефтяным загрязнением окружающей среды» (г.Пушино, 2001); региональных научно-технических конференциях и совещаниях, проводимых в ХМАО (г.Сургут, 1996, 1997, 1999, 2005; Нефтеюганск, 1997; Ханты-Мансийск, 2003 и др.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано свыше 30 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы из 181 наименований, в том числе 32 на иностранных языках. Общий объем работы 165 страниц. Диссертация содержит 26 таблиц, иллюстрирована 17 рисунками.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

На основании обзора литературы, проведен анализ состояния проблемы экологической безопасности при строительстве и эксплуатации ПТ. Вопросам экологической безопасности и надежности различных промышленных объектов посвящено значительное количество исследований (Бабаев, 1987; Бугай и др., 1989; Мазур, 1990; Детков и др., 1994; Федоров, Шульман, 1995; Булатов и др.1997; Арефьев и др., 2000; Альхименко, 1989, 1998; Андреева, 2003; Завьялов, 2005; Яковлев, 2003, 2006; Хаустов, Редина, 2006). Однако большинство из них либо охватывают отдельные стороны этой тематики, либо затрагивают региональные и глобальные вопросы. Комплексные мероприятия по обеспечению экологической безопасности при строительстве и эксплуатации ПТ и меры оценки их эффективности предложены не были.

Объектами исследования являются природно-технические системы (ПТС) нефтепромыслов ОАО «Сургутнефтегаз». Территория нефтепромыслов занимает значительную часть Западно-Сибирской низменности - около 42000 км<sup>2</sup>. Данный

район характеризуется повсеместным преобладанием болот, наличием большого количества озер и озерков, а также высокой плотностью размещения нефтепромысловых объектов (рис. 1). В целом на предприятии насчитывается 2488 площадок скважин, 84 дожимных насосных станций (ДНС) и 22820 км трубопроводов различного назначения.

