

На правах рукописи

КРАСКОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА ОБЪЁМОВ
РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
НА ТРУБОПРОВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ**

25.00.19 – Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тюмень, 2004г.

Работа выполнена в Тюменском государственном нефтегазовом университете

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ
Иванов Вадим Андреевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
академик АТН РФ
Малюшин Николай Александрович

кандидат технических наук
Симонов Виктор Владимирович

Ведущая организация: **ОАО «Гипротрубопровод»**

Защита состоится 6 июля 2004 года в 15³⁰
на заседании диссертационного совета Д 212.273.02 при
Тюменском государственном нефтегазовом университете
по адресу: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Тюменского государственного нефтегазового университета

Автореферат разослан 5 июня 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
доктор технических наук, профессор _____ С. И. Челомбитко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Научно-технический прогресс, основанный на рыночной экономике Российской Федерации, а также повышенные требования к надежности трубопроводного транспорта углеводородного сырья, требуют эффективной системы технологического проектирования ремонтно-строительных работ. В данной работе обосновываются технологические и организационные решения при реализации инвестиционно-строительных проектов в области капитального ремонта и реконструкции магистральных трубопроводов.

Анализ отечественной и зарубежной практики позволил выявить большое количество формализованных методов принятия решений в области инвестиционной политики. Рассматриваемые цели при обобщенной оценке проектов могут быть различными. Поэтому оптимальная оценка проектов необходима для стабильного функционирования трубопроводной системы и выполнения задач по надежному снабжению потребителей углеводородным сырьем.

Цель предлагаемого подхода к системе технологического проектирования - совершенствование концептуальной и методической базы выработки и принятия таких решений по управлению ремонтно-строительными работами, которые учитывали бы факторы, определяющие надежное функционирование всего комплекса «магистральный трубопровод».

Требование к надежности функционирования трубопроводов является первоочередной проблемой рассматриваемых объектов, так как на протяжении весьма длительного периода времени система трубопроводных сетей формировалась как единая инженерно-техническая. Система существует с определенным согласованием следующих организационно-управленческих решений: параметров функционирования трубопроводных сетей; расстановки и технического оснащения перекачивающих станций;

создание организованной автоматизированной системы управления магистральными трубопроводами и др.

Существующая система сбора, обработки и использования статистической информации о техническом состоянии магистральных трубопроводов, накапливающейся при их диагностировании различными методами, нуждается в дальнейшем совершенствовании. При этом одним из главных направлений должно стать создание прогнозных систем с элементами искусственного интеллекта, которые объединяют возможности экспертных и традиционных систем статистической обработки. Это позволит унифицировать методы неформального анализа качественных данных о надежности трубопроводных объектов. Развитие базы знаний позволит в прогнозах показателей функционирования системы объектов иметь значительно больший объем сведений, чем это было до сих пор.

Актуальность выполненных исследований связана с реализацией задач по автоматизации технологического проектирования производства ремонтно-строительных работ на магистральных трубопроводах. Разработанные методики и алгоритмы позволяют эффективно управлять и прогнозировать ремонтно-строительные работы на трубопроводных объектах, а также совершенствовать нормативную базу.

Состояние изученности вопросов темы. Исследованию прогнозирования и определения остаточного ресурса и адаптации к существующим технологиям ремонтно-строительных работ посвящены работы ведущих ученых и инженеров нефтегазовой отрасли: Березина В.Л., Богатенкова Ю.В., Бородавкина П.П., Гумерова А.Г., Гумерова Р.С., Забелы К.А., Иванова В.А., Калинина В.В., Левина С.И., Лисина Ю.В., Москвича В.М., Новоселова В.В., Шаммазова А.М., Gray D., Kane R.D. и других, результаты работ которых использовал автор в своих исследованиях.

Цель диссертационной работы - разработка методов автоматизированного проектирования производства ремонтно-строительных работ на объектах трубопроводного транспорта.

Задачи исследования:

- разработать основные принципы совершенствования системы сбора и обработки данных о состоянии трубопроводной системы путем мониторинга эксплуатационных показателей;
- разработать методы количественного анализа технико-экономических показателей выполнения объемов ремонтно-строительных работ с учетом условий и способов принятия решений по методам организации и управления;
- разработать методы и средства оценки возможных стратегий технологии ремонтно-строительных работ.

Объект исследования: проектирование и технологии производства ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах.

Предмет исследования: информационно-вычислительные процессы и методы автоматизации трубопроводного проектирования ремонтно-строительных работ.

