

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

УДК 502.51:504.5:665.6/.7(043.3)

ЛИПСКИЙ
Владимир Константинович

**ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ
НА НЕФТЕПРОВОДАХ**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 25.00.36 – Геоэкология

Новополоцк, 2010

Работа выполнена в учреждении образования «Полоцкий государственный университет».

Научный консультант –

Лиштван Иван Иванович,
доктор технических наук, профессор,
академик, главный научный сотрудник
лаборатории физико-химической механики
природных дисперсных систем
ГНУ «Институт природопользования
Национальной академии наук Беларуси»

Официальные оппоненты:

Войтов Игорь Витальевич,
доктор технических наук, профессор,
председатель Государственного комитета
по науке и технологиям Республики Беларусь

Иконников Валерий Фёдорович,
доктор технических наук,
профессор кафедры информационных
технологий УО «Белорусский государственный
экономический университет»

Ревазов Алан Михайлович,
доктор технических наук,
профессор кафедры сооружения и ремонта
газонефтепроводов и хранилищ Российского
государственного университета нефти
и газа им. И.М. Губкина (г. Москва)

Оппонирующая организация – Белорусский национальный технический университет

Защита состоится 16 июня 2010 г. в 10⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.23.01 при ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» (220114, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 10, конференц-зал). E-mail: nature@ecology.basnet.by, тел. (+375-17) 267-41-40, факс (+375-17) 267-24-13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси».

Автореферат разослан «14 » мая 2010 г.

Учёный секретарь
совета по защите диссертаций,
канд. техн. наук



Т.П. Смычник

ВВЕДЕНИЕ

Для Беларуси основной возможностью получения жидких углеводородных энергоносителей является использование трубопроводного транспорта. Это определяет важную роль магистральных трубопроводов в обеспечении энергетической и экономической безопасности страны. В то же время трубопроводный транспорт нефти является источником серьёзных экологических угроз, которые возникают при авариях на магистральных нефтепроводах (МНП) из-за воздействия больших объёмов разлившейся нефти на окружающую среду (ОС), особенно при загрязнении водных объектов (ВО). В связи с этим возникает проблема, которая по масштабу вовлечённых в неё природных объектов, хозяйственных субъектов и социальных структур, а также по тяжести её проявления в экологической и экономической сферах и величине отвлекаемых ресурсов является крупной научной и народно-хозяйственной проблемой.

В настоящее время отсутствует целостная научная концепция защиты ВО при аварийных разливах нефти (АРН) на МНП. Высокая экологическая опасность загрязнения ВО при АРН на МНП, существующая в Республике Беларусь, вызывает острую необходимость создания научно обоснованных подходов к решению этой проблемы, что обуславливает актуальность диссертационного исследования, направленного на разработку системы защиты ВО при аварийных разливах нефти на МНП.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Тема диссертации была включена в утверждённые научные планы УО «Полоцкий государственный университет» и соответствует приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь в области экологической безопасности, охраны ОС, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (Приоритетные направления фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006 – 2010 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 № 512).

В основу диссертации положены материалы, полученные при выполнении исследований по темам НИР, утверждённым Президиумом НАН Беларуси или Министерством образования Республики Беларусь: 1) РНТП «Охрана природы» (02.01.1991 – 30.12.1995): задание «Разработать и внедрить организационно-технические меры по предотвращению загрязнений водных объектов при авариях на нефтепроводах и очистке поверхности водоемов от нефтяных загрязнений»; 2) Межвузовская программа фундамен-

тальных исследований «Химэкология» (02.01.1994 – 30.12.1996): задание 1.3.2 «Разработать композиционные нефтеперерабатывающие сорбенты на основе природных дисперсных органических материалов», № ГР 19963337; 3) ГНТП «Природопользование» (02.01.1997 – 30.12.1998): задание 3.1.3.3 «Разработать схему охраны водных объектов и болотных ландшафтов на территории водосборных бассейнов при залповых выбросах нефти и разработать систему организационно-технических мероприятий», № ГР 19973230; 4) ГНТП «Природопользование и охрана окружающей среды» (30.03.1997 – 30.12.1998): задание 3.2.4.1 «Разработать технологию и эскизы оборудования по нанесению сорбционных материалов и сбору нефтенасыщенных сорбентов при ликвидации аварийных разливов на воде», № ГР 19973231; 5) РНТП «Природопользование и охрана окружающей среды» (01.04.1999 – 21.12.2000): задание 3.2.4.2 «Разработать и внедрить типоразмерный ряд устройств гидромеханического типа, предназначенных для улавливания и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов», № ГР 19994321; 6) ГНТП «Экологическая безопасность» (02.07.2001 – 31.12.2002 – 31.12.2003): задание 6.2.4 «Разработка технологии и методов ликвидации аварийных разливов нефти в зимних условиях на водных объектах», этапы 2001, 2002, 2003 гг., № ГР 20033066 от 13.10.2003; 7) ГНТП «Экологическая безопасность» (15.11.2008 – 31.12.2010): задание 2.20 «Разработать математическую модель и методику расчета ущерба окружающей среде при создании и эксплуатации нефте-, газо- и продуктопроводов», № ГР 20090160 от 28.01.2009; 8) Фонд фундаментальных исследований: договор № 05-4Н от 01.04.2009 о выполнении фундаментальных научных исследований по проблемам истории и культуры, экологии и природопользования Придвинского края «Полоцк-2009» (01.04.2009 – 31.03.2011): задание № 1629 от 01.04.2009 «Научно-методологическое обоснование оценки экологических последствий аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах», № ГР 20091320 от 30.06.2009.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является создание научно обоснованной системы защиты водных объектов при аварийных разливах на нефтепроводах, обеспечивающей минимизацию экологических последствий и ресурсосбережение.

Задачи исследования:

– изучить ландшафтные характеристики трасс и техническое состояние нефтепроводов на территории Республики Беларусь, провести анализ характерных особенностей аварий на них и структурно-системный анализ проблемы загрязнения водных объектов при авариях на магистральных нефтепроводах;

– разработать способы моделирования воздействия МНП на водные объекты при авариях и их последствий и создать семейство целевых моделей;

- разработать научно-методологическое обоснование структуры и состава элементов системы защиты ВО при АРН и их функций;
- разработать методы оценок последствий аварий на нефтепроводах по обобщённым количественным показателям;
- разработать методы идентификации компонентов природно-технических геосистем, для чего создать производственные классификации водных объектов и торфяно-болотных ландшафтов;
- разработать методы построения технологических процессов защиты ВО при АРН, основанные на учёте ландшафтных характеристик территорий и использовании типовых технологических процессов ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН);
- выполнить теоретические и экспериментальные исследования процессов взаимодействия слоя нефти на свободной поверхности водного объекта с боновыми заграждениями, нефтесборными устройствами гидроциклонного типа и ледяным покровом на водотоках;
- разработать новые технические решения для технологий ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах и создать конструкции эффективных нефтесборных устройств;
- разработать технические нормативно-правовые акты по регулированию деятельности, направленной на защиту ВО при АРН.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является система защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на МНП, предназначенная для минимизации экологических последствий.

Предмет исследований – природно-техническая геосистема, представляющая собой комплекс, состоящий из объектов естественного ландшафта, аварийного нефтепровода и других стационарных объектов антропогенного происхождения (мелиоративных каналов, дорог и т.п.).

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты в области защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах:

1. Методология исследования аварийных разливов нефти на нефтепроводах как специфического вида эмиссии нефтяных загрязнителей, воздействующих на водные объекты, основанная на системном подходе, обеспечившая выявление всей совокупности возникающих и действующих разнородных факторов, влияющих на характер развития и экологические последствия этого явления, и включающая рассмотрение проблемы загрязнения водных объектов как системы, познавательная модель которой представлена в виде структурно-логической схемы проблемы, а состав и характер взаимодействия разнородных элементов, образующих эту систему, отображает структуру и отношения сфер, в которых формируются и действуют факторы влияния.

2. Способы моделирования воздействия нефтепроводов на водные объекты при аварийных разливах, основанные на использовании комбинации стоимостных показателей и факторов влияния, применение которых обеспечило получение семейства целевых моделей, на основе которых созданы новые методы прогнозной количественной оценки последствий возможных аварийных разливов, оценки экологической характеристики территории при проектировании трасс нефтепроводов и оценки эффективности результатов деятельности по ликвидации экологических последствий при конкретном аварийном разливе.

3. Научно-методологический подход к обоснованию структуры и функции системы защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах, а также состава и свойств её элементов, объединённых в функциональные блоки, которые обеспечивают целенаправленное воздействие на соответствующие им элементы системы проблемы загрязнения водных объектов, для чего используется совокупность разработанных технологических методов и управленческих механизмов, обеспечивающих минимизацию экологических последствий аварийных разливов нефти на нефтепроводах.

4. Принцип составления планов ликвидации аварийных разливов нефти, основанный на комплексном методе построения технологических процессов защиты водных объектов при аварийных разливах, в котором объединены методы и правила выполнения отдельных, осуществляемых поэтапно процедур, включающих формализацию представления характеристик объектов окружающей среды и сценариев развития аварийных разливов нефти, типизацию и унификацию технологических операций ликвидации аварийных разливов. В их число входят: мониторинг параметров элементов природно-технических геосистем, идентификация объектов окружающей среды, сегментирование трассы нефтепроводов, систематизация и кодификация объектов окружающей среды, составление банка типовых технологических операций, разработка схематизированных сценариев развития аварийных разливов, разработка типовых технологических процессов ликвидации аварийных разливов нефти и составление их технологических карт.

5. Закономерности, теоретические и экспериментальные зависимости, описывающие взаимодействие слоя нефти на поверхности воды с боновыми заграждениями, нефтесборными устройствами гидроциклонного типа, с ледяным покровом, позволившие установить гидромеханические механизмы этого взаимодействия и на этой основе разработать предложения по совершенствованию эксплуатационных характеристик нефтесборного оборудования за счёт увеличения удерживающей способности бонов и повышения эффективности сбора слоя нефти с поверхности воды устройствами гидроциклонного типа, в том числе при наличии ледяного покрова.

6. Новые технические решения (способы, устройства) и типоразмерные ряды конструкций оборудования, предназначенного для локализации и сбора разлившейся нефти с поверхности водных объектов при аварийных разливах в широком диапазоне условий их применения: в неподвижной воде, на водотоках, при наличии ледяного покрова, в комбинации с использованием нефтяных сорбентов-собираателей.

Личный вклад соискателя. Диссертационное исследование является самостоятельной научной работой, в которой осуществлены обоснование, постановка и разработка научных идей, положенных в основу решения исследуемой проблемы и создание практических методов использования полученных научных результатов. Начатые соискателем в конце 1970-х годов исследования в области защиты водных объектов от загрязнения нефтью при аварийных разливах позволили глубоко изучить и раскрыть особенности этого вида эмиссии нефтяных загрязнителей и предложить научное обоснование решения данной проблемы. Под руководством соискателя и с его участием созданы научно-методологические основы системы защиты водных объектов при АРН на МНП и разработаны её элементы, обеспечивающие прогнозирование развития аварийных разливов на нефтепроводах и их последствий, технологическое обеспечение защиты водных объектов при аварийных разливах и управление защитой водных объектов.

Личный вклад соискателя состоит в организации и проведении экспериментальных исследований, обобщении полученных результатов и разработке на их основе новых технических решений, технологий и конструкций нефтесборных устройств, а также стационарных защитных сооружений.

Под руководством соискателя и при его участии разработаны технические нормативно-правовые акты по проблеме защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах.

Основные научные и практические результаты диссертационной работы, а также положения, выносимые на защиту, получены и разработаны лично автором. В представленной докторской диссертации материалы кандидатской диссертации автора не использованы.

Соискатель дает ссылки на авторов и источники совместно полученных результатов, принадлежащих соавторам научных работ. Персональный вклад соискателя в полученные научные результаты по публикациям составляет 39 авторских листов (62 %) при общем объеме 63 авторских листа.

Все положения, выносимые на защиту, разработаны автором лично.

Апробация результатов диссертации. Результаты исследований доложены более чем на 30 конференциях, форумах, симпозиумах (международных, региональных, республиканских и вузовских), в том числе: на научно-технической конференции «Охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов», апрель 1989 г., г. Новополюцк; научно-техническом

семинаре «Очистка сточных вод и подготовка воды для промводоснабжения», февраль 1990 г., г. Новополоцк; региональной научно-теоретической конференции «Общество и наука: проблемы взаимодействия в условиях формирования рыночных отношений», апрель 1993 г., г. Минск; республиканской научной конференции «Экологическое и социально-экономическое обоснование схем рационального природопользования», октябрь 1993 г., г. Минск; республиканской научно-методической конференции «Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии», июнь 1994 г., г. Гродно; республиканском научно-методическом семинаре «Экологическое образование-96», апрель 1996 г., г. Минск; республиканской научно-методической конференции «Экологическое образование-98», май 1998 г., г. Минск; II научно-технической конференции «Проблемы безопасности и надежности трубопроводного транспорта», май 1999 г., г. Новополоцк; III (сентябрь 2000 г., г. Минск), IV (октябрь 2003 г., г. Новополоцк), V (июнь 2006 г., г. Новополоцк), VI (декабрь 2007 г., г. Новополоцк) научно-технических конференциях «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта»; 4 (январь 2001 г.) и 5 (январь 2003 г.) научно-технических конференциях «Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России», г. Москва; I (май 2001 г.), II (июль 2003 г.), III (июнь 2005 г.), IV (июнь 2007 г.) и V (июль 2009 г.) международных научно-практических конференциях «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация», г. Минск; международной научно-технической конференции «Трубопроводный транспорт – сегодня и завтра», ноябрь 2002 г., г. Уфа; Водном форуме «Современное состояние, проблемы и перспективы использования водных ресурсов Беларуси», сентябрь 2003 г., г. Минск; Белорусско-российском научно-практическом семинаре «Технологии ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов», май 2004 г., г. Новополоцк; I (сентябрь 2004 г.), II (сентябрь 2005 г.), III (сентябрь 2006 г.) и IV международных экологических симпозиумах «Экологические проблемы природно-технических комплексов», г. Полоцк; Белорусско-польском научно-практическом семинаре, октябрь 2004 г., г. Ольштын; международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии, оборудование, экологически безопасные технологии», ноябрь 2008 г., Минск; международной конференции «Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии», май – июнь 2006 г., г. Минск; II международном водном форуме «Современное состояние, проблемы и перспективы использования трансграничных водных объектов», март 2006 г., г. Минск; III международном водном форуме «Международное сотрудничество в решении водно-экологических проблем», октябрь 2008 г., г. Минск; IV міжнароднай навуковай канферэнцыі «Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця», верасень 2008 г., Брэст; международной научно-технической конференции «Прочность и надежность магистральных трубопроводов», июнь

2008 г., г. Киев; международной научно-практической конференции «Качество в XXI веке: системный подход и инновации», март 2008 г., г. Минск; 9-й международной научной конференции «Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века», май 2009 г., г. Минск.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 167 печатных работ (63 авторских листа), в том числе 2 монографии, 49 статей в научных журналах, из них: 21 статья (8 авторских листов) – в научных изданиях, включенных в перечень изданий ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований, 7 – в зарубежных научных изданиях, 21 – в сборниках научных трудов, научно-технических журналах, не включенных в перечень ВАК; 30 статей в сборниках материалов конференций; 46 тезисов докладов; 27 патентов; книг, брошюр и технических нормативно-правовых актов – 12.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, списка используемых источников и приложений (два отдельных тома).