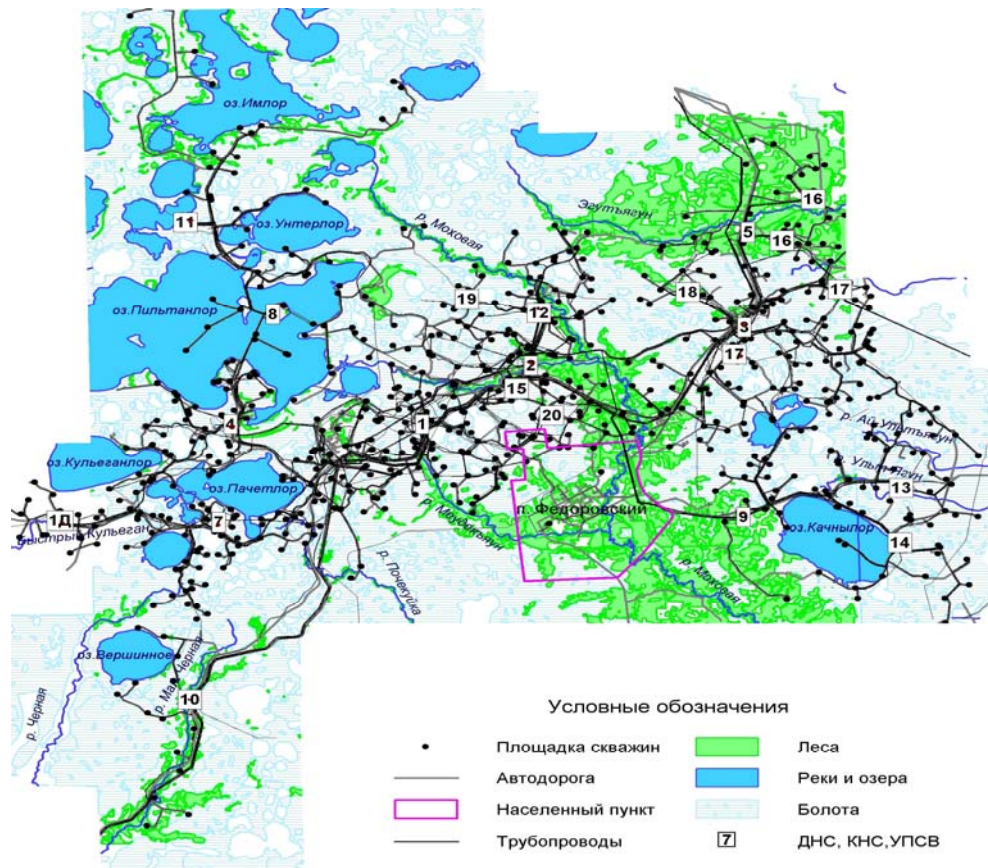


Рис. 1. Схема расположения промысловых объектов Федоровского месторождения

В процессе проведения исследований был применен широкий комплекс методов: химико-аналитического мониторинга, лабораторного и натурного моделирования, экспериментальные работы по подбору оборудования для ликвидации аварийных разливов нефти и рекультивации нефтезагрязненных земель. Статистические методы – использовались для обработки данных, характеризующих вопросы эксплуатации ПТ, а также полученных в ходе проведения лабораторных и полевых экспериментов.

Основное внимание в работе уделено проблеме повышения экологической безопасности при строительстве и эксплуатации ПТ посредством снижения риска

аварийных разливов нефти. Рассмотрено воздействие ПТ на геоэкологическую среду на разных стадиях разработки месторождения – обустройство (строительство) и эксплуатация на ранних стадиях разработки, при авариях и ликвидации их последствий на поздних стадиях разработки (табл.1).

На основании обработки статистических данных по аварийности в ОАО "Сургутнефтегаз" проведены: анализ инцидентов (утечка нефти в объеме до 10 м<sup>3</sup>) и аварий (утечка нефти в объеме свыше 10 м<sup>3</sup>) и их последствий; ранжирование объектов по величине экологического риска аварий; идентификация основных опасностей. Определена структура инцидентов и аварий с загрязнением окружающей природной среды нефтью на промыслах ОАО «Сургутнефтегаз» (рис. 2), а также структура причин возникновения инцидентов и аварий на ПТ (рис. 3).

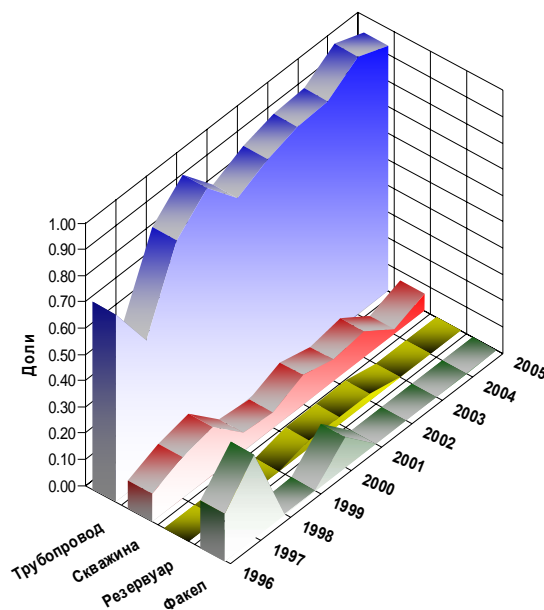


Рис.2. Распределение доли аварий и инцидентов на нефтепромыслах ОАО «Сургутнефтегаз» за 1996 - 2005 г.г.

Определена группа из семи факторов  $F_j$ , влияющих на частоту возникновения инцидентов и аварий на ПТ вследствие коррозии. Величина влияния фактора в баллах определялась для каждой группы нефтепроводов  $N_i$  ( $i = 1-4$ ) по формуле:

$$F_{Nij} = \sum_{j=1}^{j=7} q_{Nij} \cdot V_{Nij}, \text{ где } V_{Nij} - \text{ количество баллов (по десятибалльной шкале),}$$

отражающее интенсивность влияния соответствующих факторов в группе ПТ, а  $q_{Nij}$  - величина доли каждого фактора влияния в группе.



Таблица 1 - Техногенные воздействия на геоэкологическую среду в районах промысловых трубопроводов на разных стадиях разработки нефтегазовых месторождений