Научная новизна результатов исследования:

- разработан метод автоматизации процесса при проектировании производства ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах, обеспечивающий системотехническую увязку функциональных подсистем и информационно-аналитических задач;
- разработаны приёмы оптимизации принятия организационно-технологических решений, позволяющие осуществлять многовариантное моделирование технико-экономических показателей инвестиционно-строительной деятельности организаций при реализации проектов.

На защиту выносятся:

- построение математических моделей проектирования ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах на основе современных информационно-вычислительных технологий;
- методы и критерии анализа технико-экономических показателей производства ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах.

Практическая значимость и внедрение результатов исследования.

Совокупность полученных результатов позволила получить методику автоматизированного трубопроводного проектирования, а разработанные информационно-вычислительные технологии позволяют анализировать наличие материально-технических ресурсов для производства ремонтно-строительных работ с учетом полученных в работе подходов оценки технико-экономических показателей инвестиционно-строительных проектов.

В процессе работы выполнено опытно-промышленное внедрение результатов исследований ЗАО «ПИРС». Разработаны программные комплексы, которые позволяют в автоматизированном диалоговом режиме реального времени осуществлять поиск решений по внедрению инвестиционно-строительных проектов ремонтно-строительных работ.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: технических совещаниях в ОАО «АК «Транснефть» (г. Москва, 2001, 2002, 2003, 2004) и ОАО «Сибнефтепровод» (г.Тюмень, 2002, 2003, 2004); научно-практическом семинаре «Транспортный комплекс 2003»; международной научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири» (г. Тюмень, 2003).

По результатам работы опубликовано 5 статей и 2 монографии.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав и выводов. Работа изложена на 107 страницах и содержит 7 таблиц, 13 рисунков и список литературы из 88 наименований.

Содержание работы:

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цель и основные задачи исследования, дана краткая характеристика работы.

В первой главе выполнен анализ современных методов технологического проектирования ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах. Это связано с тем, что в условиях рыночных отношений возникает острая необходимость в ориентированной стратегии выполнения ремонтно-строительных работ, так как главным стратегическим направлением является обеспечение эксплуатационной надежности объектов нефтегазовой отрасли.

При этом исследованы методы формирования программы ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах, проанализированы критериальные подходы к оценке необходимости выполнения ремонтно-строительных работ, приведена концепция автоматизированного технологического проектирования выполнения ремонтно-строительных работ с учетом данных о функциональном состоянии объектов.

Планирование проведения ремонтно-строительных работ должно учитывать:

- конструкцию трубопроводного объекта;
- технологический режим эксплуатации;
- природно-климатическую зону прохождения магистрального трубопровода.

Основные принципы ранжирования участков для проведения ремонтно-строительных работ должны исходить из закономерностей возникновения аварийных ситуаций на трубопроводных объектах, анализа статистики отказов, результатов диагностики, данных коррозионного мониторинга и результатов комплексного технического обследования металла и изоляции труб с инструментальной оценкой фактического технического состояния.

В настоящее время определяющими направлениями развития технологического проектирования являются: приоритетность проведения ремонтно-строительных работ, которая базируется на выборе критериев и принципов ранжирования объектов по степени опасности дальнейшей эксплуатации; проведение ремонтно-строительных работ без остановки перекачки, основанное на разработке, создании и внедрении эффективных технологий, материалов и конструкций, позволяющих производить ремонтно-строительные работы на трубопроводных объектах без остановки функционирования и с минимальным риском.

Развитие направления ранжирования проведения ремонтно-строительных работ заключается в определении очередности по функциональному назначению, а именно в первую очередь проведение ремонтно-строительных работ необходимо выполнять на объектах, возможные аварии на которых будут связаны с опасностью для жизни людей.

Рассмотренные принципы проведения ремонтно-строительных работ с учетом данных диагностики объектов позволяют теоретически обосновать и практически реализовать рекомендации по технологическому проектированию ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах. Существенного повышения технико-экономических показателей использования материально-технических ресурсов можно ожидать при условии реализации определенных практических и теоретических основ исследования строительных процессов, базирующихся на работах отечественных и зарубежных ученых в области системотехники строительства, обобщении исследований в области организации строительного производства, экспертного логического и системного анализа, теории вероятностно-статистических методов и анализа технологических процессов.