Общий объем диссертации составляет 251 страницу, текстовая часть – 216 страниц, включает 51 иллюстрацию (29 страниц), 11 таблиц (6 страниц). Количество приложений 20 (404 страницы). Библиографический список содержит 329 наименований, в том числе 17 – на иностранных языках.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены проблемы загрязнения ВО при АРН на МНП. Выявлены существенные особенности, присущие этому виду техногенных воздействий, который является частью общей проблемы загрязнения гидросферы нефтью. Эти особенности, вызванные протяжённостью трасс МНП, состоят в многообразии ландшафтных условий, в которых могут происходить АРН, и, как следствие этого, в большой вариативности развития АРН.

Присущие данному виду эмиссии нефтяных загрязнителей особенности придают ему специфический и сложный характер, что обусловило появление новых важных аспектов проблемы загрязнения нефтью гидросферы, требующих глубокого изучения. Это вызвало необходимость дальнейшего концептуального развития существующего научного направления по обеспечению охраны гидросферы от загрязнения нефтью, которое реализовано в диссертационном исследовании.

Анализ ландшафтных характеристик трасс и технического состояния МНП на территории Республики Беларусь. Начало сооружения МНП в Беларуси приходится на шестидесятые годы прошлого века. При таких сроках эксплуатации вероятность аварий на нефтепроводах возрастает.

По территории Республики Беларусь трассы МНП проложены в четырёх технических коридорах. Трассы нефтепроводов «Унеча – Полоцк – Скрудалиена» и «Сургут – Полоцк» проходят по северо-восточной части; трассы «Унеча – Мозырь – Брест» и «Мозырь – Броды» проходят по южной части страны (рисунок 1). Общая протяжённость технических коридоров, в которых проложены нефтепроводы и нефтепродуктопроводы по Беларуси, составляет 1509,5 км, а суммарная длина всех трубопроводов в одностороннем исчислении – 3891,5 км.

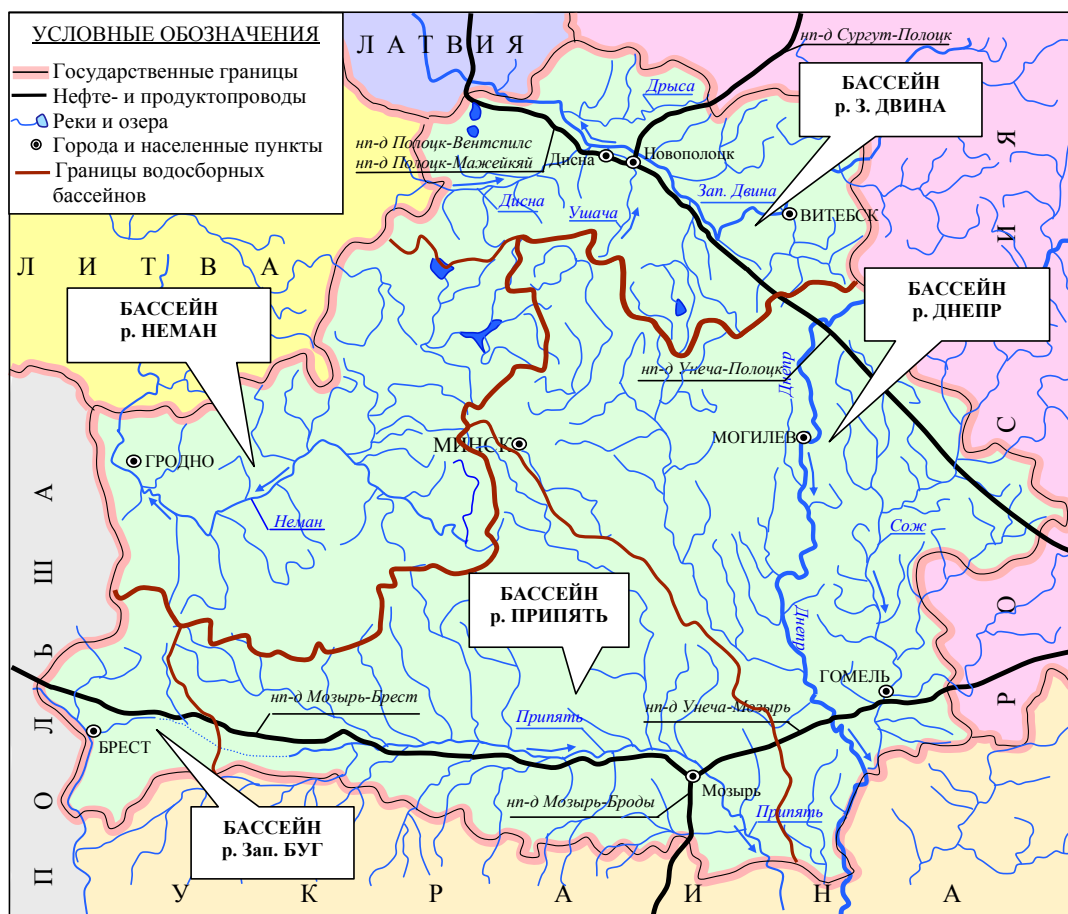


Рисунок 1 – Расположение трасс магистральных нефтепроводов на территории Беларуси

Значительная часть трасс северо-восточного направления проходят по территории Белорусского Поозерья, расположенной в водосборном бассейне Балтийского моря, а трассы западного направления – по территории Полесья, расположенной в водосборном бассейне Чёрного моря. На этих территориях находятся развитые гидрологические системы. Около 45 % протяжённости трасс МНП проходит параллельно рекам Западная Двина и Припять. Объём нефти и нефтепродуктов, находящихся в полости трубо-

проводов, проложенных вдоль реки Западная Двина, – около 200 000 тонн; вдоль реки Припять – более 550 000 тонн.

Трассы пересекают трансграничные реки Западную Двину и Днепр, а также приток реки Днепр – реку Припять. Всего трассы МНП пересекают 214 ВО, из них: 43 реки (15 из которых – крупные), 53 ручья и 118 каналов.

При изучении технического состояния МНП и ландшафтных характеристик территорий, по которым проложены их трассы, выявлено, что возраст и техническое состояние МНП Беларуси, взаимное расположение трасс МНП и объектов гидрологических систем, находящихся в водосборных бассейнах Балтийского и Чёрного морей, а также характер ВО создают серьезные угрозы их загрязнения при АРН как на территории Беларуси, так и на территориях Латвии, Литвы и Украины, включая акватории Балтийского и Чёрного морей. При этом ландшафтные условия, в которых будут происходить и развиваться возможные АРН, отличаются большим разнообразием.

В ходе анализа характерных особенностей АРН, проведенного при изучении ряда конкретных аварий на нефтепроводах Беларуси и других стран, установлено, что их отличает высокая вариативность сценариев развития АРН. Это требует использования разнообразных технологических методов и технических средств ЛАРН.

Анализ существующих методов и технических средств для ликвидации АРН с поверхности воды. Стратегия обеспечения защиты ВО при АРН на МНП состоит в предотвращении попадания разлившейся нефти в ВО на этапе её перемещения по суше, локализации слоя нефти на поверхности воды и её последующего сбора.

Универсальный и наиболее эффективный метод локализации слоя нефти – применение боновых заграждений, однако их использование ограничивается возможностью возникновения уноса за боновое заграждение удерживаемой нефти потоком воды.

Извлечение нефти из воды осуществляется на основе механических и физико-химических методов. Механические методы основаны на использовании гидромеханических нефтесборных устройств. Физико-химические методы связаны с использованием адгезионных нефтесборных устройств, а также с применением сорбентов-собирателей нефти. Эффективность гидромеханических методов сбора в ряде случаев повышается путем комбинирования их с физико-химическими методами, такими, например, как поглощение жидких углеводородов сорбентами-собирающими нефти.

Очень сложной задачей является ликвидация нефтяных загрязнений в зимних условиях. Этой проблеме уделяется недостаточно внимания, разработки в этой области носят единичный характер.

В целом, несмотря на известный опыт проведения работ по ЛАРН, не сформированы целостная научная концепция защиты ВО при АРН на МНП и обоснованная методология создания системы защиты ВО.

Государственное регулирование защиты ВО при АРН во многом определяет эффективность решения этой проблемы. Для сравнения, состояние этого вопроса рассмотрено в трёх странах: США, России и Беларуси.

Созданная в США узкоспециализированная система законодательных актов, регулирующих борьбу с загрязнениями нефтью, позволила снизить за последние 15 лет общий объем таких эмиссий более чем в 10 раз.

В Российской Федерации также существует обширный пакет законодательных и нормативных документов, регулирующих борьбу с АРН. В России, как и в США, действуют специализированные нормативные акты, непосредственно направленные на борьбу с АРН.

В Республике Беларусь деятельность, обеспечивающая минимизацию воздействия на ОС при АРН, регулируется рядом законов, в которых установлены общие принципы и подходы, направленные на предотвращение промышленных аварий и организацию деятельности по минимизации их экологических последствий (ЭП).

Вопросы обеспечения экологической безопасности ВО при техногенных катастрофах учтены в важнейших государственных документах: «Концепция национальной безопасности Республики Беларусь», «Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.», «Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и защите ОС Республики Беларусь на 2006 – 2010 годы», «О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

В целом в Беларуси сформирован и действует пакет законодательных актов и других документов, которыми на общегосударственном уровне системно и комплексно регулируется защита ОС при чрезвычайных ситуациях техногенной природы. В то же время в Беларуси ещё не разработана система нормативно-правовых актов общегосударственного, отраслевого и локального уровней, в которых бы целенаправленно регулировалась защита водных объектов при АРН.

Во второй главе осуществлено *научно-методологическое обоснование системы защиты ВО при АРН на МНП*, в основу которого положена гипотеза о том, что формирование и проявление экологических последствий (ЭП), вызванных загрязнением ВО, происходят в материальной среде природно-технической геосистемы (ПТГ).

Методы исследования ПТГ. При объективной оценке состояния ПТГ используются различные по своей физической природе показатели. Вследствие присущей ПТГ многосвязности формирующего экологическое состояние

территории разнохарактерных аргументов использование точных аналитических методов крайне проблематично. Такой анализ ещё более затруднён при анализе аварийного (а не систематического) техногенного воздействия, поскольку аварии (их частота и характеристики) подчиняются стохастическим закономерностям. В связи с этим для описания техногенного воздействия промышленных объектов на компоненты ОС в условиях аварий использованы неаналитические методы. На линейно-протяженных объектах, какими являются МНП, в разных точках трассы меняются не только сценарии развития АРН, но и значения вероятностей аварий, и характер их последствий, что требует использования очень больших объёмов информации. Это затрудняет использование сценариев развития АРН при общем описании техногенного воздействия аварийных МНП на ОС и обуславливает применение методов риск-анализа, основанных на учёте факторов влияния (ФВ).

Разработка структурно-логической схемы проблемы загрязнения ВО при АРН на МНП. Характер АРН на МНП зависит от множества разнородных элементов, которые находятся в сложном взаимодействии и принадлежат различным сферам: техногенной – магистральный нефтепровод; геосферной – естественный природный ландшафт; управленческой – совокупность способов технологической и управленческой деятельности.

Для отображения взаимодействия этих сфер на основе системного подхода разработана познавательная модель проблемы загрязнения ВО при АРН на МНП, представленная в форме структурно-логической схемы, которая из-за сложности системы на рисунке 2 представлена только элементами, являющимися подсистемами не ниже второго уровня иерархии. Модель системы проблемы загрязнения в виде её структурно-логической схемы имеет сетевую структуру, в которой взаимодействуют подсистемы разных классов: организационные, технические, естественные. Наличие разнообразных, взаимодействующих друг с другом элементов, функционирование которых влияет на проблему загрязнения ВО, определило основное направление исследований – разработку научных и методологических основ системы защиты водных объектов (СЗВО) при АРН на МНП с целью минимизации её ЭП. Такой подход позволил проанализировать все физические процессы, сопровождающие взаимодействие разливаемой нефти объектами ОС, и для каждого параметра определить влияющие на него факторы (рисунок 3). Одновременно он явился основанием для выбора технологий и технических средств, предназначенных для защиты ВО при АРН на МНП.

Анализ факторов, оказывающих влияние на развитие и последствия АРН на МНП. Факторы, оказывающие влияние на процессы, сопровождающие развитие АРН на МНП, имеют различную природу. Для удобства их учёта и использования они объединены в несколько групп: *технологические*

факторы, связанные с техническими характеристиками трубопровода и параметрами процесса перекачки, а также свойствами разлившейся нефти; *ландшафтные* – факторы, связанные с видом ВО, взаимным расположением места аварии и ВО и характером местности; *метеорологические факторы*: температура воздуха и воды, наличие снежного покрытия на земле и ледяного покрова на ВО, а также сезонные половодья и ледоходы.

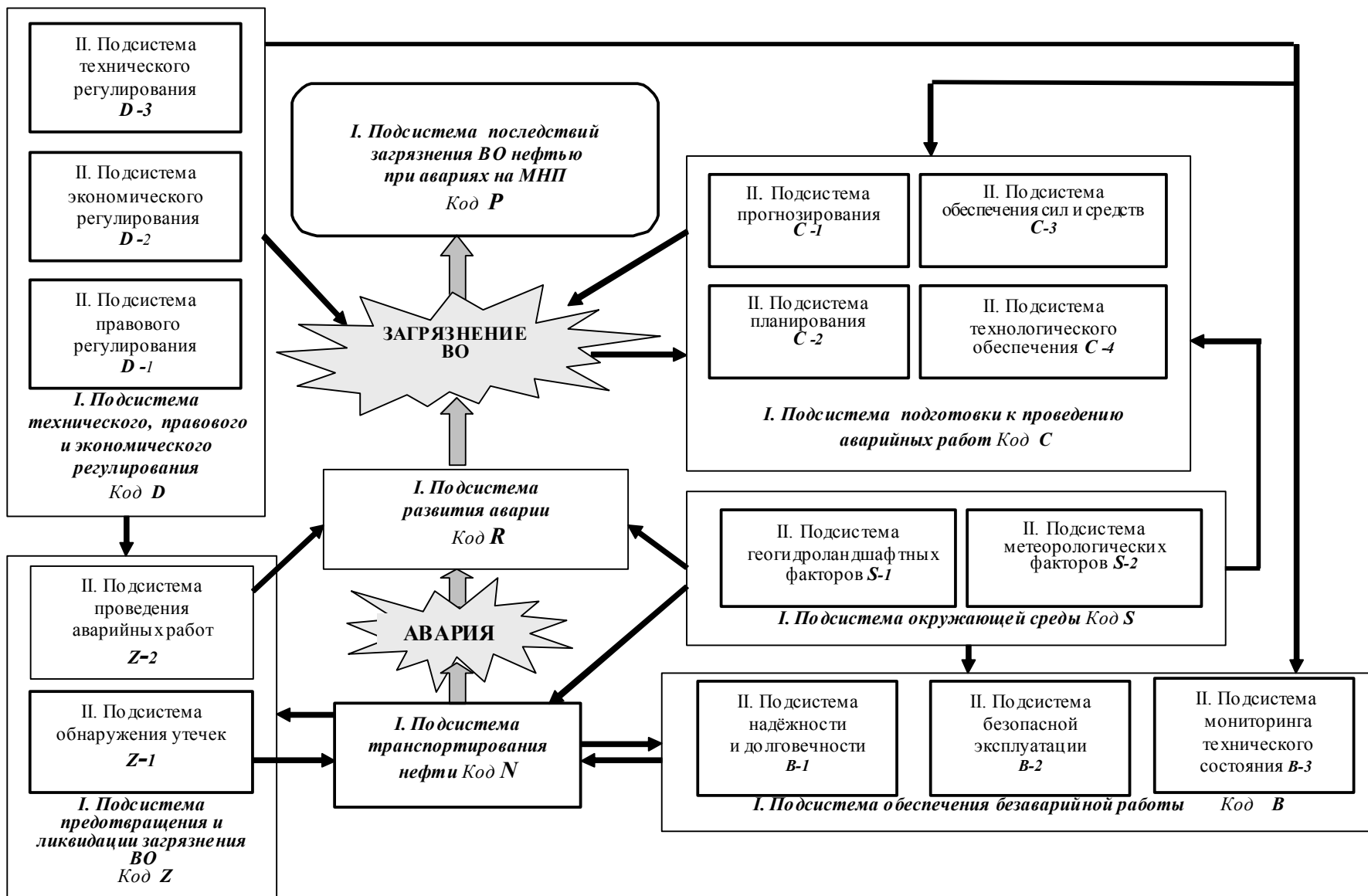


Рисунок 2 – Структурно-логическая схема проблемы



Рисунок 3 – Схема механизмов развития аварии по стадиям и ее состав по физическим процессам

В ходе анализа действия факторов, образующих эти группы, выявлено наличие ряда особенностей, присущих этому виду эмиссии нефти, которые формируют отличительные признаки АРН на МНП. Установлено, что решающее влияние на развитие и последствия АРН на МНП оказывают ландшафтные параметры местности, учёт которых положен в основу создания эффективной системы защиты водных объектов.