Стадии разработки	Земли	Гидрологический режим	Водные объекты	Атмосфера	Биота
Обустройство (строительство объектов) и ранняя стадия разработки месторождения.	Изъятие земель, создание насыпей, траншей, эстакад, уплотнение (разрыхление) пород при сооружении трубопровода.	Нарушение поверхностного стока с иссушением, подтоплением и заболачиванием территории.	Загрязнение поверхностных и подземных вод ГСМ, хозяйственными стоками при несоблюдении природоохранных требований.	Загрязнение выбросами от транспорта и механизмов при строительстве, от фланцевых соединений, запорной арматуры и т.д. при эксплуатации.	Уничтожение растительности и мезофауны в коридоре строительства. Ухудшение роста растительности вследствие нарушения водного режима на прилегающей территории. Снижение рыбных запасов при строительстве переходов через рыбохозяйственные водоемы. Шумовое воздействие. Нарушение путей миграции животных. Снижение биоразнообразия.
Поздняя стадия разработки месторождения: аварийные ситуации.	Загрязнение земель нефтью и пластовыми водами.	Практически не изменяется	Загрязнение поверхностных и подземных вод	Загрязнение выбросами от испарения легких углеводородов нефти	Гибель растительности и животных, снижение рыбопродуктивности водоемов от загрязнения нефтью и пластовыми водами.
Поздняя стадия разработки месторождения: ликвидация аварийных ситуаций.	Создание насыпей, дамб для локализации разлива нефти, рыхление пород при рекультивации и т.д.	Нарушение поверхностного стока, подтопление и иссушение территории вследствие устройства дренажных канав для сбора нефти.	Очистка природных вод путем установки бонов и сбора нефти скиммерами, сорбентами и т.д.	Воздействие несущественно (главным образом, выбросы автотранспорта и механизмов).	Обработка биопрепаратами (внесение чужеродной микрофлоры) и минеральными удобрениями. Посев и посадка растений на рекультивируемых участках.

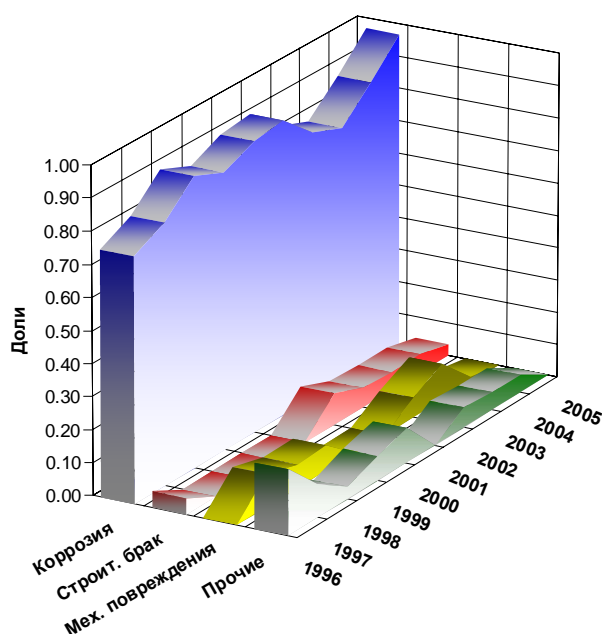


Рис.3. Распределение доли аварий и инцидентов на промышленных трубопроводах по различным причинам за период 1996 - 2005 г.г.

Количественные значения величин  $V_{Nij}$  и  $q_{Nij}$  определялись по результатам экспертных оценок с учетом эксплуатационных характеристик ПТ (табл. 2). Результаты обработки статистических данных по аварийности на ПТ ОАО "Сургутнефтегаз" за 1996-2006 годы позволили определить величину среднестатистической балльной оценки  $V^*_{прNij}$  для ПТ ОАО «Сургутнефтегаз» по формуле  $V^*_{прNij} = \lambda_{ср} \cdot F_{Nij} / \lambda_{Ni}$ , полученной путем преобразования зависимости  $\lambda_{Ni} = \lambda_{ср} \cdot K_{вли} = \lambda_{ср} \cdot F_{Nij} / V^*_{прNij}$ , где  $\lambda_{ср}$  и  $\lambda_{Ni}$  – среднестатистическая частоты возникновения аварий и инцидентов для ПТ в целом и групп ПТ соответственно. Полученная величина  $V^*_{прNij}$  равная 3,7 может использоваться при оценке риска эксплуатируемых ПТ, а также при прогнозировании риска проектируемых ПТ.

Количественная оценка экологического риска проводилась для обоснования и оценки эффективности принимаемых мер по обеспечению экологической безопасности при строительстве и эксплуатации ПТ по формуле:  $R = \lambda \cdot C$ , где  $\lambda$  – частота (вероятность) возникновения аварий и инцидентов,  $C$  – ущерб (сумма убытков в производственной и др. сферах и вреда окружающей среде) в денежном выражении.