Не вызывает сомнений важность активного вовлечения пользователя в процесс принятия решения, что напрямую связано с предоставлением ему

многофункциональных средств интерактивного взаимодействия с системой анализа проектных решений, т.е. обеспечением автоматизированного трубопроводного проектирования организации и технологии строительного производства. Диалог между человеком и компьютером можно определить как обмен информацией между вычислительной системой и пользователем, проводимый с помощью интерактивного терминала и по определенным правилам.

Из наиболее важных требований, предъявляемых ведению диалога в информационно-вычислительных системах принятия решений, можно особо выделить организацию взаимосвязанного использования информационно-вычислительных ресурсов и профессиональных знаний. Взаимосвязанность перечисленных компонент понимается, как наличие внутренних механизмов организации поиска различных ресурсов для получения информации по запросу в случае, если пользователь не указывает конкретно, какие именно средства системы должны быть использованы для поиска информации и формирования ответа. Система в таких случаях должна сообщать, как было найдено решение: получено непосредственно из базы данных; сформировано с использованием каких-то правил из базы знаний; вычислено по такому-то методу и т.д.

Удовлетворение перечисленных выше требований к диалоговой системе позволяет осуществить трубопроводное проектирование ремонтно-строительных работ с учетом: автоматизированного анализа вариантов проектных решений и ситуаций, возникающих в процессе проектирования с использованием профессиональных знаний; выбора наиболее эффективных форм представления входной и выходной информации из предоставляемых системой вариантов.

Во второй главе разработаны: методы экспертного системного анализа технико-экономических показателей выполнения ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах; классификации технологических

решений по производству ремонтно-строительных работ с учетом дефектного состояния трубопроводных систем; способ выбора участков для выполнения ремонтно-строительных работ на основе анализа технико-экономических показателей; методические подходы для эффективной организации ремонтно-строительных работ для трубопроводной системы.

Процесс формирования плана выполнения ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах включает в себя несколько последовательных этапов и разное количество анализируемых на соответствующих уровнях объектов (один объект, территориальную подсистему объектов, систему объектов в целом). На первом этапе составляется план ремонтно-строительных работ на конкретном объекте, то есть анализ технического состояния каждого объекта по данным технического контроля (ретроспективным данным его эксплуатации) и диагностики. При этом осуществляется выбор эффективного метода производства работ с оценкой требуемых затрат на устранение выявленных на объекте дефектов. На втором этапе происходит отбор тех объектов, которые следует включить в заявку на выполнение работ на очередной плановый период. Этот этап предполагает обоснование необходимости проведения ремонтно-строительных работ на объектах, включенных в заявку. На третьем этапе формируется план работ системы объектов, то есть осуществляется отбор среди объектов, попавших в заявки, выполнение на которых ремонтно-строительных работ обеспечит наиболее высокую эффективность использования средств, выделяемых на всю программу.

Технико-экономическая эффективность выполнения ремонтно-строительных работ путем замены участка определяется с использованием балльных оценок. Замена участка, содержащего дефекты с определенной плотностью, целесообразна при условии:

$$Z(\text{замена}) \leq Z(\text{ремонт}), \quad (1)$$

где $Z(\text{замена})$ - затраты на ремонтно-строительные работы при полной замене участка; $Z(\text{ремонт})$ - затраты на производство ремонтно-строительных работ при восстановлении работоспособности рассматриваемого участка с учетом суммы затрат на выполнение работ для всех дефектов на данном участке.

В работе предложены аналитические зависимости для экспертной балльной оценки затрат при реализации различных методов производства ремонтно-строительных работ.

Экспертная балльная оценка затрат на выполнение ремонтно-строительных работ путем полной замены участка трубопровода осуществляется по формуле:

$$Z(\text{замена}) = Z_{\text{п}} + Z_{\text{р}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{т}} = k_1 + k_2 \cdot L + k_3 \cdot D^2, \quad (2)$$

где $Z_{\text{п}}$ - затраты на подготовительные операции; $Z_{\text{р}}$ - затраты, связанные непосредственно с выполнением работ по переукладке участка трубопровода; $Z_{\text{з}}$ - затраты на заключительные операции; $Z_{\text{т}}$ - недополученная в связи с проведением ремонтно-строительных работ тарифная выручка; L - протяженность участка трубопровода, м; D - наружный диаметр трубопровода, м; k_1 , k_2 и k_3 - эмпирические коэффициенты.