Моделирование воздействия магистральных нефтепроводов на водные объекты при аварийных разливах нефти. Разработаны модели взаимодействия аварийного МНП с объектами ОС, предназначенные для создания научных и методологических основ СЗВО при АРН на МНП (познавательные модели) и для разработки и обеспечения практического функционирования её отдельных элементов и всей системы в целом (прагматические модели).

Для описания функционирования СЗВО использована модель проблемы загрязнения ВО при АРН на МНП. Как функциональная, познавательная модель, обеспечивающая учёт всех ФВ, действующих в разных подсистемах её структурно-логической схемы, она явилась базой для создания семейства целевых моделей, направленных на решение различных задач на разных иерархических уровнях. На её основе разработано два вида прагматических моделей взаимодействия аварийного нефтепровода с ОС, в которых использованы стоимостные показатели и факторы влияния.

В прагматической модели, основанной на использовании стоимостных показателей, приняты нормативные методики подсчёта убытков, причинённых нарушением водного законодательства. Эта модель, несмотря на свою структурную простоту, обладает рядом достоинств, которые позволяют использовать её для выбора стратегических направлений повышения эффективности СЗВО. Они состоят в уменьшении количества нефти (W), поступившей в водный объект при АРН на МНП; увеличении количества собранной нефти (V); сокращении времени извлечения нефти из ВО (T).

Присущие этой модели ограничения вызваны тем, что она не учитывает характеристики ландшафта и условия, в которых происходит развитие АРН, что не позволяет с её помощью определять направления разработки профилактических и оперативных мероприятий по предотвращению или минимизации загрязнения ВО нефтью.

Для устранения этих недостатков разработана более совершенная модель взаимодействия нефтепровода с ОС, основанная на использовании ФВ, которая обеспечивает учёт влияния ландшафтных характеристик территории на развитие и последствия АРН. Это позволяет на основании учёта механизма развития АРН разрабатывать практические мероприятия по прогнозированию, предотвращению или минимизации загрязнения ВО. Модель представляет собой функционал, описывающий взаимодействие в рам-

ках ПТГ двух подсистем: подсистемы аварийного нефтепровода, представленного его моделью $T (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_n)$, где τ_i – параметры, характеризующие техническое состояние и условия эксплуатации нефтепровода; подсистемы территории, примыкающей к трассе, которая представлена моделью ландшафта $G (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_n)$, где γ_i – параметры, характеризующие признаки объектов окружающей среды. Мерой ЭП загрязнения ВО при АРН на МНП является ПЭО – показатель потенциальной экологической опасности (η):

$$\eta = \eta_{\text{Т}} \cdot \eta_{\text{Л}} \quad (1)$$

В качестве модели подсистемы нефтепровода использована известная зависимость для оценки значений *технологического риска* $R_W^{\text{max}} = \lambda \cdot L_n \cdot W_{\text{раз}}$, где R_W^{max} – показатель риска для оценки ожидаемого (максимального) объема потерь нефти при аварийных разливах нефти, аварий·м³/год; λ – удельная частота (вероятность) аварий на участке МН, аварий/(км·год); L_n – протяженность участка нефтепровода, км; $W_{\text{раз}}$ – максимальный объем вытекшей нефти, м³, которая достаточно полно характеризует нефтепровод как источник аварийных эмиссий нефти и в стохастической постановке отображает координаты и объём эмиссии нефти при возможных авариях. Эта зависимость является прагматической моделью участка трубопровода, отображающая воздействие технологических ФВ.

Введение в рассмотрение модели трубопровода как источника техногенного воздействия и модели территории (модели ландшафта) явилось основой построения прагматической модели, предназначенной для оценки показателя экологической опасности η , выраженного в формате экологического риска:

$$\eta = R_W^{\text{max}} \cdot Q \quad (2)$$

который представляет собой произведение технологического риска R_W^{max} и обобщённой балльной оценки возможных ЭП (Q).

Величина Q формируется путём суммирования балльных оценок всех ФВ. Модель, предназначенная для определения величины η , свободна от недостатков, присущих модели, использующей стоимостные показатели. Она учитывает вклад каждого ФВ на величину ЭП и тем самым позволяет выбрать направление разработки профилактических и оперативных организационно-технологических мероприятий, направленных на предотвращение или минимизацию загрязнения ВО разлившейся нефтью.

Разработка состава и структуры системы защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах. Из анализа структурно-логической схемы проблемы загрязнения ВО при АРН на МНП следует, что экологические последствия АРН проявляются в трёх сферах: антропогенно-техногенной (магистральный нефтепровод), ландшафтной (естественный ландшафт), которые совместно образуют геотехническую подсистему (антропогенный ландшафт), и в сфере управления.

Для минимизации ЭП загрязнения ВО при АРН должно быть обеспечено управляемое воздействие на факторы влияния во всех сферах. Инструментом такого воздействия является СЗВО при АРН, которая обеспечивает выполнение трёх функций – прогнозной, технологической и управленческой. Это определило состав и структуру СЗВО, всё многообразие разнородных и взаимодействующих элементов которой распределено по трём функциональным блокам элементов (рисунок 4) – прогнозному, технологическому и управленческому.



Рисунок 4 – Структурно-функциональная схема системы защиты водных объектов при АРН на МНП

Представленные во второй главе результаты обеспечили решение задачи первого этапа диссертационного исследования – создание научно-методологического обоснования СЗВО при рассматриваемом виде эмиссии – АРН на МНП. В последующих главах диссертации изложены результаты исследований и разработок по созданию и обеспечению функционирования элементов этой системы.

Третья глава посвящена результатам *исследований и разработок прогнозного блока элементов системы защиты водных объектов.*

Основные функции и состав прогнозного блока. Для выполнения функций по прогнозированию АРН и их ЭП прогнозный блок элементов СЗВО объединяет три подсистемы: мониторинга объектов ПТГ, идентификации объектов ОС и оценки экологических последствий АРН (рисунок 5).

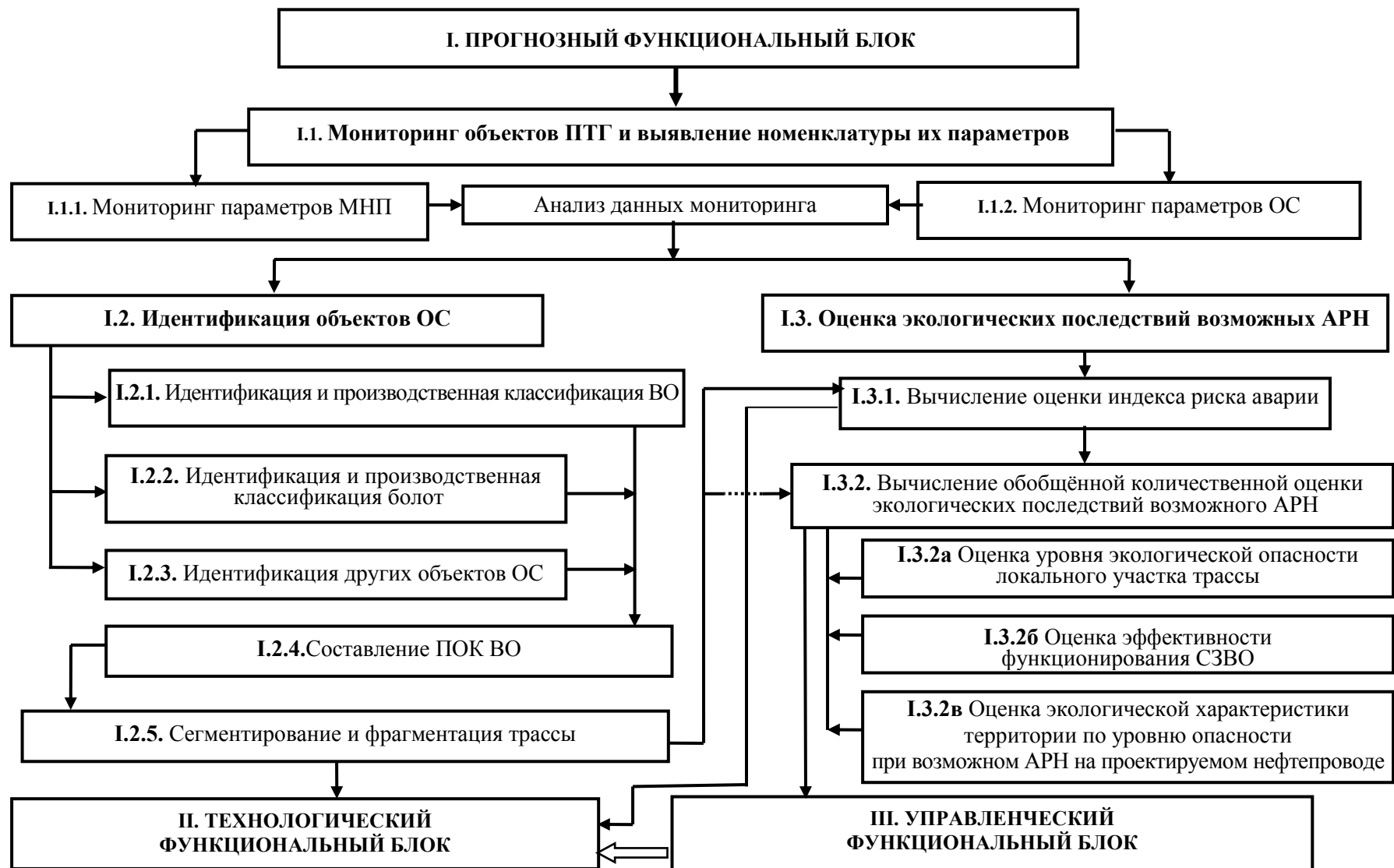


Рисунок 5 – Структурно-функциональная схема прогнозного блока СЗВО

Мониторинг и идентификация объектов ОС. С целью систематизации сведений о ВО, которые оказывают влияние на характер, развитие и последствия АРН, а также на условия проведения инженерно-технологических мероприятий по защите ВО, разработана новая производственная классификация ВО, построенная на основе пяти классификационных признаков – типа ВО, его гидрографических и морфологических характеристик, условий расположения, характеристики суши и характеристики флоры на территориях, примыкающих к ВО. Производственная классификация ВО использована для составления предметно-ориентированного каталога водных объектов (ПОК ВО), находящихся в зоне действия МНП. Информация о ВО, обобщённая в ПОК ВО, позволяет осуществлять прогнозирование развития и последствий АРН и разработать мероприятия, направленные на минимизацию, локализацию и ликвидацию разлившейся нефти. Для разработки рекомендаций по минимизации негативных последствий загрязнения при АРН распространённых в Беларуси торфяно-болотных ландшафтов выявлены особенности всех их разновидностей, обобщённых в виде соответствующей производственной классификации. Эта производственная классификация, исходя из геоморфологических условий залегания болот и их ландшафтно-генетической структуры, построена на признаках, учитывающих характер вредного воздействия и последствий нефтяных загрязнений на сам торфяно-болотный ландшафт и на связанные с ним природные, прежде всего водные, объекты; условия и возможности проведения организационно-технических мероприятий по локализации и ликвидации загрязнения.

Разработка методов сегментирования трассы нефтепровода. Масштабы трасс нефтепроводов и высокая вариативность сценариев возможных АРН создают значительные проблемы при планировании и подготовке инженерно-технологических мероприятий по ликвидации АРН по длине трассы.

Методологический принцип решения этой проблемы состоит в представлении трассы нефтепровода в виде последовательности отдельных участков, характеризующихся однотипностью приоритетных признаков территории, на которой расположен рассматриваемый фрагмент трассы.

В качестве первого приоритетного ландшафтного признака местности выбрана принадлежность к водосборным бассейнам водотоков, по территории которых проходит трасса. Границы площадей водосборных бассейнов являются границами распространения нефти по рельефу. Точки пересечения линии трассы с границами водосборных бассейнов водных объектов («водораздельные точки») являются естественными границами участков трассы, на которые она сегментируется. Так как разлившаяся на этом участке трассы нефть не может перемещаться за его границы, участки являются *автономными*.

В качестве второго ландшафтного признака местности выбран характер компонентов ландшафта, находящегося в границах распространения разлившейся нефти, которые определяют условия и методы проведения доаварийных и послеаварийных работ. По этому признаку внутри автономных

участков выделены *локальные отрезки трассы*, на которых существует однотипная ландшафтная ситуация – лес, сельскохозяйственные угодья, торфяно-болотный ландшафт и т.п.

Деление трассы на автономные участки является *основным принципом* построения системы защиты водных объектов при АРН, так как оно на основе анализа конкретной информации обеспечивает прогнозирование развития возможных АРН для каждой точки трассы, оценку величины их ЭП и позволяет предметно разрабатывать планы ликвидации последствий возможных АРН.

Разработка методов оценки экологических последствий АРН на нефтепроводах. Разработаны методы оценки последствий возможных АРН на МНП, основанные на использовании двух видов прагматических моделей: стоимостной и многофакторной.

На основе стоимостной модели разработан метод оценки эффективности деятельности по ликвидации ЭП конкретной аварии, который может быть использован как при анализе результатов деятельности по ликвидации конкретного АРН, так и для оценки эффективности СЗВО в целом.

Установлено, что при АРН, сопровождающихся загрязнением ВО, коэффициент *максимально возможного предотвращения убытков* $\mu_{\dots} = \dots \min$, соответствующий кратности превышения максимально возможного удельного убытка \bar{V}_{max} (руб./т разлитой нефти) над минимально возможным удельным убытком \bar{V}_{min} и характеризующий ширину диапазона, в котором в зависимости от эффективности проводимых мероприятий по сбору нефти могут изменяться значения удельных фактических убытков, является постоянной величиной, равной 5.

Соотношение $\chi = \dots \bar{V}_f$ является *коэффициентом снижения убытка*, который по результатам конкретной аварии показывает, насколько фактические удельные убытки \bar{V}_f , сформировавшиеся по результатам проведения мероприятий по ликвидации разлива нефти, меньше максимально возможных удельных убытков.

Эффективность аварийно-восстановительных мероприятий, проведенных при ликвидации конкретного АРН, характеризует коэффициент χ ; его можно рассматривать и как *коэффициент эффективности СЗВО* в целом.

Для интегральной оценки степени экологической опасности трубопровода (в целом или на участке трассы) на основе многофакторной модели (1) и (2) разработан метод оценки ЭП, позволяющий рассчитывать ПЭО.

Влияние каждого из элементов структурно-логической схемы проблемы загрязнения ВО при АРН отражается на значениях технологического риска R_W^{max} и обобщенной (многофакторной) оценки возможных экологических последствий аварий Q .