Таблица 2 – Факторы, влияющие на частоту возникновения аварий и инцидентов

Фактор	Наименование фактора	Характеристика фактора	Определяется по формуле	Величина фактора	
				Доля в группе	Балльная оценка
F <sub>1</sub>	Изменение профиля трубопровода по трассе: - большое количество (> 2 на 1 км) - небольшое количество (<2 на 1 км) - отсутствуют	Разница геодезических отметок	$Z_1 - Z_2$	0,05	3 2 1
F <sub>2</sub>	Обводненность транспортируемой нефти - до 10% - от 10% до 70% - более 70%	Процентное содержание воды	% H <sub>2</sub> O	0,5	1 8 4
F <sub>3</sub>	Вязкость транспортируемой нефти: - маловязкая - до 5 мПа·с - средневязкая - от 5 до 25 мПа·с - высоковязкая – более 25 Па·с	Свойство сопротивляться взаимному перемещению под воздействием силы	$\mu = \nu / \rho$	0,05	6 3 0
F <sub>4</sub>	Гидравлический режим течения транспортируемой нефти: - ламинарный режим - переходный режим - турбулентный режим	Число Рейнольдса  Re<2000 2000<Re<3000 Re>3000	$Re = VD/\nu$	0,1	4 2 1
F <sub>5</sub>	Стойкость металла труб к локальной коррозии: - количество КАНВ < 2 на 1 мм <sup>2</sup> - количество КАНВ ≥ 2 на 1 мм <sup>2</sup>	Скорость локальной коррозии	$V_p = \Delta m / S \cdot \tau$	0,1	1 5
F <sub>6</sub>	Степень агрессивности пластовой (ной) воды: - слабая - средняя - сильная	Содержание агрессивных компонентов: растворенных O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub> ; %H <sub>2</sub> S; %CO <sub>2</sub>	0,1	0 2 4
F <sub>7</sub>	Эффект ингибиторной защиты: - 100% - от 85% до 99% - меньше 85%	Относительное снижение скорости коррозии при ингибиторной защите в %	$Z_{\%} = (i - i_{ин}) / i \cdot 100$	0,1	0 3 7

где:  $\mu$  - динамическая вязкость, мПа·с;  $\nu$  - кинематическая вязкость жидкости, м<sup>2</sup>/с;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>; V- скорость течения жидкости, м/с; D- диаметр трубопровода, м;  $\Delta m$ - потеря массы образца, г; S- площадь, м<sup>2</sup>;  $\tau$ - время, час.;  $i$  – контрольная скорость коррозии, г/м<sup>2</sup>· час.;  $i_{ин}$  – скорость коррозии при ингибировании, г/м<sup>2</sup>· час.;

Результаты анализа риска по группам ПТ показали, что основное влияние на величину экологического риска оказывают напорные нефтепроводы (более 70%). Поэтому принятие мер, обеспечивающих снижение риска аварий данной группы ПТ, является приоритетным. Наиболее эффективной мерой является

строительство на площадках ДНС установок предварительного сброса воды с применением трехфазных сепараторов (УПСВ), что позволяет транспортировать обезвоженную нефть. Данная мера в комплексе с очисткой внутренней полости ПТ снижает риск более чем в 6 раз.

Анализ разрушений металла ПТ показал, что основными видами коррозионных повреждений ПТ являются локальные – в виде язв и канавок. Коррозионная стойкость трубных сталей зависит не только от их химического состава и микроструктуры, но также от содержания неметаллических включений особого типа, образующихся в процессе внепечной обработки стали в ковше, названных КАНВ первого и второго типа (КАНВ<sub>1</sub> и КАНВ<sub>2</sub>), которые выявляются двумя реактивами (Реформаторская, 2003; Родионова, 2004). С целью выбора труб для строительства ПТ были проведены промышленные испытания коррозионной стойкости различных сталей (табл. 3).