Экспертная балльная оценка затрат на производство ремонтно-строительных работ по восстановлению работоспособности рассматриваемого участка магистрального трубопровода с учетом суммы затрат на выполнение работ для всех дефектов на данном участке определяется по формуле:

$$Z_{\text{ремонт}} = \sum_{i=1, k} (Z_{\text{п}} + Z_{\text{р}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{т}})_i, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, \dots, k$ - общее количество устраняемых дефектов на участке трубопровода, протяженностью L .

Экспертная балльная оценка затрат на подготовительные операции выражается зависимостью:

$$\sum_{i=1,k} Z_{pi} = \max_i \{P_{1i}\} + \sum_{i=1,k} [P_{2i} \cdot (L_i + 10) + P_{3i} \cdot D^2], \quad (4)$$

где P_{1i} - коэффициент, учитывающий затраты на согласование проведения ремонтно-строительных работ; P_{2i} - коэффициент, учитывающий затраты на вскрытие трубопровода; P_{3i} - коэффициент, учитывающий затраты на создание амбаров для сброса нефти из участка трубопровода, на котором выполняются работы; L_i - длина i -ой ремонтной конструкции, м.

Экспертная балльная оценка затрат на выполнение ремонтно-строительных работ осуществляем по формуле:

$$\sum_{i=1,k} Z_{pi} = \max_i \{P_{1i}\} + \sum_{i=1,k} [P_{2i} + P_{3i} \cdot L_i], \quad (5)$$

где P_{1i} - коэффициент, учитывающий затраты на остановку транспорта углеводородного сырья и опорожнение участка трубопровода; P_{2i} - коэффициент, учитывающий затраты на выполнение работ; P_{3i} - коэффициент, учитывающий затраты на материалы для выполнения ремонтно-строительных работ.

Экспертная балльная оценка затрат на заключительные операции по i -му дефекту определяется по формуле:

$$\sum_{i=1,k} Z_{3i} = \max_i \{Z_{1i}\} + \max_i \{Z_{2i}\} + \max_i \{Z_{3i}\} \cdot D^2, \quad (6)$$

где Z_{1i} - коэффициент, учитывающий затраты на ввод трубопровода в эксплуатацию; Z_{2i} - коэффициент, учитывающий затраты на демонтаж технологических линий; Z_{3i} - коэффициент, учитывающий затраты на рекультивацию земель.

Экспертная балльная оценка недополученной тарифной выручки определяется по формуле:

$$\sum_{i=1,k} Z_{Ti} = [\max_i \{T_i\} + 3 \cdot k] \cdot D^2, \quad (7)$$

где T_i - коэффициент, учитывающий продолжительность выполнения ремонтно-строительных работ; k - общее количество дефектов на участке,

устранение которых осуществляется путем проведения определенного вида работ.

Предварительная оценка технико-экономической эффективности исполнения ремонтно-строительных работ осуществляется с помощью соответствующих коэффициентов удорожания.

Анализ результатов расчетов эффективности проведения ремонтно-строительных работ методом «замена участка» ($L = 150$ м, $D = 0,82$ м, $k_1 = 5$, $k_2 = 55$, $k_2 = 1,5 \text{ м}^{-1}$, $k_3 = 0,9 \text{ м}^{-2}$) показал, что целесообразность проведения ремонтно-строительных работ предложенным методом подтверждается при $k \leq 3$, так как $Z(\text{замена}) = 251 > Z(\text{ремонт}) = 245$ при $k = 3$. С другой стороны, уменьшение протяженности участка (L), на котором проводятся ремонтно-строительные работы, существенно влияет на получаемый результат: замена участка, содержащего дефекты с определенной плотностью (в рассматриваемом случае $k = 3$), становится целесообразной уже при $L \leq 140$ м: $Z(\text{замена}) = 238 \leq Z(\text{ремонт}) = 245$ при $L = 140$ м.

На основе перечня обнаруженных особенностей и протокола прочностных расчетов по определению опасности дефектов формируется рабочая база данных о дефектах.

По протоколу прочностных расчетов выделяются опасные дефекты. Их отличительным признаком является снижение допустимого давления по сравнению с уровнем рабочего давления по нормативу.

Виды выполнения ремонтно-строительных работ при устранении опасных дефектов определяются по соответствующему алгоритму, одновременно осуществляется их классификация по степени снижения допустимого давления по сравнению с нормативным и формируется план производства работ системы трубопроводных объектов.