Для квантификации факторов влияния разработан новый эталонный метод, основанный на применении стоимостных показателей в качестве эталонов экологических последствий при определении весовых коэффициентов для групп ФВ и назначении балльных оценок ФВ. С помощью величины η осуществляется сравнительная оценка экологической опасности на различных участках нефтепровода, что позволяет ранжировать трассу по степени экологической опасности участков МНП при АРН и планировать профилактические мероприятия и необходимые для этого инвестиции.

В четвёртой главе рассмотрены результаты исследований и разработок элементов технологического блока системы защиты водных объектов. *Основные задачи и состав технологического блока.* Основной задачей технологического блока является подготовка и проведение эффективных профилактических и оперативных инженерно-технологических мероприятий по защите ВО при АРН на МНП. Решение этой задачи осуществлено по двум направлениям: 1) планово-технологическое обеспечение защиты ВО при АРН, основанное на учёте ландшафтных характеристик территории, на которой происходит АРН; 2) инженерно-техническое обеспечение защиты ВО, основанное на использовании ряда технических средств (сооружений и устройств), соответствующих всему спектру условий, существующих вдоль трассы нефтепровода на разных стадиях развития АРН. Это определило состав инженерно-технологического блока элементов, в который входят две подсистемы (рисунок 6): планово-технологического и инженерно-технического обеспечения.

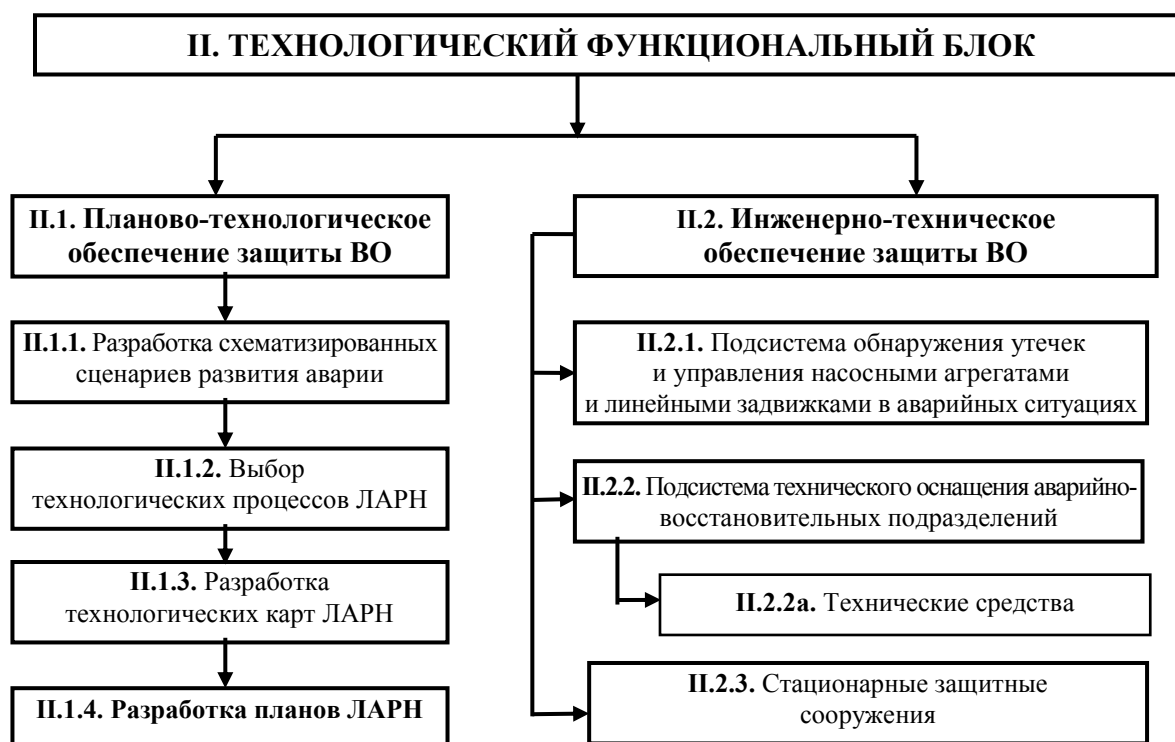


Рисунок 6 – Структурно-функциональная схема технологического блока СЗВО

Разработка планово-технологического обеспечения защиты ВО. Разработан комплексный метод построения технологических процессов защиты ВО при АРН и составления планов ЛАРН, который включает совокупность отдельных методов и правил, основанных на формализации представления характеристик объектов ОС и сценариев развития АРН и на типизации и унификации технологических операций ликвидации АРН.

Представлен алгоритм комплексного метода построения технологического процесса защиты ВО, в котором определена последовательность действий и порядок применения отдельных методов (рисунок 7).

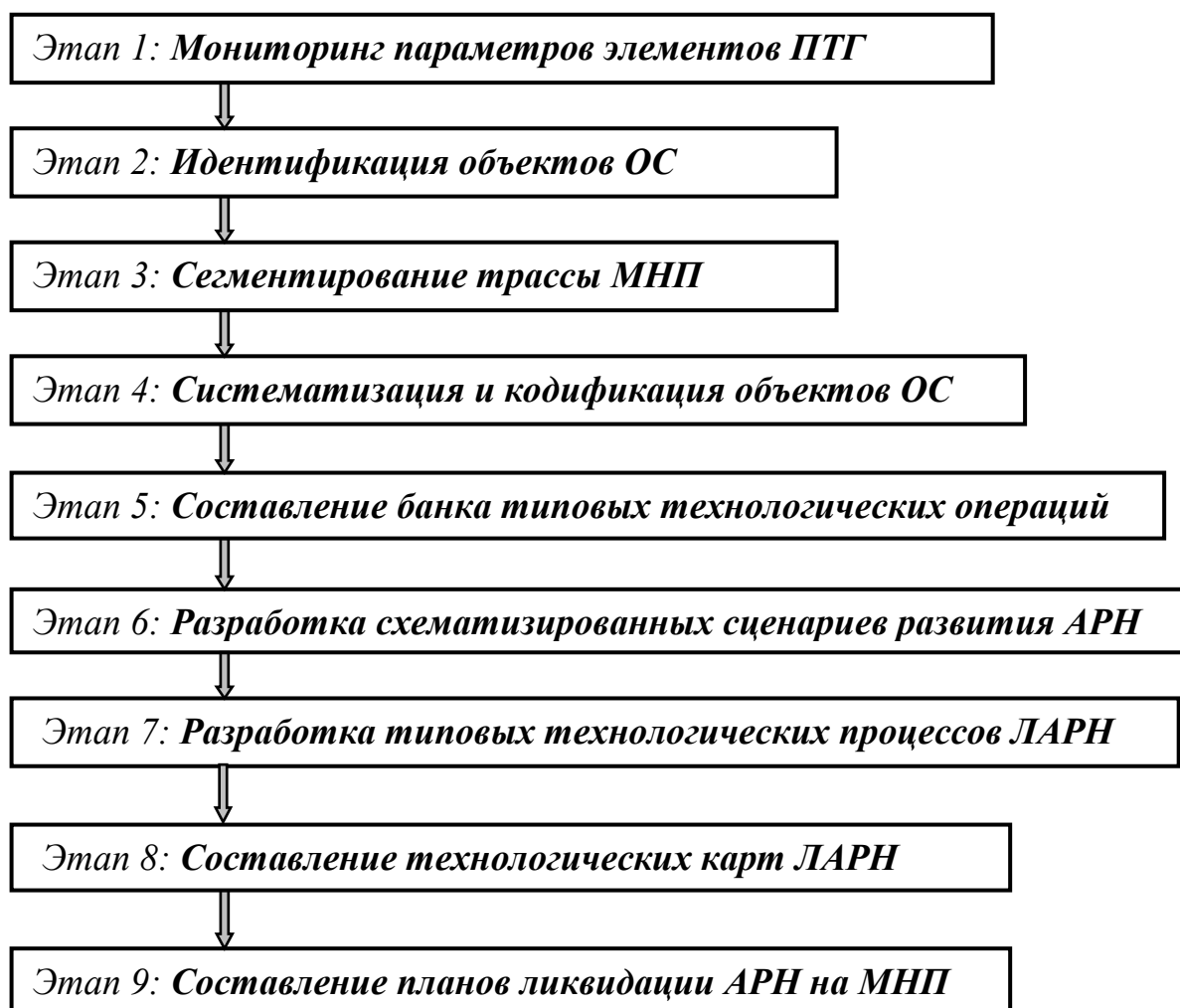


Рисунок 7 – Алгоритм построения технологических процессов защиты ВО при АРН

Исходным действием при построении технологических процессов защиты является мониторинг параметров элементов ПТГ (этап 1), на основании данных которого осуществляется идентификация объектов ОС путём составления *предметно-ориентированного каталога ВО* (этап 2).

Методологической основой комплексного метода построения технологических процессов является *сегментирование трассы* на автономные участки и фрагментация этих участков на локальные отрезки (этап 3).

Для унификации процедуры составления планов ЛАРН для отдельных участков трассы разработан метод систематизации локальных отрезков, который состоит в формировании перечня типичных признаков элементов ландшафта. В качестве признаков, по которым проводится систематизация, использованы такие ландшафтные характеристики локальных отрезков, которые оказывают наиболее существенное влияние на характер развития возможных АРН и на состав технологических операций при проведении мероприятий по ЛАРН. Всем идентифицированным объектам окружающей среды присвоены технологические коды (этап 4).

Для каждого вида объектов ОС разработан набор типовых технологических операций, которые должны осуществляться при проведении работ по локализации и сбору разлившейся нефти при её взаимодействии с этим объектом. Совокупность типовых технологических операций для всех видов объектов объединена в банк технологических операций (этап 5).

Для конкретного автономного участка трубопровода на основании мониторинга ОС и модели АРН в виде дерева развития, в котором обобщена вся совокупность возможных сценариев развития АРН, по типичным признакам участка составляется (набирается) *схематизированный сценарий развития возможного АРН* на нём, представленный в форме последовательной совокупности технологических кодов объектов ОС, располагающихся на этом локальном участке (этап 6).

Для каждого варианта схематизированного сценария из банка типовых технологических операций выбирают технологические операции, совокупность которых для каждого сценария образует *типовой технологический процесс ЛАРН* (этап 7).

Сформированные таким образом исходные версии типовых технологических процессов уточняются в процессе рекогносцировки и привязываются к конкретным условиям местности для каждого автономного участка трассы. Уточнённые технологические процессы, содержащие весь необходимый комплекс основных и вспомогательных технологических операций, объединяются в *технологические карты* (этап 8).

Технологические карты являются организационной и инженерно-технологической основой создания планов ликвидации АРН, которое осуществляется путём объединения технологических карт для всех автономных участков трассы (этап 9).

Планы ликвидации АРН, в соответствии с которыми осуществляется планирование, обеспечение ресурсами и проведение инженерно-технологических

мероприятий по локализации и ликвидации АРН являются составной частью планов ликвидации возможных аварий на нефтепроводе.

Разработка инженерно-технического обеспечения защиты ВО проведена в несколько этапов. Осуществлён комплекс исследований процессов гидродинамического взаимодействия разлившейся по поверхности водных объектов нефти с техническими средствами по локализации и сбору нефти, а также с ледяным покровом. Установлено, что при взаимодействии слоя нефти на поверхности водотока с боновым загрязнением могут существовать два режима – поверхностно-гладкий и поверхностно-волновой, существование которых определяют механизм уноса удерживаемой нефти за боновое загрязнение. Выявлены основные параметры, характеризующие удерживающую способность бонового загрязнения, и получен аналитически обоснованный критерий, позволяющий установить возникновение уноса нефти под боновое загрязнение и его критическое значение.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлены гидродинамические механизмы и закономерности взаимодействия слоя нефти на водотоке с боновым загрязнением и получены описывающие их эмпирические и аналитические соотношения. Обосновано использование безнапорных гидроциклонов (БГЦ) в качестве эффективных и универсальных нефтесборных устройств для сбора нефти с поверхности движущейся и покоящейся жидкости. По результатам впервые проведенных экспериментов на разнообразных моделях и полунатурных образцах нефтесборных устройств гидроциклонного типа выявлены гидромеханические механизмы взаимодействия слоя нефти на поверхности воды с безнапорными гидроциклонами и установлено, что основные направления повышения эффективности использования БГЦ для сбора нефти с поверхности воды состоят в устранении уноса нефти из гидроциклона и повышении концентрации уловленной нефти. В теоретических и экспериментальных исследованиях взаимодействия разлившейся по поверхности водных объектов нефти с ледяным покровом выявлены закономерности формирования и распространения нефтяного пятна подо льдом и методы их прогноза.

Разработка новых технических решений по локализации и сбору нефти с поверхности воды. На следующем этапе работы по созданию элементов инженерно-технического обеспечения защиты ВО на основе результатов гидродинамических исследований разработан комплекс новых технических решений по устройствам и способам локализации и сбора нефти, в которых учтены закономерности взаимодействия слоя нефти с нефтесборным оборудованием и влияние конструктивных элементов на эффективность его работы, установленные в ходе исследований. Все технические решения имеют охранные документы (27 авторских свидетельств и патентов) Республики Беларусь, Российской Федерации и СССР.

На основании учёта механизма гидромеханического взаимодействия слоя нефти на водотоке с боном осуществлена разработка новых технических решений по двум направлениям: 1) создание конструкций бонов, гидродинамика которых компенсирует негативное влияние высоких скоростей потока (разработано 1 решение); 2) создание нефтесборных устройств по принципу совмещения функций локализации и сбора слоя нефти (разработаны 2 решения).

С учётом результатов гидродинамических исследований разработаны новые технические решения, направленные на повышение эффективности работы БГЦ за счёт совершенствования их конструкции, которые обеспечили улучшение условий входа жидкости в БГЦ (разработаны 2 решения) и условий формирования нефтяного клубка в рабочей полости БГЦ (разработано 4 решения).

Разработаны 2 новых технических решения по устройству БГЦ, предназначенных для работы в покоящейся жидкости.

Повышение эффективности нефтесборных устройств обеспечено также путём совместного использования разных принципов сбора нефти. Разработаны новые технические решения для нефтесборных устройств, технические характеристики которых улучшены за счёт комбинирования гидродинамических схем работы нефтесборных устройств со схемами подповерхностного стока и порогово-переливными схемами (разработано 4 решения).

Новые технические решения для локализации и сбора разлившейся нефти на водных объектах, покрытых льдом. Наличие ледяного покрова существенно осложняет работы по проведению ЛАРН. На основе результатов гидродинамических исследований разработан пакет технических решений, включающий способы (3 решения) и устройства (5 решений) для локализации и сбора нефти с поверхности водных объектов, имеющих ледяной покров.

Испытания макетов и опытно-промышленных образцов технических устройств. Ряд новых технических решений реализован в виде опытно-промышленных образцов или полномасштабных макетов, прошедших испытания в полунатурных и натуральных условиях. Испытаниям подверглись устройства, предназначенные для сбора нефти с поверхности водотоков и покоящейся жидкости. Результаты испытаний различных устройств учтены при разработке промышленных конструкций нефтесборных устройств.

Применение сорбентов-собирателей. Проведены исследования, связанные с разработкой сорбентов-собирателей нефти из торфа. В результате создан нефтяной адсорбент, включающий торф в качестве целлюлозосодержащего материала и модификатор.

Для обеспечения совместного применения гидромеханических средств локализации и сбора разлившейся нефти и физико-химических методов с использованием сорбентов-собирателей нефти в сыпучем виде разработано новое комбинированное нефтесборное устройство, которое одновременно обеспечивает локализацию слоя нефти, распыление порошкового сорбента-

собиранья нефти в сыпучем виде по поверхности слоя нефти и сбор уловленной нефти совместно с сорбентом-собираньем.