Таблица 3 - Скорость коррозии образцов углеродистой и низколегированной стали

Марка стали	Плотность КАНВ <sub>1</sub> /КАНВ <sub>2</sub> , включений/мм <sup>2</sup>	Скорость общей коррозии, г/м <sup>2</sup> час	Скорость локальной коррозии, мм/год
20	7/3	0,067	0,47
20	5/2	0,055	0,38
20КСХ	1,5/2	0,040	-
20	3/3	0,057	0,29
20	3/3	0,052	0,21
09ГСФ	20/2	0,093	0,53
10Г2ФБ	15/7	0,083	0,51

Наибольшая скорость коррозии зафиксирована на образцах из стали марок 09ГСФ и 09Г2С, а наименьшая - из стали 20 и 20КСХ. Трубы из стали 20КСХ поставляются с гарантией чистоты стали по КАНВ, что характеризует ее сравнительно высокую коррозионную стойкость. Применение при строительстве ПТ труб повышенной стойкости к локальной коррозии и снижает риск аварий и инцидентов на 50 %. Применение импортных (Корексит ES1151М, Рокор С403, Додикор 4712) и отечественных (СНПХ-6301К3, Сонкор 9510Б) ингибиторов коррозии снижает частоту аварий на ПТ в 1,3 раза.

Анализ причин и факторов возникновения аварий и инцидентов, результаты оценки экологического риска позволили определить комплекс первоочередных мер по снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций на ПТ:

1. Строительство установок предварительного сброса воды (УПСВ).
2. Применение при строительстве ПТ труб повышенной стойкости к локальной коррозии.
3. Организация ингибиторной защиты.
3. Своевременное прогнозирование и выведение аварийно-опасных участков нефтепроводов из эксплуатации, их текущий и капитальный ремонт.
4. Организация мониторинга ПТ по следующим основным направлениям:
  - диагностика состояния с целью выявления коррозионно-опасных участков и контроль ингибиторной защиты с использованием датчиков скорости коррозии, толщиномеров и дефектоскопов, расчетов гидродинамических режимов и определения структуры потока;
  - проведение комплекса мероприятий по раннему обнаружению утечек (контроль давления и баланса перекачиваемой нефти в начале и конце трубопровода; наземное и воздушное обследование ПТ; визуальный и химико-аналитический контроль водотоков).

Для снижения экологического ущерба от аварийных разливов нефти рассмотрены и выбраны технологии их ликвидации и рекультивации нефтезагрязненных земель с учетом специфики исследуемого региона. Выбор применяемых технологий и оборудования при ЛАРН направлен на обеспечение охраны особо значимых территорий и водоемов, локализации в кратчайшие сроки и максимально возможное удаление нефти с поверхности воды и грунта, и зависит, прежде всего, от времени года, местонахождения и доступности загрязненного объекта. Для очистки поверхности болот разработаны, обоснованы и опробованы технологии промывки водой и выжигания разлитой нефти. С учетом этих обстоятельств разработана матрица по выбору технологий ЛАРН (табл. 4).

Таблица 4. Матрица рекомендаций по выбору технологий ЛАРН

Технологии ликвидации разлива нефти	Тип нефтезагрязненного участка					
	Болото		Суходол		Водоток*	
	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето
Механизированное удаление	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Удаление загрязнения вручную			●	●	●	●
Промывка водой под давлением		✓				✓
Выжигание	✓	✓	✓			
Удаление загрязненного грунта			✓	✓		✓
Применение сорбентов	●	●			✓/●	✓/●
Применение бакпрепаратов и мин. удобрений		✓		✓		
✓ - Рекомендованный (обязательный) вариант; ● - Вариант дополнительный при небольшом загрязнении и/или для окончательной очистки. * - в объект «водоток» включается и береговая линия						

Основываясь на анализе опыта проведения ликвидационных работ, были разработаны требования к природоохранному оборудованию:

1. Адаптированность к природным условиям (возможность сбора нефти на болотах, открытых водных поверхностях в условиях сурового климата).

2. Маневренность, возможность оперативной доставки к месту аварии.

3. Компактность, комплектность и автономность.

4. Универсальность, т.е. возможность использования не только для ЛАРН, но и для других задач, например, для зачистки емкостного оборудования.

5. Совместимость оборудования, позволяющая применять его в разной комплектации (различные скиммерные головки с разными силовыми блоками и насосами, учитывающие количество и вязкость излившейся нефти, другие обстоятельства проведения работ на территориях и акваториях).

6. Многофункциональность, возможность использования съемных взаимозаменяемых насадок оборудования для различных целей.

Предлагаемая комплектность специальной техники, оборудования и технологий для локализации, сбора и откачки разлитой нефти, для транспортирования и утилизации собранной нефти, а также возможность ее использования в технологических циклах по переработке нефтесодержащих отходов, позволяют обеспечить максимально возможный сбор нефти с наименьшим

ущербом для окружающей среды.