Для решения задачи формирования программы производства ремонтно-строительных работ для системы трубопроводных объектов представляется необходимым воспользоваться методами многокритериальной оценки

приоритета объектов с учетом всей информации, имеющейся к началу планирования, а также суждению экспертов по факторам, не поддающимся количественному анализу. Укрупненная схема анализа приоритетов представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема многокритериального анализа объектов при их отборе для включения в программу проведения ремонтно-строительных работ

Расчет оптимального плана проведения ремонтно-строительных работ системы трубопроводных объектов для отдельной строительной-монтажной колонны включает в себя: перечень трубопроводных объектов, ремонт которых выполняется данной строительной организацией; сроки начала и окончания работ каждого объекта; маршруты перемещения, суммарные затраты времени на перемещение строительной-монтажной колонны;

суммарные затраты на ремонтно-строительные работы и их раскладку по времени.

При формировании плана ремонтно-строительных работ учитываются следующие факторы: приоритеты объектов, включенных в программу работ данной строительной организации; затраты финансовых средств на проведение работ по каждому объекту; затраты времени на перемещения строительно-монтажной колонны с одного объекта на следующий объект.

Приоритеты объектов, включенных в программу ремонтно-строительных работ, определяются с помощью экспертной системы с учетом:

- технического состояния объектов, которое оценивается по имеющейся совокупности данных о состоянии металла труб, монтажных сварных швов, переходов через водные преграды, изоляции, арматуры и т.п.;
- положительных эффектов проведения ремонта: снижение издержек, повышение безопасности функционирования, увеличение срока службы объекта, сокращение затрат на ремонтно-строительные работы в будущем и др.;
- показателей затрат, необходимых для проведения ремонта (объема финансирования работ, объема трудозатрат, требуемых материально-технических ресурсов, времени выполнения работ);
- системных факторов и требований (уровень ответственности объекта в системе, загрузки в ближайшей и в отдаленной перспективе).

Фактически использование программы позволяет получить не только оптимальное решение, но и целую совокупность субоптимальных планов проведения ремонтно-строительных работ с различными значениями затрат времени и финансовых средств, что дает возможность более гибкого выбора программы выполнения работ.

Использование подобных формализованных процедур и программ гарантирует эксперта от возможных ошибок при использовании "ручных" способов планирования, позволяет проверить предлагаемые решения и унифицирует способы обоснования и проверки программ выполнения ремонтно-строительных работ.

В третьей главе разработан программно-аналитический комплекс для автоматизации организационно-технологического проектирования ремонтно-строительных работ на линейно-протяженных объектах. При этом исследованы особенности использования метода анализа иерархий для ранжирования участков линейно-протяженных объектов в процессе формирования программы ремонтно-строительных работ. Разработана иерархическая структура принятия решений при планировании ремонтно-строительных работ на линейно-протяженных объектах трубопроводных сетей. Построена математическая модель плана выполнения ремонтно-строительных работ и проведен анализ результатов расчета ранжированной системы объектов.

Основной принцип использования метода анализа иерархий заключается в представлении проблемы в виде схем простых иерархий с множествами элементов на промежуточных уровнях, которые отражают критерии, факторы и показатели, влияющие на элементы последующих уровней. Установлено девять групп критериев, которые могут оказывать влияние на безопасность и целостность трубопроводных объектов. В соответствии с устоявшимися подходами к оценке надежности эксплуатации сложных технических систем в основу расчета приоритетов положена количественная оценка возможности возникновения отказа на данном участке трубопроводного объекта.

В работе принят следующий принцип синтеза решений при ранжировании объектов для проведения ремонтно-строительных работ по критериям технического состояния: для оценки сравнительной значимости

взятых объектов получают не только векторы относительных приоритетов для каждого из выбранных девяти критериев, но и определяются, какие объекты получают наивысший глобальный приоритет с учетом уже оцененной значимости критериев и сопоставления отдельных показателей.

Математическая модель для оценки относительного риска эксплуатации трубопроводных объектов включает в себя систему соотношений, последовательная реализация которых позволяет получить определенные балльные оценки возможностей возникновения отказов и их последствий.

Очевидно, различные факторы вносят вполне определенный весовой вклад в окончательную оценку относительного риска, который определяется из соотношения:

$$r = \sum_{i=1,9} r_i . \quad (8)$$

Это условие используется для ранжирования участков с целью реализации технологического проектирования проведения ремонтно-строительных работ на трубопроводных объектах.