Стационарные защитные сооружения. Для минимизации последствий нефтяного загрязнения реки в зоне подводного перехода и предотвращения трансграничного переноса нефтяного загрязнителя по руслу крупной реки разработаны принципы проектирования и обоснован состав стационарных технологических площадок для удержания нефти. Они представляют собой обустроенные на берегу реки технологические площадки, оборудованные стационарно установленными в русле реки боновыми заграждениями, работающими совместно с нефтесборными устройствами, емкостями для приема уловленной нефти, площадками для транспортных средств и системами жизнеобеспечения персонала. Технологическое оборудование стационарной площадки обеспечивает удержание и сбор нефти круглогодично, за исключением периода ледохода.

В пятой главе разработаны механизмы управления СЗВО при АРН на МНП, основными из которых являются планирование и прогнозирование; организация; регулирование и контроль (рисунок 8).



Рисунок 8 – Структурно-функциональная схема управленческого блока элементов системы

В подсистеме планирования и прогнозирования реализован один из главных механизмов управления СЗВО при АРН, который направлен на решение двух задач: разработку планов ликвидации аварийных разливов нефти для возможных аварий; планирование и обоснование инвестиций в обеспечение защиты водных объектов.

Разработанные в диссертационном исследовании методы позволяют прогнозировать процесс развития АРН и их последствия с учетом особенностей местности и значений индексов технологического риска.

Основной задачей, которую решает подсистема планирования, является разработка планов ликвидации АРН, осуществляемая на основе комплексного метода построения технологического процесса ликвидации АРН.

Особым элементом управленческого блока является планирование и обоснование инвестиций в обеспечение защиты водных объектов. В настоящее время на предприятиях по транспорту нефти планирование этого вида деятельности из-за отсутствия необходимой нормативно-методической базы осуществляется без должного анализа и оптимизации необходимости приобретения той или иной техники, исходя из наличия денежных средств.

Для обоснования приоритетов инвестиционно-экономических решений необходимо на основе полученных прогнозов и проведенного ранжирования участков трассы по уровню экологической опасности сопоставлять анализ затрат и оценку ожидаемых экологических последствий АРН на МНП. Это позволит использовать оборудование и технологии, которые при минимальной стоимости обеспечат максимальный природосберегающий эффект.

Подсистема организации управления включает круг вопросов, которые входят в организационно-управленческое обеспечение защиты ВО при АРН. В этих рамках систематизированы все поведенческие аспекты при аварийных разливах нефти, включая организацию инженерно-технологического обеспечения защиты ВО, оснащение действующих аварийно-восстановительных подразделений, которые рассмотрены и решены при разработке прогнозного и технологического блоков системы. Сюда же относятся вопросы создания аварийно-восстановительных подразделений на новых принципах работы и подготовки персонала и систематического проведения учений.

Управление СЗВО при АРН с помощью *регулирования и контроля* осуществляется на общегосударственном, региональном, межотраслевом, отраслевом и локальном уровнях. На основании результатов диссертационного исследования разработан и введен в действие ряд общегосударственных и межотраслевых правовых актов и технических нормативно-правовых документов отраслевого и локального уровней, которые восполнили имеющийся дефицит нормативно-правовой документации и явились первыми в нашей стране документами такого рода.

В шестой главе представлены практические результаты создания системы защиты водных объектов при АРН. Использование и внедрение её элементов осуществлено по следующим направлениям:

– *использование элементов прогнозного блока системы защиты водных объектов.* Результаты исследований, проведенных при разработке методов прогнозирования, нашли широкое практическое применение при составлении планов ликвидации АРН в составе ПЛА магистральных нефтепроводов, находящихся на территории Беларуси. Составлены ПЛА для восьми линейных объектов, принадлежащих трём МНП;

– *использование элементов технологического блока системы защиты водных объектов.* Результаты исследований, выполненных для элементов этого блока, позволили разработать технологические процессы ликвидации АРН и новые конструкции оборудования для локализации и сбора нефти с поверхности воды.

Основой разработки ПЛА для нефтепроводов Беларуси является комплексный метод разработки технологических процессов защиты ВО при АРН и составления планов ликвидации АРН.

Использование результатов разработки *технического обеспечения защиты ВО* осуществлялось по нескольким направлениям. На основании исследования гидродинамического взаимодействия слоя нефти на водотоках с боновым заграждением был разработан нормативно-методический документ «Методические рекомендации по расчёту боновых заграждений, предназначенных для улавливания и удержания слоя нефти на поверхности водотоков», которые использованы при проектировании и выборе боновых заграждений на предприятиях трубопроводного транспорта страны. Разработанные технические средства сведены в «Альбом конструкторской документации на оборудование для улавливания и сбора нефти с поверхности водных объектов». В альбоме приведены 24 единицы оборудования, образующие шесть типоразмерных рядов конструкций. В это число входят устройства, предназначенные для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности неподвижной воды; устройства, предназначенные для сбора нефти с поверхности водотоков, включая устройства зимнего типа; боновые заграждения. Все технические решения, положенные в основу предлагаемых конструкций, имеют патентную защиту (27 патентов и авторских свидетельств Беларуси, России и СССР). Ряд устройств прошли испытания, опытно-промышленную проверку и освоение в виде единичных образцов на предприятиях Республики Беларусь и за рубежом.

Для предотвращения трансграничного переноса нефти Новополоцким предприятием по транспорту нефти «Дружба» на реке Западная Двина в районе границы с Латвией (населённый пункт Узмёны) сооружена стационарная технологическая площадка для удержания нефти при АРН на МНП. Стационарная технологическая площадка активно использована в ходе ликвидации аварии на нефтепродуктопроводе ЧУП «Запад-Транснефтепродукт» в Бешенковичском

районе Витебской области, а также при проведении международных учений.

Использование элементов управленческого блока системы защиты водных объектов. Проведенные исследования использованы при разработке проекта Закона Республики Беларусь «О магистральном трубопроводном транспорте», 18 из 41 статей которого содержат нормы, регулирующие экологическую безопасность трубопроводного транспорта. Разработаны и введены в действие четыре технических нормативно-правовых акта межотраслевого уровня, два документа отраслевого уровня и два документа локального уровня, в которых регулируются различные аспекты деятельности, обеспечивающие защиту водных объектов при АРН на МНП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации. Выполненные исследования позволили выработать концепцию защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах, обеспечивающую дальнейшее развитие научного направления по защите гидросферы от загрязнения нефтью. Решена крупная научная и народно-хозяйственная проблема, что дало возможность осуществлять прогнозирование аварийных разливов нефти и их последствий, эффективное технологическое обеспечение и управление защитой водных объектов и сделать следующие выводы.

1. Характер аварийных разливов на нефтепроводах зависит от множества разнородных элементов, которые находятся в сложном взаимодействии и принадлежат к различным сферам: техногенной, геосферной и управленческой. Отображением взаимодействия этих сфер является разработанная на основе системного подхода познавательная модель проблемы, представленная в форме её структурно-логической схемы, в которой взаимодействуют подсистемы разных классов: естественные, технические, организационные. Совокупность элементов, образующих эту систему, отображает состав и характер взаимодействия основных сфер, в которых формируются и проявляются факторы, влияющие на развитие аварийного разлива нефти и на его последствия. Структурно-логическая схема как познавательная модель системы проблемы является научно-методологической основой разработки системы защиты водных объектов при аварийных разливах на нефтепроводах [5, 7, 9, 12, 15, 18, 19, 21 – 23, 25, 38, 48, 49, 51, 61, 67, 71, 75, 77, 78, 82, 91, 96, 105, 110, 106, 116, 117, 126].

2. Показано, что существенной особенностью развития аварийных разливов нефти на нефтепроводах и формирования их экологических последствий является зависимость от геоландшафтных характеристик территорий, сопряжённых с трассой нефтепровода. Взаимодействие разлившейся нефти с объектами

окружающей среды определяет характер, развитие и последствие аварийных разливов нефти. Оно лежит в основе прогноза развития аварийных разливов, его экологических последствий и выбора технологий и технических средств для локализации и сбора нефти. На этом основании аварийные разливы нефти на нефтепроводах рассматриваются как последовательность событий, связанных с взаимодействием разлившейся нефти с объектами окружающей среды. Разработана схема развития аварийных разливов нефти на нефтепроводах, на которой указаны все возможные стадии движения нефти и сопровождающие их физические процессы от места истечения через отверстие в аварийной трубе до места её извлечения из водного объекта. Это позволило осуществить учёт всего спектра параметров физических процессов, сопровождающих взаимодействие разлившейся нефти с объектами окружающей среды, и для каждого параметра установить влияющие на него факторы [5, 7, 9, 10, 13, 39, 51, 65, 74, 94, 102, 104, 110, 112, 114, 157].

3. Предложены способы моделирования техногенного воздействия на водные объекты при аварийных разливах нефти, базирующиеся на использовании комбинации методов, основанных на применении стоимостных показателей и факторов влияния. На этой основе получено семейство целевых моделей и разработаны методы оценки экологических последствий загрязнения водных объектов при аварийных разливах нефти, основанные на использовании стоимостных и многофакторных прагматических моделей взаимодействия аварийного нефтепровода с объектами окружающей среды, которые позволяют количественно оценивать эффективность аварийно-спасательных мероприятий, проведенных при ликвидации конкретного аварийного разлива нефти, эффективность системы защиты водных объектов в целом, а также определять комплексный показатель потенциальной экологической опасности, с его помощью рассчитывать прогнозную обобщенную количественную оценку ожидаемых экологических последствий возможной аварии и обобщенную количественную оценку экологической характеристики территории, по которой предполагается проложить трассу проектируемого нефтепровода.

Прагматические модели, созданные на основе использования стоимостных показателей и учёта факторов влияния, дают возможность учитывать условия развития аварийных разливов нефти и на этом основании разрабатывать мероприятия по предотвращению или минимизации загрязнения водных объектов [5, 7, 8, 12, 17, 19, 20, 27, 32, 41, 47, 69, 72, 76, 86, 87, 93, 97, 109, 111, 118, 120 – 123, 125, 128, 157].

4. Разработана система защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах, которая с целью минимизации экологических последствий и ресурсосбережения обеспечивает целенаправленное и управляемое воздействие на факторы, влияющие на развитие и экологические последствия аварийных разливов, действующие в разных сферах. Структурно-

функциональная схема этой системы включает элементы, объединённые в три функциональных блока: прогнозный, технологический и управленческий.

Обоснованы и определены состав и структура подсистем и элементов системы защиты водных объектов, образующих функциональные блоки [5, 22, 30, 34, 36, 38, 56, 57, 60, 61, 66, 80, 81, 85, 90, 95, 98, 160, 164, 165].

5. Разработан комплексный метод построения технологических процессов защиты водных объектов и составления планов ликвидации аварийных разливов нефти, который включает в себя совокупность методов, позволяющих осуществлять формализацию представления характеристик объектов окружающей среды, сценариев развития аварийных разливов, типизацию и унификацию технологических операций ликвидации аварийных разливов нефти. В комплексном методе объединены правила и методы выполнения отдельных, осуществляемых поэтапно процедур построения технологического процесса: правила проведения мониторинга и идентификации объектов окружающей среды и ведения предметно-ориентированного каталога водных объектов; метод сегментирования трассы нефтепровода; метод систематизации локальных участков; правила формирования банка технологических операций; метод разработки схематизированных сценариев развития аварийных разливов; правила составления типовых технологических процессов, технологических карт и планов ликвидации аварийных разливов нефти. Разработаны и приняты к исполнению восемь технических нормативно-правовых актов различного уровня, регулирующих вопросы обеспечения технологического и управленческого обеспечения защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах [1, 11, 16, 24, 31, 46, 52, 53, 63 – 65, 67, 68, 70, 78, 83, 88, 89, 92, 103, 107, 113, 115, 119, 121, 124, 127, 157, 159, 161, 162, 165 – 167].

6. Установлены новые закономерности и гидромеханические механизмы взаимодействия слоя разлившейся нефти на поверхности воды с боновыми заграждениями, нефтесборными устройствами гидроциклонного типа и ледяным покровом на водотоках. Выявлены параметры, определяющие удерживающую способность бонового заграждения, и установлены связывающие их аналитические и эмпирические зависимости. Экспериментально установлена и обоснована возможность использования безнапорных гидроциклонов для сбора нефти с поверхности воды. Описана гидромеханическая картина взаимодействия слоя нефти на поверхности воды с безнапорными гидроциклонами и установлены основные проблемы, возникающие при использовании безнапорных гидроциклонов для сбора нефти с поверхности воды, которые состоят в необходимости устранения уноса нефти из гидроциклона и повышения концентрации уловленной нефти. Экспериментально определено влияние основных конструктивных параметров безнапорных гидроциклонов на их эксплуатационные характеристики. В теоретических и экспериментальных исследованиях взаимодействия раз-

лившейся по поверхности водных объектов нефти с ледяным покровом выявлены закономерности формирования и распространения нефтяного пятна подо льдом и методы их прогноза [1, 2, 3, 4, 6, 14, 15, 33, 35, 38, 40, 42, 43, 55, 59, 73, 100].

7. На основе результатов гидромеханических исследований разработаны новые технические решения по способам и устройствам для локализации и сбора разлившейся нефти с поверхности водных объектов. Всего разработано 24 новых технических решения, которые защищены 28 охранными документами СССР, Республики Беларусь и Российской Федерации. На основе новых технических решений разработаны 24 единицы оборудования, которые образовали шесть типоразмерных рядов конструкций, включающих устройства, предназначенные для локализации и сбора нефти в различных условиях: с поверхности неподвижной воды и с поверхности водотоков, в том числе при наличии ледяного покрова. Сформулированы принципы проектирования стационарных технологических площадок для удержания слоя разлившейся нефти на водотоках, предназначенных для предотвращения трансграничного переноса нефтяных загрязнений. Разработаны методы выбора места их расположения, а также используемые технологии и состав оборудования [1, 2, 4, 29, 32, 39, 44, 47, 54, 58, 62, 79, 84, 99, 101, 108, 129 – 156, 158, 163].

Рекомендации по практическому использованию результатов.

На основании выполненных исследований разработаны и переданы для практического использования Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «Методические рекомендации по разработке отраслевых регламентов защиты водных объектов и болотных ландшафтов при залповых сбросах нефти и нефтепродуктов на территории водосборных бассейнов» [161] (приложение Ш4).

Концерну «Белнефтехим» переданы и используются технические нормативно-правовые акты: «Инструкция по защите окружающей среды при авариях на нефтепроводах» [162] (приложение Ш5); «Методические рекомендации по расчёту удерживающей способности боновых заграждений, предназначенных для улавливания и удержания слоя нефти на поверхности водотоков» [163] (приложения С1 – С4).

РУП «Гомельтранснефть «Дружба» переданы и используются технические нормативно-правовые акты «Методические указания по разработке норматив-табеля технического оснащения аварийно-восстановительных служб магистральных нефтепроводов» [165] (приложения П и Ш6); «Норматив-табель технического оснащения аварийно-восстановительных служб магистральных нефтепроводов РУП «Гомельтранснефть «Дружба» [166] (приложения Ш7 и Ш8) и «Внутренний стандарт предприятия по повышению квалификации работников РУП «Гомельтранснефть «Дружба» [164] (приложение Ш11).

ЧУП «Запад-Транснефтепродукт», магистральные нефтепродуктопроводы которого проходят по территории Беларуси, передан и используется Стандарт организации СТП ЗТНП-0-6.3-006-2007 «Табель технического оснащения аварийно-восстановительных пунктов магистральных нефтепроводов» [165], а также переданы и используются восемь Планов ликвидации аварий, при этом общая протяжённость трасс трёх трубопроводов, для которых разработаны Планы ликвидации аварий, составила 736,5 км (приложение Р1).