Нефтезагрязненные земли после завершения ликвидационных работ подлежат рекультивации. Основными направлениями рекультивации в заболоченных районах Западной Сибири являются санитарно-гигиеническое и природоохранное, предусматривающие осуществление операций, направленных на восстановление естественной растительности. Испытанные приемы рекультивации, хорошо зарекомендовавшие себя в условиях региона, сводятся к выполнению операций, представленных в табл. 5. Они учитывают значимость земель, их местонахождение, возраст разлива.

Внедрение комплексных мер, осуществляемых при строительстве и эксплуатации, позволили в целом на ПТ уменьшить экологический риск аварий и инцидентов в 1,5 раза, ущерб от аварий и инцидентов – 2 раза. Показатели экологического риска аварий и инцидентов на ПТ до и после внедрения мер по обеспечению экологической безопасности представлены на рис.4.

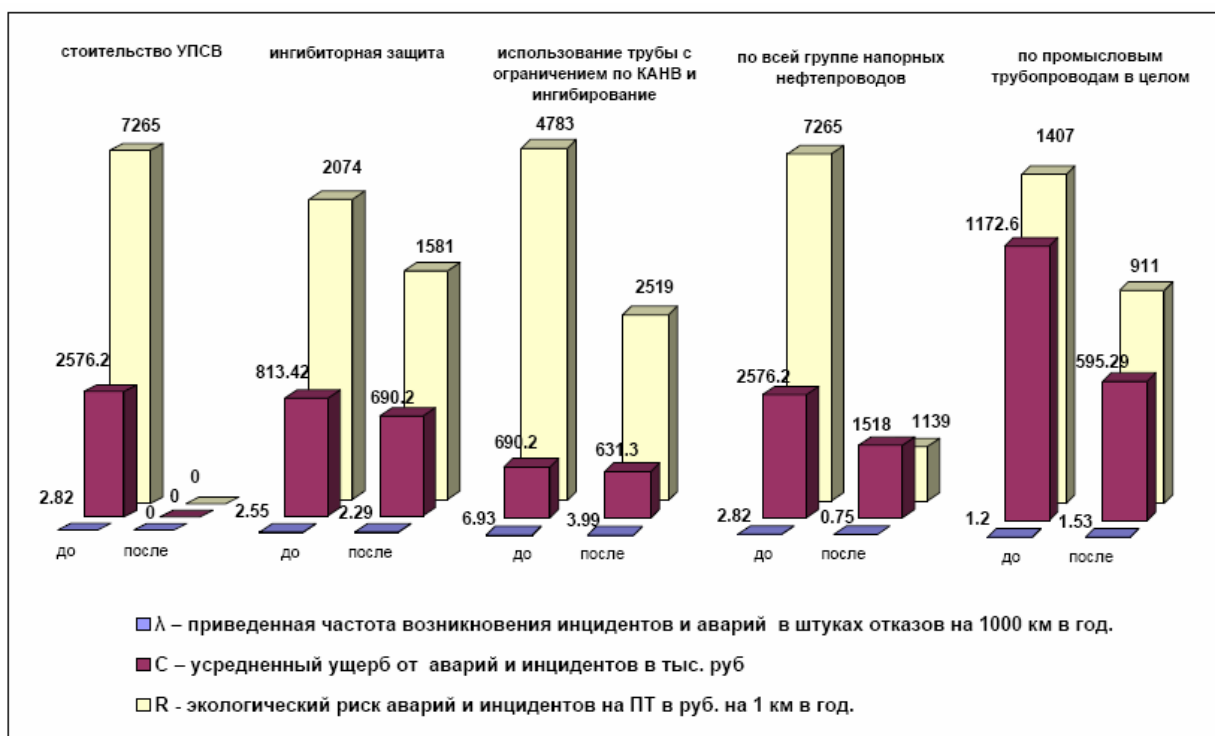


Рис.4. Показатели оценки экологического риска инцидентов и аварий до и после внедрения мер по обеспечению экологической безопасности ПТ

Таблица 5 - Технологические схемы рекультивации нефтезагрязненных заболоченных земель