Установлено, что даже при достаточно близких по характеру сведениях о конструктивных характеристиках и результатах диагностики линейно-протяженных объектов, применяемая методика дает существенно различные результаты расчета балльных оценок относительного риска. При этом основную роль в дифференциации объектов по оценкам риска и необходимости проведения ремонтно-строительных работ приобретают сведения об истории эксплуатации объектов и условиях их эксплуатации. Увеличение числа сопоставляемых объектов приводит к необходимости использования современных вычислительных машин с соответствующей реализацией изложенного выше алгоритма. При этом появляется возможность хранения соответствующей базы данных по различным объектам и оперативного получения информации о желательном порядке

выполнения ремонтно-строительных работ неограниченного количества трубопроводных объектов.

Представленный метод позволяет формализовать анализ структуры проблемы, сопоставлять суждения различных экспертов и выявлять несогласованности. При построении иерархии необходимо достаточно полно описать проблему как задачу иерархически организованного выбора. Результат процесса решения сильно зависит от этого начального этапа, т.е. от выбранной иерархической структуры, которая в общем случае является далеко не единственной. Предложенные методы создают определенную организационную структуру исследований, в которой могут быть отражены предпочтения групп экспертов, их цели, критерии и способы поведения, а также альтернативные варианты решений и оценки ресурсов, требуемых для реализации каждой альтернативы.

Основные выводы по работе:

1. Анализ выполненных работ по автоматизации технологического проектирования строительных работ на трубопроводных объектах показал, что процедура формирования планов ремонтно-строительных работ должна включать следующие этапы: обработку данных диагностики технического состояния участков с целью выбора эффективных методов проведения ремонтно-строительных работ на основе технико-экономических критериев; количественную многокритериальную оценку приоритетов для включения трубопроводных объектов в план проведения ремонтно-строительных работ на основе всей совокупности данных об их техническом состоянии; оптимизацию плана проведения ремонтно-строительных работ с учетом ограничений, накладываемых на материально-технические и временные ресурсы.

2. Разработаны методические подходы, образующие комплекс средств информационно-вычислительной поддержки проектирования в проведении ремонтно-строительных работ.
3. Разработана методика выбора метода проведения ремонтно-строительных работ потенциально опасных дефектов с учетом технико-экономических показателей ремонтно-строительных работ.
4. Предложены методы сбора и обработки экспертной информации для многокритериальной оценки приоритетов трубопроводных объектов с учетом количественных и качественных факторов принятия решений.
5. Разработана автоматизированная процедура сопоставительного анализа значимости объектов по их техническому состоянию, загрузке, затратам на проведение ремонтно-строительных работ и экономических эффектов от реализации заданных планов проведения работ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Красков В.А. Трубопроводы XXI века проектирует «ПИРС» // Регион России. – Омск: ООО «Регион», № 3 – 4, 2000.– С.52 – 60.
2. Забела К.А. Безопасность пересечений водных преград /Забела К.А., Москвич В.М., Красков В.А. и др. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2001. – 195с.
3. Красков В.А. Критерии оценки технического состояния нефтепровода и их бальная оценка /Красков В.А., Васильев М.М.// Нефть и газ Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – С.144 – 146.
4. Красков В.А. Разработка проекта перспективной программы капитального ремонта линейной части с заменой трубы и изоляции /Красков В.А., Васильев М.М.// Нефть и газ Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – С.141 – 142.

5. Вайншток С.М. Трубопроводный транспорт нефти /Вайншток С.М., В.В. Новоселов, В.А. Иванов, В.А. Красков и др. // Учеб. для вузов: в 2 т. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», Т.2, 2004.– 621с.
6. Красков В.А. Критериальный анализ необходимости выполнения ремонтных работ на подводных переходах /Красков В.А., Иванов В.А.// Сборник научных трудов «Вопросы состояния и перспективы развития нефтегазовых объектов Западной Сибири».- Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. – С.18 – 23.
7. Красков В.А. Оценка технического состояния подводных переходов магистральных трубопроводов Западной Сибири /Красков В.А., Кузьмин С.В., Якимов В.В. и др.// Сборник научных трудов «Вопросы состояния и перспективы развития нефтегазовых объектов Западной Сибири».- Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. – С.23 – 24.

Подписано к печати **5.06.04**

Бум. писч. № 1

Заказ № _____

Уч. – изд. л. 1,6

Формат 60 × 84 ¹/16

Усл. печ. л. 1,6

Отпечатано на RISO GR 3750

Тираж 100 экз.

Издательство «Нефтегазовый университет»

Тюменского государственного нефтегазового университета

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38

Отдел оперативной полиграфии издательства «Нефтегазовый университет»

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38