Новополоцкому РУП по транспорту нефти «Дружба» передан комплект научно-технической документации, содержащий методы проектирования, технологические процессы и конструктивные схемы оборудования стационарной технологической площадки для ликвидации загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах, на основании чего разработана проектно-конструкторская документация и сооружена стационарная технологическая площадка на реке Западная Двина (приложение Ц).

Результаты исследований по созданию комплексного метода построения технологического процесса защиты водных объектов при аварийных разливах на нефтепроводах рекомендуется использовать для разработки технического нормативно-правового акта отраслевого уровня – «Положение по разработке планов локализации и ликвидации инцидентов и аварий на нефтепроводах» концерна «Белнефтехим»».

Разработанный метод оценки экологических последствий аварийных разливов нефти рекомендуется использовать на предприятиях РУП «Гомельтранснефть «Дружба», Новополоцком РУП по транспорту нефти «Дружба» и ЧУП «Запад-Транснефтепродукт» для ранжирования трасс нефтепроводов по степени экологической опасности при планировании организационно-технических мероприятий по защите водных объектов и обосновании планов финансового обеспечения мероприятий по их защите. Этот метод может быть использован проектными организациями при проектировании новых трубопроводов на стадии оценки воздействия на окружающую среду для выбора вариантов прокладки трасс с учётом экологической уязвимости рассматриваемых территорий от воздействия аварийных разливов нефти.

Новые технические решения по способам и устройствам для ликвидации аварийных разливов нефти на воде, а также разработанный на их основе «Альбом конструкторской документации на оборудование для улавливания и сбора нефти с поверхности водных объектов» [158] рекомендуются для использования с целью освоения выпуска нефтесборного оборудования (приложения К, Л, Т1, Т2, У).

Разработанные методы проектирования, технологические процессы и конструктивные схемы оборудования стационарной технологической площадки для ликвидации загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах рекомендуются для использования при проектировании и соору-

жении стационарной технологической площадки на реке Днепр с целью минимизации трансграничного переноса нефтяных загрязнений при аварийных разливах нефти на нефтепроводах, проложенных по территории водосборного бассейна реки Днепр и защиты акватории Чёрного моря.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии:

1. Комаровский, Д.П. Защита водных объектов при аварийных разливах нефти / Д.П. Комаровский, П.В. Коваленко, В.К. Липский, В.Е. Савенок; под ред. В.К. Липского. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 220 с.

2. Липский, В.К. Технические средства защиты водных объектов при аварийных разливах нефти / В.К. Липский, И.И. Лиштван. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 304 с.

Главы и разделы в книгах:

3. Липский, В.К. Использование гидроциклонов для извлечения нефтяных загрязнений из воды / В.К. Липский // Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов: производств / Г.А. Роев, В.А. Юфин. – М.: Недра, 1987. – Гл. 4. – С. 88 – 119.

Статьи в научных журналах, включённых в перечень ВАК:

4. Комаровский, Д.П. Взаимодействие нефтяного пятна на поверхности водотока с боновым загрязнением / Д.П. Комаровский, В.К. Липский // Природные ресурсы. – 2002. – № 4. – С. 113 – 116.

5. Липский, В.К. Система защиты водных объектов от загрязнения при авариях на магистральных нефтепроводах Беларуси / В.К. Липский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 3 – 16.

6. Комаровский, Д.П. Взаимодействие слоя нефти на поверхности потока с боновым загрязнением / Д.П. Комаровский, В.К. Липский, М.В. Лурье // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 28 – 34.

7. Липский, В.К. Методы оценки параметров системы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2004. – № 1. – С. 16 – 24.

8. Липский, В.К. Оценка последствий возможных аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера, А.В. Криволапов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2004. – № 12. – С. 96 – 107.

9. Липский, В.К. Технические и ландшафтные характеристики магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов Беларуси / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, М.В. Хорун, А.Г. Кульбей, Д.А. Поздняков // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2004. – № 1. – С. 140 – 145.
10. Липский, В.К. Исследование процессов фильтрации углеводородных жидкостей в пористые среды / В.К. Липский, М.Е. Хорун // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2004. – № 12. – С. 122 – 127.
11. Липский, В.К. Разработка технологии и методов ликвидации аварийных разливов нефти в зимних условиях на водных объектах / В.К. Липский, В.Е. Савенок, Г.П. Бровка // Природные ресурсы. – 2005. – № 2. – С. 120 – 124.
12. Липский, В.К. Концепция моделирования воздействия магистральных нефтепроводов на окружающую среду при авариях / В.К. Липский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2005. – № 3. – С. 23 – 35.
13. Липский, В.К. Прогнозирование последствий загрязнения земель при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, М.В. Лурье, М.Е. Хорун // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2005. – № 3. – С. 116 – 119.
14. Липский, В.К. Методы расчета и пути повышения удерживающей способности бонового заграждения / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, М.В. Лурье // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2005. – № 3. – С. 79 – 85.
15. Липский, В.К. Обеспечение на инвестиционной стадии надёжности подводных переходов трубопроводов / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, Г.Г. Васильев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2006. – № 5. – С. 166 – 172.
16. Липский, В.К. Защита болотных ландшафтов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридонок, Д.П. Комаровский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2006. – № 3. – С. 148 – 154.
17. Липский, В.К. Оценка эффективности системы защиты окружающей среды при авариях на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера, В.Н. Журавлёв, А.В. Криволапов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2006. – № 3. – С. 155 – 162.
18. Липский, В.К. Методика восстановительной термической обработки магистральных трубопроводов, основанная на неразрушающей оценке фактического уровня механических свойств металла / В.К. Липский, А.Н. Янушонок, А.С. Снарский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2006. – № 12. – С. 93 – 96.

19. Вегера, А.И. Об оценке технического состояния подводных переходов магистральных трубопроводов / А.И. Вегера, В.К. Липский, А.Г. Кульбей, Г.Г. Васильев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2006. – № 3. – С. 137 – 142.

20. Липский, В.К. Эталонный метод квантификации факторов влияния на последствия аварий на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2007. – № 8. – С. 116 – 124.

21. Воронин, А.Н. Оценка безопасности магистрального трубопроводного транспорта при техническом регулировании / А.Н. Воронин, В.К. Липский, П.С. Серенков // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2008. – № 6. – С. 145 – 150.

22. Липский, В.К. Функциональная схема и структура системы охраны водных объектов при авариях на нефтепроводах // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2008. – № 12. – С. 93 – 98.

23. Липский, В.К. Оценка фактического состояния металла магистральных трубопроводов / В.К. Липский, А.Н. Янушонок, В.Е. Котов, Н.В. Соколова, А.С. Снарский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 128 – 132.

24. Липский, В.К. Нормирование технического оснащения аварийно-восстановительных служб предприятий трубопроводного транспорта нефти / В.К. Липский, П.В. Коваленко, А.Н. Янушонок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2009. – № 6. – С. 131 – 138.

**Статьи в сборниках научных трудов,
научно-технических журналах, не включённых в перечень ВАК:**

25. Власак, П. Экологические аспекты трубопроводного транспорта / П. Власак, В.К. Липский // Сб. науч. тр.; Выш. шк. – Минск, 1982. – Вып. 1: Охрана окружающей среды. – С. 59 – 62.

26. Липский, В.К. Безнапорные гидроциклоны для сбора нефтяных загрязнений с поверхности воды / В.К. Липский, Е.Г. Тихонов // Сб. науч. тр.; Выш. шк. – Минск, 1983. – Вып. 2: Охрана окружающей среды. – С. 84 – 87.

27. Липский, В.К. Определение эффективности мероприятий по ликвидации последствий нефтяных загрязнений вследствие аварий / В.К. Липский, Н.И. Богдан // Сб. науч. тр.; ВНИИОЭНГ. – М., 1984. – Вып. 4: Нефтяная промышленность. Сер. Нефтепромысловое дело и транспорт нефти: науч.-техн. информ. сб. – С. 44 – 47.

28. Липский, В.К. Применение безнапорных гидроциклонов на водоохраных объектах нефтеперерабатывающего завода / В.К. Липский, Е.Г. Тихонов, П.В. Коваленко // Сб. науч. тр.; Выш. шк. – Минск, 1985. – Вып. 4: Охрана окружающей среды. – С. 47 – 51.

29. Липский, В.К. Влияние гидрофобизации на изменение структуры органического вещества торфа / В.К. Липский, А.Э. Томсон, М.И. Соболев, Т.В. Соколова, В.С. Пехтерева, Т.И. Липская // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 1996. – № 2. – С. 19 – 24.

30. Липский, В.К. Защита водных объектов и болотных ландшафтов на территории водосборных бассейнов при залповых сбросах нефти / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, Л.М. Спиридёнок // Природопользование и охрана окружающей среды: сб. ст.; Ин-т пробл. использ. природных ресурсов и экологии НАН Беларуси; под ред. И.И. Лиштвана. – Минск, 1998. – С. 79.

31. Липский, В.К. Разработать и внедрить средства и способы ликвидации аварийных разливов нефти на воде и почве с использованием торфяных сорбентов / В.К. Липский, А.А. Терентьев // Природопользование и охрана окружающей среды: сб. ст.; Ин-т пробл. использ. природных ресурсов и экологии НАН Беларуси; под ред. И.И. Лиштвана. – Минск, 1998. – С. 86.

32. Белорусова, Н.Л. Учёт затрат и оценка эффективности мероприятий по минимизации экологических последствий аварий на нефтепроводах / Н.Л. Белорусова, В.К. Липский, В.Н. Журавлёв, А.М. Бордовский // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2000. – Вып. 1: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 127 – 132.

33. Савенок, В.Е. Динамика удара нефтяной капли по внутренней поверхности ледяного покрова / В.Е. Савенок, В.К. Липский // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2000. – Вып. 1: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 146 – 151.

34. Липский, В.К. Концепция защиты водных объектов и болот при авариях на нефтесодержащих промышленных объектах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Н.Л. Белорусова // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2000. – Вып. 1: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 138 – 145.

35. Комаровский, Д.П. Исследование обтекания бонового загрязнения / Д.П. Комаровский, В.К. Липский, М.В. Лурье // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2000. – Вып. 1: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 175 – 182.

36. Липский, В.К. Создание комплексной системы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах (на примере нефтепроводов Беларуси) / В.К. Липский // Трубопроводный транспорт – сегодня и завтра: сб. науч. тр.; УГНТУ; под ред. А.М. Шаммазова [и др.]. – Уфа: Моногр., 2002. – С. 236 – 238.

37. Коваленко, П.В. Создание стационарной площадки для ликвидации нефтяного загрязнения на р. Западная Двина / П.В. Коваленко, Д.П. Комаровский, В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок // Трубопроводный транспорт – сегодня и завтра: сб. науч. тр.; УГНТУ; под ред. А.М. Шаммазова [и др.]. – Уфа: Моногр., 2002. – С. 240 – 242.

38. Липский, В.К. Генезис, структура и методологические аспекты проблемы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2002. – Вып. 2: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 136 – 146.

39. Савенок, В.Е. Анализ характера распространения нефтяных загрязнений на водных объектах, покрытых льдом / В.Е. Савенок, В.К. Липский, Г.П. Бровка // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2002. – Вып. 2: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 146 – 159.

40. Комаровский, Д.П. Критерий для оценки эффективности работы бонового заграждения на водотоке / Д.П. Комаровский, В.К. Липский, М.В. Лурье // Сб. науч. тр.; ЦНИИТЭнефтехим. – М., 2002. – Вып. 4: Транспорт и хранение нефтепродуктов. – С. 15 – 19.

41. Липский, В.К. Балльная оценка возможных последствий аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера, А.Г. Кульбей, А.В. Криволапов // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2003. – Вып. 3: Безопасность и надежность трубопроводного транспорта. – С. 146 – 157.

42. Комаровский, Д.П. Повышение эффективности боновых заграждений на водотоках / Д.П. Комаровский, В.К. Липский, М.В. Лурье // Сб. науч. тр.; ЦНИИТЭнефтехим. – М., 2003. – Вып. 6: Транспорт и хранение нефтепродуктов. – С. 14 – 16.

43. Лурье, М.В. Повышение нефтеудерживающей способности бонов / М.В. Лурье, Д.П. Комаровский, В.К. Липский // Трубопроводный транспорт нефти. – 2003. – № 12. – С. 31 – 32.

44. Лурье, М.В. Аналитическая модель взаимодействия слоя нефти на поверхности водотока с боновым заграждением / М.В. Лурье, В.К. Липский, Д.П. Комаровский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С. Фундаментальные науки. – 2005. – № 4. – С. 162 – 168.

45. Липский, В.К. Технические средства для защиты водных объектов от нефтяных загрязнений / В.К. Липский, В.Е. Савенок // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2006. – Вып. 4: Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта. – С. 194 – 215.

46. Липский, В.К. Ликвидация последствий аварийных разливов нефтепродуктов в сложных гидрометеорологических условиях (опыт аварии на МНПП «Унеча – Полоцк») / В.К. Липский, Д.Н. Комаровский, Л.М. Спиридёнок, А.И. Сераков, О.В. Киселёв // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2008. – Вып. 5: Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта. – С. 207 – 214.

47. Липский, В.К. Способ определения опасности загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорузова, А.А. Карпухина // Сб. науч. тр.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2008. –

Вып. 5: Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта. – С. 215 – 223.

48. Галковский, В.М. Техническое нормирование в магистральном трубопроводном транспорте / В.М. Галковский, В.К. Липский, П.С. Серенков, А.Н. Воронин // Стандартизация. – 2008. – № 5. – С. 26 – 30.

49. Коровкин, В.Н. Геологические условия возникновения аварийности на магистральных трубопроводах / В.Н. Коровкин, В.К. Липский, Г.А. Шароглазова, А.Н. Соловьёв, В.В. Ялтыхов // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2008. – № 1. – С. 58 – 60.

50. Липский, В.К. Повышение надежности подводных переходов магистральных трубопроводов Беларуси / В.К. Липский, Г.Г. Васильев, А.Г. Кульбей // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2009. – № 1(75). – С. 49 – 55.

51. Липский, В.К. Воздействие магистральных трубопроводов на окружающую среду / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.П. Комаровский, Н.Л. Белорусова, А.А. Карпухина // Вестн. Белнефтехима. – 2009. – № 4(39). – С. 38 – 43.

52. Липский, В.К. Ликвидация последствий аварийного разлива нефти в сложных метеорологических условиях / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, Л.М. Спиридёнок, П.В. Коваленко, А.И. Сераков // Промышленная безопасность. – 2010. – № 1. – С. 10 – 12.

Материалы международных и республиканских конференций:

53. Липский, В.К. Комплексные организационно-технические мероприятия по защите водных объектов от загрязнения нефтью при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, Л.И. Макаров // Очистка сточных вод и подготовка воды для промводоснабжения: матер. науч.-техн. семинара, Новополоцк, 27 февр. – 1 марта 1990 г.; Новополоц. политехн. ин-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 1990. – С. 3.

54. Липский, В.К. Технические средства для локализации и сбора нефтяных загрязнений на поверхности водных объектов / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, Л.И. Макаров // Очистка сточных вод и подготовка воды для промводоснабжения: материалы науч.-техн. семинара, Новополоцк, 27 февр. – 1 марта 1990 г.; Новополоц. политехн. ин-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 1990. – С. 4.

55. Липский, В.К. Исследование взаимодействия потока с боновым заграждением типа «вертикальная стенка» / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, В.М. Кулага, И.Б. Сороговец // Очистка сточных вод и подготовка воды для промводоснабжения: материалы науч.-техн. семинара, Новополоцк, 27 февр. – 1 марта 1990 г.; Новополоц. политехн. ин-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 1990. – С. 22 – 25.