Категория земель	Местонахождение участков	Характеристика нефтезагрязненного участка		
		Нефтезагрязнения прошлых лет	Нефтезагрязнения текущего периода (после окончания ЛАРН)	
			Имеется риск попадания нефти в водоток	Замкнутые бессточные котловины
1. Особо важные территории.	Пригородные зеленые зоны. ООПТ. Водоохранные зоны. Участки около дорог федерального значения.	Рыхление для улучшения аэрации. Внесение минеральных удобрений и извести (при рН ниже 5,0). Обработка биопрепаратом. Посев многолетних трав при содержании нефти ниже 10-12%. Ориентировочные нормы высева 20-25 кг/га.	Внесение минеральных удобрений, извести и торфа (если при этом достигается 10-12% содержание нефти), фрезерование. Обработка биопрепаратом. Посев трав, посадка растений.	Рыхление. Внесение минеральных удобрений и извести. Обработка биопрепаратом. Посев трав, посадка растений.
2. Земли лесного фонда.	Лесные и болотные участки, не попадающие в категорию 1.	Рыхление. Обработка биопрепаратом. Посев трав адаптированных к избыточному увлажнению (5-10% от нормы высева при достижении уровня загрязнения, обеспечивающего появление всходов растений).	Обработка биопрепаратом; Внесение минеральных удобрений и извести.	Рыхление. Внесение минеральных удобрений и извести. Посев трав. Оставление под самозарастание.
3. Земли лесного фонда.	Участки, где было проведено выжигание нефти согласно плану ЛАРН.	Рыхление.	Рыхление. При необходимости нанесение торфа.	Рыхление и (или) оставление под самозарастание.



## Выводы

1. Установлены основные изменения геоэкологической среды в районах ПТ на различных стадиях обустройства (строительства) и разработки нефтегазовых месторождений.

2. На основе анализа статистических данных по аварийности определены факторы, влияющие на частоту возникновения аварий и инцидентов на ПТ, и предложена методика по оценке риска аварий и инцидентов на ПТ, отличительной особенностью которой является учет факторов, определяющих проявление внутренней коррозии.

3. Установлено, что на поздней стадии разработки нефтегазовых месторождений основная доля экологического риска (более 70%) приходится на группу напорных нефтепроводов и меры по обеспечению их экологической безопасности - приоритетными.

4. Разработаны меры по обеспечению экологической безопасности ПТ. Для напорных трубопроводов наиболее эффективным является строительство УПСВ с использованием трехфазных сепараторов в сочетании с очисткой полости трубопровода (риск аварий и инцидентов снижается в 6 раз). Применение при строительстве труб повышенной стойкости к локальной коррозии, ингибиторная защита снижает риск аварий и инцидентов в 2 раза. Снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций на ПТ обеспечивается также мониторингом состояния ПТ и своевременным ремонтом аварийно-опасных участков.

5. Определено, что наиболее рациональным методом повышения стойкости трубных сталей к локальной коррозии является ограничение загрязненности стали КАНВ.

6. С целью снижения тяжести последствий инцидентов и аварий на ПТ в заболоченных районах Западной Сибири разработана матрица по выбору рекомендованных технологий ЛАРН. Определены приоритетные свойства, учет которых позволяет сформировать эффективный парк нефтесборной техники и оборудования для ЛАРН (адаптированность к природным условиям и физико-химическим свойствам нефтей, маневренность и оперативность доставки к месту

аварии, взаимозаменяемость и многофункциональность).

7. Разработаны технологические схемы рекультивации, учитывающие специфические особенности болотных территорий, местонахождение, объемы и давность разлива нефти, и обеспечивающие восстановление растительности и минимизацию ущерба.