56. Липский, В.К. Структура затрат на обеспечение минимизации экологических последствий аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, В.Н. Журавлев // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы III науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 21 сент. 2000 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2000. – С. 181.

57. Липский, В.К. Экономическая эффективность мероприятий по минимизации экологических последствий / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, В.Н. Журавлев // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы III науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 21 сент. 2000 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2000. – С. 185.

58. Липский, В.К. Стационарные пункты удержания нефти на реках при залповых сбросах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, П.В. Коваленко, В.Н. Журавлев, В.И. Дроботов // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы III науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 21 сент. 2000 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2000. – С. 190.

59. Липский, В.К. Феноменологические модели обтекания бонового заграждения потоком воды со слоем нефти на поверхности / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, М.В. Лурье // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы III науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 21 сент. 2000 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2000. – С. 195 – 198.

60. Липский, В.К. Повышение квалификации специалистов предприятий трубопроводного транспорта / В.К. Липский, И.Н. Клышко // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы III науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 21 сент. 2000 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2000. – С. 207.

61. Липский, В.К. Концепция защиты водных объектов и болот при авариях на нефтепродуктопроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Н.Л. Белорусова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. материалов междунар. практ. конф., Минск, 22 – 24 мая 2001 г.; редкол.: А.Н. Кудряшов [и др.]. – Минск, 2001. – С. 110.

62. Липский, В.К. Мобильные и стационарные средства ликвидации последствий аварий на магистральных нефтепродуктопроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, П.В. Коваленко // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. материалов междунар. практ. конф., Минск, 22 – 24 мая 2001 г.; БГУ; редкол.: А.Н. Кудряшов [и др.]. – Минск, 2001. – С. 208.

63. Савенок, В.Е. Способы ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах в зимних условиях / В.Е. Савенок, В.К. Липский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. материалов между-

нар. практ. конф., Минск, 22 – 24 мая 2001 г.; БГУ; редкол.: А.Н. Кудряшов [и др.]. – Минск, 2001. – С. 218.

64. Липский, В.К. Сохранение болот при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.П. Комаровский // Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии: материалы междунар. конф., Минск, 29 мая – 2 июня 2006 г.; ГНУ «ИПИПРЭ НАН Беларуси»; под ред. Н.Н. Бамбалова [и др.]. – Минск, 2006. – С. 341 – 345.

65. Липский, В.К. Учёт геоландшафтных факторов в системе защиты водных объектов при авариях на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок // Современное состояние, проблемы и перспективы использования трансграничных водных объектов: материалы междунар. водного форума, Минск, 1 – 2 марта 2006 г.; ООО «Белсэнс»; редкол.: Л.И. Хоружик [и др.]. – Минск, 2006. – С. 85.

66. Липский, В.К. Защита водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Проблемы и методы обеспечения надёжности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: материалы VII конгр. нефтегазопромышленников России: науч.-техн. конф., Уфа, 22 – 25 мая 2007 г.; ГУП «ИПТЭР»; редкол.: А.Г. Гумеров [и др.]. – Уфа, 2007. – С. 71 – 73.

67. Липский, В.К. Особенности развития аварии на нефтепродуктопроводе в период половодья / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.П. Комаровский, А.И. Сераков, О.В. Киселёв // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 272 – 274.

68. Липский, В.К. Меры по минимизации последствий аварии при разливах нефтепродуктов на нефтепродуктопроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.Н. Комаровский // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 241 – 242.

69. Липский, В.К. Способ определения опасности загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорузова, А.А. Карпухина // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 266 – 272.

70. Бровка, Г.П. Методологические аспекты способов локализации аварийных нефтеразливов в зимних условиях / Г.П. Бровка, В.Е. Савенок, В.К. Липский // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк,

11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 264 – 266.

71. Липский, В.К. К вопросу оценки технического состояния магистральных трубопроводов, проработавших длительное время / А.С. Снарский, А.Н. Янушонок, В.К. Липский, В.Е. Котов, П.В. Коваленко, Л.Н. Кратёнок, Н.В. Соколова // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 67 – 69.

72. Снарский, А.С. Оценка эффективности системы защиты водных объектов при авариях на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский, А.А. Карпухина // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 21 – 23 нояб. 2007 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Полоцк, 2007. – Т. 1. – С. 126 – 130.

73. Липский, В.К. Методы расчёта удерживающей способности бонового заграждения / В.К. Липский, Д.Н. Комаровский // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV междунар. эколог. симпоз., Новополоцк, 21 – 23 нояб. 2007 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Новополоцк, 2007. – Т. 1. – С. 130 – 134.

74. Воронин, А.Н. Учёт факторов экологической опасности на объектах магистрального трубопроводного транспорта при разработке технических нормативных правовых актов / А.Н. Воронин, В.К. Липский, Н.Н. Пистуневич // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV междунар. эколог. симпоз., Новополоцк, 21 – 23 нояб. 2007 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Новополоцк, 2007. – Т. 2. – С. 116 – 119.

75. Коровкин, В.Н. Современные движения земной коры: геологические условия возникновения аварийности на магистральных трубопроводах / В.Н. Коровкин, В.К. Липский, Г.А. Шароглазова, А.Н. Соловьёв, В.В. Ялтыхов // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VI междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 14 дек. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2007. – С. 36 – 37.

76. Липский, В.К. Метод оценки опасности загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, А.А. Карпухина // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. докл. IV междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 – 8 июня 2007 г.; ГУ «НИИ ПБ МЧС»; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2007. – С. 166 – 176.

77. Липский, В.К. Эколого-экономические аспекты функционирования системы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, А.А. Карпухина // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материа-

лы междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч.; БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – Ч. 2. – С. 36 – 40.

78. Галковский, В.М. Проблемы технического нормирования в магистральном трубопроводном транспорте / В.М. Галковский, В.К. Липский, А.Н. Воронин // Качество в XXI веке: системный подход и инновации: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26 – 27 марта 2008 г.; БелГИСС; под общ. ред. В.Н. Корешкова. – Минск, 2008. – С. 15 – 17.

79. Липский, В.К. Технические средства для сбора нефти с поверхности водных объектов / В.К. Липский, П.В. Коваленко // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 – 20 нояб. 2008 г.: в 2 ч.; БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – Ч. 1. – С. 300 – 304.

80. Липский, В.К. Защита водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.Н. Комаровский // Международное сотрудничество в решении водно-экологических проблем: материалы III междунар. форума, Минск, 2 – 3 окт. 2008 г.; Минсктиппроект; редкол.: А.Н. Апацкий [и др.]. – Минск, 2008. – С. 121 – 122.

81. Липский, В.К. Разработка профессиональных компетенций для образовательного стандарта специальности 1-70 05 01 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок // Реализация в вузах образовательных стандартов нового поколения: материалы науч.-практ. конф., Новополоцк, 5 – 6 февр. 2008 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Бабенко [и др.]. – Новополоцк, 2008. – С. 50 – 53.

82. Липский, В.К. Экологический мониторинг воздействия магистральных трубопроводов на окружающую среду / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, Д.П. Комаровский, А.А. Карпухина // Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века: материалы 9-й междунар. науч. конф., Минск, 21 – 22 мая 2009 г.; МГЭУ им. А.Д. Сахарова; редкол.: С.П. Кундас [и др.]. – Минск, 2009. – С. 283.

Тезисы докладов на международных и республиканских конференциях:

83. Липский, В.К. Планирование комплексных мероприятий по ликвидации загрязнений водных объектов при авариях трубопроводов / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, П.А. Дмитриевский // Охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов: тез. докл. науч.-техн. конф., Новополоцк, 25 – 27 апр. 1989 г.; Новополоц. политехн. ин-т; редкол.: А.М. Левин [и др.]. – Новополоцк, 1989. – С. 70.

84. Липский, В.К. Применение безнапорных гидроциклонов для сбора нефти с поверхности воды / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, П.А. Дмитриевский // Охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов: тез. докл. науч.-техн. конф., Новополоцк, 25 – 27 апр. 1989 г.; Новополоц. политехн. ин-т; редкол.: А.М. Левин [и др.]. – Новополоцк, 1989. – С. 71.

85. Липский, В.К. Основные принципы организации защиты крупной реки от нефтяных загрязнений при аварии на нефтепроводе, пролегающем в ее бассейне (на примере З. Двины) / В.К. Липский // Экологическое и социально-экономическое обоснование схем рационального природопользования: тез. докл. респ. науч. конф., Минск, 7 – 8 окт. 1993 г.; БГУ; редкол.: В.С. Аношко [и др.]. – Минск, 1993. – С. 84 – 85.

86. Липский, В.К. О принципах эколого-экономической оценки антропогенной деятельности / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова // Экологическое и социально-экономическое обоснование схем рационального природопользования: тез. докл. респ. науч.-техн. конф., Минск, 7 – 8 окт. 1993 г.; БГУ; редкол.: В.С. Аношко [и др.]. – Минск, 1993. – С. 89 – 90.

87. Липский, В.К. О принципах оценки природосберегающих характеристик техники с позиции эколого-экономического анализа / В.К. Липский // Общество и наука: проблемы взаимодействия в условиях формирования рыночных отношений: тез. докл. науч.-теорет. конф., Минск, 23 – 24 дек. 1993 г.; Акад. аграр. наук Респ. Беларусь; редкол.: В.С. Аношко [и др.]. – Минск, 1993. – С. 112 – 117.

88. Липский, В.К. Организация сбора разлившихся нефтепродуктов при авариях на магистральных трубопроводах / В.К. Липский, В.В. Купчин, Н.Л. Белорусова // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: тез. докл. науч.-техн. конф., Гродно, 28 – 30 июня 1994 г.; АНБ; редкол.: И.В. Свириденка [и др.]. – Гродно, 1994. – С. 165.

89. Липский, В.К. Научно-методологические основы создания системы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Проблемы безопасности и надежности трубопроводного транспорта: тез. докл. II науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 13 мая 1999 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 1999. – С. 141 – 143.

90. Липский, В.К. Проблемы безопасности в проекте закона Республики Беларусь о трубопроводном транспорте / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова // Проблемы безопасности и надежности трубопроводного транспорта: тез. докл. II науч.-техн. конф., Новополоцк, 11 – 13 мая 1999 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 1999. – С. 152.

91. Липский, В.К. Проблемы защиты водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России: тез. докл. 4-й науч.-техн. конф.,

Москва, 25 – 26 янв. 2001 г.; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина; под ред. А.И. Владимирова [и др.]. – М., 2001. – С. 80.

92. Липский, В.К. Технология ликвидации загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Л.М. Спиридонок // Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России: тез. докл. 4-й науч.-техн. конф., Москва, 25 – 26 янв. 2001 г.; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина; редкол. А.И. Владимирова [и др.]. – М., 2001. – С. 82.

93. Липский, В.К. Опыт декларирования промышленных объектов / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, А.И. Вегера, Н.Н. Щепилов // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 8 – 11 окт. 2003 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2003. – С. 130.

94. Липский, В.К. Учет геогидроландшафтных факторов при авариях / В.К. Липский // Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России: тез. докл. 5-й науч.-техн. конф., Москва, 23 – 24 янв. 2003 г.; РГУ им. И.М. Губкина; редкол.: А.И. Владимирова [и др.]. – М., 2003. – С. 72.

95. Липский, В.К. Система защиты водных объектов при авариях на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 – 25 июля 2003 г.: в 2 ч.; НИИПБ и ПЧС МЧС РБ; редкол.: А.Н. Кудряшов [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 77 – 78.

96. Липский, В.К. Особенности оценки рисков при декларировании опасности магистральных трубопроводов / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, А.И. Вегера // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 – 25 июля 2003 г.: в 2 ч.; БГУ; редкол.: А.Н. Кудряшов [и др.]. – Минск, 2003. – Ч. 1. – С. 110.

97. Липский, В.К. Метод определения последствий возможных аварий на линейной части магистральных нефтепроводов / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, А.И. Вегера, А.В. Станкевич, А.М. Бордовский, А.В. Криволапов, А.Н. Козик // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 21 – 24 окт. 2003 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2003. – С. 131.

98. Липский, В.К. Система защиты окружающей среды при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн.

конф., Новополоцк, 21 – 24 окт. 2003 г.; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2003. – С. 141.

99. Коваленко, П.В. Стационарная площадка для ликвидации загрязнения нефтью на р. Западной Двине / П.В. Коваленко, Д.П. Комаровский, В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 8 – 11 окт. 2003 г. / редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2003. – С. 163 – 164.

100. Комаровский, Д.П. Исследование удерживающей способности боновых заграждений / Д.П. Комаровский, В.К. Липский // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 8 – 11 окт. 2003 г.; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2003. – С. 167 – 168.

101. Комаровский, Д.П. Использование боновых заграждений для локализации разлива нефти при авариях на магистральных нефтепроводах / Д.П. Комаровский, В.К. Липский // Технологии ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: тез. докл. белорус.-рос. науч.-практ. семинара, Новополоцк, 1 – 2 июня 2004 г.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасности и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2004. – С. 36 – 38.

102. Липский, В.К. Исследование процессов проникновения нефти и нефтепродуктов в грунты / В.К. Липский, М.Е. Хорун, М.В. Лурье // Технологии ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: тез. докл. белорус.-рос. науч.-практ. семинара, Новополоцк, 1 – 2 июня 2004 г.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2004. – С. 48.

103. Липский, В.К. Защита водных объектов при авариях на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский // Технологии ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: тез. докл. белорус.-рос. науч.-практ. семинара, Новополоцк, 1 – 2 июня 2004 г.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2004. – С. 50.

104. Липский, В.К. Геоландшафтные условия расположения магистральных нефтепроводов в бассейне реки Западная Двина и их учет при анализе аварийных ситуаций / В.К. Липский, Д.А. Поздняков // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. I междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 10 – 11 сент. 2004 г.: в 2 т.; УО «ПГУ»; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2004. – Т. 1. – С. 90.

105. Липский, В.К. Экологические проблемы магистрального трубопроводного транспорта нефти / В.К. Липский // Экологические проблемы природно-технических комплексов: тез. докл. I междунар. эколог. симпоз. в Полоцке, Полоцк, 10 – 11 сент. 2004 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Полоцк, 2004. – Т. 1. – С. 13.

106. Липский, В.К. Охрана окружающей среды при эксплуатации магистральных нефтепроводов / В.К. Липский // Белорус.-польск. науч.-практ. семинар: тез. докл., Минск, 4 – 7 окт. 2004 г.; ГУ «БелИСА»; редкол.: И.Л. Федоров [и др.]. – Минск, 2004. – С. 16 – 18.

107. Липский, В.К. Разработка сценариев развития аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, Г.П. Кульбей // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. I междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 10 – 11 сент. 2004 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.Ф. Логинов [и др.]. – Полоцк, 2004. – Т. 1. – С. 13.

108. Липский, В.К. Методические рекомендации по расчёту боновых заграждений, предназначенных для улавливания и удержания слоя нефти на поверхности водотока / В.К. Липский, Д.П. Комаровский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. III междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7 – 9 июня 2005 г.: в 2 т.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 100 – 101.

109. Липский, В.К. Балльная оценка последствий возможных аварий на магистральных нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. III междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7 – 9 июня 2005 г.: в 3 т.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 198 – 200.

110. Липский, В.К. Прогнозирование глубины загрязнения земель при возможных авариях, связанных с разливами нефти / В.К. Липский, М.Е. Хорун, М.В. Лурье // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. III междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7 – 9 июня 2005 г.: в 2 т.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2005. – Т. 1. – С. 104 – 106.

111. Липский, В.К. Квантификация факторов влияния в моделях аварий на нефтепроводах / В.К. Липский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. III междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7 – 9 июня 2005 г.: в 3 т.; Науч.-исслед. ин-т пожарной безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2005. – Т. 1. – С. 106 – 108.