#### **Список основных работ, опубликованных по теме диссертации:**

1. Даниленко Л.А., Малышкина Л.А., Оснач А.М. Экологический мониторинг территории ОАО «Сургутнефтегаз» // Вопросы геологии, бурения и разработки нефтяных и газонефтяных месторождений Сургутского региона (Сборник трудов СургутНИПИнефть). М., 1997. – С. 290-294.
2. Алехин В.Г., Фахрутдинов А.И., Малышкина Л.А., Ситников А.В., Емцев В.Т., Хотянович А.В. Сравнительная эффективность деструкции нефтепродуктов различными биопрепаратами при разных уровнях загрязнения торфогрунтов // Биологические ресурсы и природопользование. Нижневартовск, – 1999. – Вып. 3.– С. 96-105.
3. Малышкина Л.А. Создание системы ликвидации аварийных разливов нефти в ОАО «Сургутнефтегаз» // Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири. Пленарные доклады Всероссийской научно-практической конференции. 2001. – С. 22-37.
4. Малышкина Л.А. Экологическое и экономическое обоснование установления региональных нормативов допустимого остаточного уровня нефтепродуктов в почвах и рекультивации нефтезагрязненных земель // Тез. докл. межд. конф. «Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нефтешламов» Москва 10-11 декабря 2001. М., 2001. – С.261-265.
5. Капелькина Л.П., Малышкина Л.А., Зубарев С.В. Ликвидация аварийных разливов нефти в зимнее время путем контролируемого выжигания. // Тез. докл. межд. конф. «Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нефтешламов» Москва 10-11 декабря 2001. М., 2001. – С.311.
6. Kapelkina L.P. Malyshkina L.A., Zubarev S.B. Elimination of accidental oil spills in winter time by controllable combustion //Reports synopsis «Advanced Technologies for Oil-Polluted Soil, Waters and Oil Sludge Treatment», Moscow 10-11 December 2001. М., 2001. – P.239-240.
7. Малышкина Л.А. Проблемы восстановления территорий, загрязненных нефтью, в таежной зоне Сургутского района // Тезисы докладов конференции «Экобиотехнология: борьба с нефтяным загрязнением окружающей среды» 29-30 января 2001. Пущино, 2001. – С.53-54.
8. Малышкина Л.А. Охрана природы и рациональное природопользование в ОАО «Сургутнефтегаз» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2002. № 2. – С. 4-8.
9. Нуряев А.С., Малышкина Л.А. Охрана природы и рациональное природопользование в ОАО «Сургутнефтегаз» // Нефтяное хозяйство. – 2002. №8. – С. 122-124.

10. Kapelkina L.P., Malyshkina L.A., Chugunova M.V. The recultivation of oil contaminated bog soil. // Conference Proceeding. 8th International FZK/TNO. Consoil 2003, 12-16 May 2003. Conference on Contaminated Soil. – P. 1500-1507.
11. Капелькина Л.П., Малышкина Л.А., Чугунова М.В. Рекультивация нефтезагрязненных болотных почв. // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург, 2003. – С. 7-12.
12. Капелькина Л.П., Малышкина Л.А. Технологические аспекты рекультивации нефтезагрязненных болотных почв // Интеграл. – 2005. №2 (22). – С. 73-75.
13. Малышкина Л.А. Опыт ликвидации аварийных разливов нефти в ОАО «Сургутнефтегаз» // Сборник материалов Международной конференции «Акватерра-2004» 15-17 июня 2004, Санкт-Петербург. 2005. – С. 269-272.
14. Матвеев Н.И., Малышкина Л.А., Касаткин В.В. Комплексное решение задач экологической и промышленной безопасности в ОАО «Сургутнефтегаз» // Нефтяное хозяйство. – 2005. №3. – С.14-16.
15. Савелов С.В., Малышкина Л.А. и др. Опыт использования сорбента СТРГ в ОАО «Сургутнефтегаз» // Территория нефтегаз. – 2005. №3. – С.66-68.
16. Родионова И.Г., Бакланова О.Н., Шаповалов Э.Е., Эндель Н.И., Реформаторская И.И., Подобаев А.А., Кузнецова Е.Я., Малышкина Л.А., Драндусов А.В. О методах оценки коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных трубных сталей в условиях эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов // Metallurg. – 2005. №5. – С. 44-50.
17. Голованов А.В., Меньшикова Г.А., Зинченко С.Д., Ефимов С.В., Попов Е.С., Батьков А.А., Степанов П.П., Рябов Ю.В., Родионова И.Г., Бакланова О.Н., Ефимова Т.М., Быков А.А., Шаратов А.А., Малышкина Л.А., Драндусов А.В. Освоение производства проката и труб из стали 20-КСХ с гарантированной чистотой по коррозионно-активным неметаллическим включениям // Metallurg. – 2005. №6. – С. 43-48.
18. Седых В.Н., Малышкина Л.А., Даниленко Л.А. Методическое руководство по рекультивации шламовых амбаров без их засыпки на территории лесного фонда Российской Федерации в среднетаежной подзоне Западной Сибири. М., Федеральное агентство лесного хозяйства. 2005. – 38 с.
19. Kapelkina L., Malyshkina L., Bakina L., Korolev A., Koroleva T., Usova L., Bakkal S. Monitoring of ecosystems in an oil-extracting area // Waste to Energy, Bioremediation and Leachate Treatment. The Second Baltic Symposium on Environmental Chemistry/ Kalmar, Sweden, 2005, – p.429-435.