112. Липский, В.К. Влияние геоландшафтных условий расположения трасс нефтепроводов на развитие аварийных ситуаций и возможности по ликвидации последствий разлива / В.К. Липский, Д.А. Позняков, Д.П. Комаровский // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. II междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 2 – 3 сент. 2005 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Полоцк, 2005 – Т. 1. – С. 41 – 42.

113. Липский, В.К. Сегментирование трасс нефтепроводов для организации защиты окружающей среды при авариях / В.К. Липский // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. II междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 2 – 3 сент. 2005 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Полоцк, 2005. – Т. 1. – С. 227 – 229.

114. Липский, В.К. Учёт факторов влияния в системе защиты объектов окружающей среды при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера, В.Н. Журавлёв // Трубопроводный транспорт-2005: тез. докл. междунар. учеб.-науч.-практ. конф., Уфа, 8 – 9 дек. 2005 г.; УГНТУ; редкол.: А.М. Шаммазов [и др.]. – Уфа, 2005. – С. 111 – 113.

115. Липский, В.К. Идентификация участков линейной части магистральных нефтепроводов / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, А.Н. Воронин // Трубопроводный транспорт-2005: тез. докл. междунар. учеб.-науч.-практ. конф., Уфа, 8 – 9 дек. 2005 г.; УГНТУ; редкол.: А.М. Шаммазов [и др.]. – Уфа, 2005. – С. 109 – 111.

116. Липский, В.К. Прокладка подземных коммуникаций через препятствия методом горизонтального направленного бурения / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, Г.Г. Голуб, Н.Н. Савицкий // Региональные проблемы экологии и пути решения: тез. докл. II междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 2 – 3 сент. 2005 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Н.Л. Белорусова [и др.]. – Полоцк, 2005. – Т. 1. – С. 229 – 230.

117. Липский, В.К. Системный подход к надёжности и безопасности магистральных трубопроводов / В.К. Липский, М.Л. Хейфец // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 7 – 9 июня 2006 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2006. – С. 22 – 24.

118. Липский, В.К. Оценка последствий при прогнозировании возможных аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, А.И. Вегера // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 7 – 9 июня 2006 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2006. – С. 241 – 244.

119. Липский, В.К. Методика нормирования технического оснащения аварийно-восстановительных служб / В.К. Липский, А.И. Вегера, П.В. Коваленко, А.Н. Янушонок // Надёжность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: тез. докл. IV междунар. науч.-техн. конф.,

Новополоцк, 7 – 9 июня 2006 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Новополоцк, 2006. – С. 244 – 246.

120. Липский, В.К. Основы моделирования воздействия нефтепроводов на водные объекты при авариях / В.К. Липский // Трубопроводный транспорт-2006: тез. докл. междунар. учеб.-науч.-практ. конф., Уфа, 6 – 8 дек. 2006 г.; УГНТУ; редкол.: А.М. Шаммазов [и др.]. – Уфа, 2006. – С. 91 – 92.

121. Липский, В.К. Прогнозирование и оценка рисков загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Новые технологии в решении экологических проблем ТЭК: тез. докл. II междунар. науч.-практ. конф., Москва, 7 – 8 февр. 2007 г.; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина; редкол.: А.И. Владимиров [и др.]. – М., 2007. – С. 76 – 78.

122. Липский, В.К. Метод оценки опасности загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, А.А. Карпухина // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. тез. докл. IV междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 – 8 июня 2007 г.: в 3 т.; ГУ «НИИ ПБ ПЧС»; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 263 – 266.

123. Липский, В.К. Метод оценки экологических последствий при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский // Трубопроводный транспорт-2007: тез. докл. междунар. учеб.-науч.-практ. конф., Уфа, 6 – 8 дек. 2007 г.; УГНТУ; редкол.: А.М. Шаммазов [и др.]. – Уфа, 2007. – С. 116 – 117.

124. Липский, В.К. Ранжирование нефте- и нефтепродуктопроводов на участки по степени экологической опасности / В.К. Липский, Д.Н. Комаровский, Л.М. Спиридёнок // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: тез. докл. IV междунар. науч. конф., Брест, 10 – 12 сент. 2008 г.; Полесск. агр.-эколог. ин-т НАН Беларуси; редкол.: М.В. Михальчук [и др.]. – Брест, 2008. – С. 164.

125. Липский, В.К. Коэффициент эффективности мероприятий по минимизации экологических последствий аварий на нефтепроводах / В.К. Липский, А.А. Карпухина // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: тез. докл. IV междунар. науч. конф., Брест, 10 – 12 сент. 2008 г.; Полесск. агр.-эколог. ин-т НАН Беларуси; редкол.: М.В. Михальчук [и др.]. – Брест, 2008. – С. 163.

126. Липский, В.К. Опыт оценки технического состояния магистрального нефтепродуктопровода «Участок № 41» / В.К. Липский, А.С. Снарский, В.Е. Котов, А.Н. Янушонок // Прочность и надёжность магистральных трубопроводов: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., Киев, 5 – 7 июня 2008 г.; Ин-т проблем надёжности НАН Украины; редкол.: А.Я. Красовский [и др.]. – Киев, 2008. – С. 65 – 66.

127. Липский, В.К. Ликвидация загрязнения водных объектов при аварии на нефтепродуктопроводе / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок,

Д.Н. Комаровский, А.А. Карпухина // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: тез. докл. V междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8 – 9 июля 2009 г.: в 2 т.; Науч.-исслед. ин-т пожар. безопасн. и проблем чрезв. ситуаций МЧС Респ. Беларусь; редкол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 192 – 194.

128. Липский, В.К. Моделирование неравновесных процессов в экосистемах на основе теории информации / В.К. Липский, В.С. Точило, М.Л. Хейфец // Региональные проблемы экологии: пути решения: тез. докл. III междунар. эколог. симпоз., Полоцк, 14 – 15 сент. 2006 г.: в 2 т.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: В.К. Липский [и др.]. – Полоцк, 2006. – Т. 1. – С. 30 – 32.

Авторские свидетельства и патенты:

129. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1062995 СССР, МКИ³ С 02 F 1/40 / В.К. Липский, С.В. Кузнецов, И.А. Ярков, Т.И. Гринёва; Новополоц. политехн. ин-т. – № 2938812/23-26; заявл. 06.06.80.

130. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1017775 СССР, МКИ³ Е 02 В 17/00 / В.К. Липский, С.В. Кузнецов, В.А. Сидоров; Новополоц. политехн. ин-т. – № 3312068/23-36; заявл. 03.06.81; опубл. 15.08.83 // Открытия. Изобрет. – 1983. – № 18. – С. 107.

131. Устройство для сбора и разделения водонефтяной смеси: а. с. 1066249 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / В.К. Липский, В.А. Сидоров, Э.В. Аулов; Новополоц. политехн. ин-т. – № 3352496/29-15; заявл. 20.10.81.

132. Нефтесборное судно: а. с. 1204477 СССР, МКИ³ В 63 В 35/32 / В.А. Сидоров, Э.В. Аулов, В.К. Липский; Новополоц. политехн. ин-т. – № 3665553/27-11; заявл. 17.10.83; опубл. 15.01.86 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 2. – С. 74.

133. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1312939 СССР, МКИ³ С 02 F 1/40 / В.К. Липский, А.Н. Панков; Новополоц. политехн. ин-т. – № 3956310/31-26; заявл. 20.09.85.

134. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1523636 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / В.К. Липский, А.Н. Панков, И.Н. Троицкий; Новополоц. политехн. ин-т. – № 4303969/23-15/; заявл. 11.09.87; опубл. 23.11.89 // Открытия. Изобрет. – 1989. – № 43. – С. 137.

135. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: пат. 1523636 Рос. Федерации МКИ Е 02 В 15/04 / В.К. Липский, А.Н. Панков, И.Н. Троицкий. – № 4303969/23-15; заявл. 11.09.87; опубл. 23.11.89 // Открытия. Изобрет. – 1989. – № 43. – С. 158.

136. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: пат. № 128 Респ. Беларусь, МКК Е 02 В 15/4 / В.К. Липский, А.Н. Панков, И.Н. Троицкий; заявитель Новополоц. политехн. ин-т. – № 4303969/23-15; заявл. 11.09.87;

опубл. 30.09.94 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1994. – № 2. – С. 34.

137. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1656067 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / И.Н. Троицкий, В.К. Липский; Новополоц. политехн. ин-т. – № 4629171/15; заявл. 02.01.89; опубл. 15.06.91 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 22. – С. 113.

138. Устройство для сбора нефти с поверхности воды в водотоках: а. с. 1697475 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / И.Н. Троицкий, В.К. Липский, Л.И. Макаров, В.Г. Сташкевич; Новополоц. политехн. ин-т. – № 4646191/15; заявл. 06.02.89.

139. Устройство для сбора нефти с поверхности воды в водотоках: пат. 1697475 Рос. Федерации, МКИ³ Е 02 В 15/04 / И.Н. Троицкий, В.К. Липский, Л.И. Макаров, В.Г. Сташкевич; заявитель Новополоц. политехн. ин-т. – № 4646191/15; заявл. 06.02.89.

140. Устройство для сбора нефти с поверхности воды в водотоках: пат. № 134 РБ МКИ Е 02 В 15/04 / И.Н. Троицкий, В.К. Липский, Л.И. Макаров, В.Г. Сташкевич; заявитель Новополоц. политехн. ин-т. – № 134; заявл. 06.02.89 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1994. – № 2. – С. 34.

141. Способ сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1681594 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / И.Н. Троицкий, В.К. Липский, П.А. Дмитриевский, Л.И. Макаров, В.Л. Петраков; Новополоц. политехн. ин-т. – № 473625 8/15; заявл. 08.06.89.

142. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: а. с. 1749372 СССР, МКИ³ Е 02 В 15/04 / В.К. Липский, И.Н. Троицкий, П.А. Дмитриевский, В.В. Бондаренко, В.И. Дроботов; заявитель Новополоц. политехн. ин-т. – № 4849229/15; заявл. 21.05.90; опубл. 23.07.92 // Открытия. Изобрет. – 1992. – № 27. – С. 101.

143. Способ улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом: пат. 2265 Респ. Беларусь, С1 ВУ, МПК Е02В 15/00 / В.К. Липский, П.В. Коваленко, В.Е. Савенок; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 961151; заявл. 20.12.96; опубл. 30.09.1998 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1998. – № 3. – С. 183.

144. Адсорбент для сбора нефти, нефтепродуктов, масел и углеводородов с поверхности воды и почвы: пат. 2551 Респ. Беларусь, МПК В 01J 20/22, С 02F 1/28 / А.Э. Томсон, В.К. Липский, В.Н. Журавлёв, Т.В. Соколова, Т.И. Липская, В.С. Пехтерева; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 960081; заявл. 21.02.96; опубл. 30.12.98 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1998. – № 4. – С. 114.

145. Способ сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом: пат. 3849 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/04 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, Д.П. Комаровский, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 960317; заявл. 24.06.96; опубл. 30.03.2001 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2001. – № 1. – С. 133.

146. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: пат. 2953 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/10 / П.В. Коваленко, В.К. Липский; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 970094; заявл. 24.02.97; опубл. 30.09.99 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 1999. – № 3. – С. 127.

147. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: пат. 3447 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/04 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 970307; заявл. 09.06.97; опубл. 06.30.2000 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 2. – С. 124.

148. Устройство для локализации и сбора нефтяных загрязнений: пат. 4112 Респ. Беларусь, МПК E 02 B 15/04 / В.К. Липский, П.В. Коваленко, В.Е. Савенок, В.Э. Кузьмина; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 970363; заявл. 08.07.97; опубл. 30. 09.2001 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2001. – № 3. – С. 25.

149. Устройство для сбора нефти с поверхности воды: пат. 3946 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/10 / В.К. Липский, П.В. Коваленко, В.Е. Савенок; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 19980154; заявл. 17.02.98; опубл. 30.06.2001 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – 2001. – № 2. – С. 133.

150. Способ сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом: пат. 4679 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/04 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 4679; заявл. 27.05.98; опубл. 30.09.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002. – № 3. – С. 159.

151. Устройство для ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов: пат. 4684 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/04, В 05B 7 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко, В.П. Петрова; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 19980754; заявл. 12.08.98; опубл. 09.03.02 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002. – № 3. – С. 159.

152. Устройство для сбора нефтепродуктов с поверхности водных объектов: пат. 5791 Респ. Беларусь, МПК E 02B 15/04 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20000710; заявл. 26.07.2000; опубл. 30.12.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 4. – С. 190.

153. Устройство для удаления нефтяных загрязнений из-под ледяного покрова водного объекта: пат. 6212 Респ. Беларусь, МПК Е 02В 15/04 / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20000403; заявл. 27.04.00; опубл. 30.06.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004 . – № 2. – С. 197.

154. Боновое заграждение: пат. 7457 Респ. Беларусь, МПК Е 02В 15/04 / М.В. Лурье, В.К. Липский, Д.П. Комаровский; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20010994; заявл. 26.11.01; опубл. 30.06.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 4. – С. 197.

155. Механический улавливающий бон: пат. 8168 Респ. Беларусь, МПК Е 02В 15/04 / В.Е. Савенок, В.К. Липский, П.В. Коваленко; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20030085; заявл. 04.02.03; опубл. 30.09.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 3. – С. 102.

156. Защитное боновое заграждение: пат. 8170 МПК Е 02В 15/00, 3/04; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20030431; заявл. 15.05.2003; опубл. 30.12.2004 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. – № 3. – С. 102.

**Работы,
подтверждающие практическую значимость результатов:**

Брошюра:

157. Липский, В.К. Система организационно-технических мероприятий по защите водных объектов при залповых сбросах нефти / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, Л.М. Спиридонков, П.В. Коваленко. – Минск, 2002. – 36 с. – (Обзорная информация / БЕЛНИЦ Экология).

Альбом конструкций:

158. Липский, В.К. Альбом оборудования для улавливания и сбора нефти с поверхности водных объектов: произв.-практ. изд. / В.К. Липский, В.Е. Савенок, П.В. Коваленко, Д.П. Комаровский; под общ. ред. В.К. Липского. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 44 с.

Учебные пособия:

159. Липский, В.К. Оценка рисков отказов: учеб. пособие / В.К. Липский, А.Г. Кульбей, С.М. Ткачёв, М.Ф. Шипко. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 103 с.

160. Липский, В.К. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов учеб.-метод. компл. / В.К. Липский, М.Е. Демидова. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 312 с.

Технические нормативно-правовые акты:

161. Липский, В.К. Методические рекомендации по разработке отраслевых регламентов защиты водных объектов и болотных ландшафтов при залповых сбросах нефти и нефтепродуктов на территории водосборных бассейнов / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, Л.М. Спиридёнок, П.В. Коваленко: утв. Минприроды Респ. Беларусь 19.11.1999, № 331. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2004. – 27 с.

162. Липский, В.К. Инструкция по защите окружающей среды при авариях на нефтепроводах / В.К. Липский, Н.Л. Белорусова, А.М. Бордовский, В.Н. Журавлёв, П.В. Коваленко, Г.Г. Решко, Л.М. Спиридёнок: утв. конц. «Белнефтехим» 03.10.02, № 480; согл. Проматомнадзором МЧС Респ. Беларусь 03.06.02. – № 06-1355, Минприроды Респ. Беларусь 05.01.2002. – № 03-06/149. – № 480. – Минск, 2002. – 135 с.

163. Липский, В.К. Методические рекомендации по расчету удерживающей способности боновых заграждений, предназначенных для улавливания и удержания слоя нефти на поверхности водотока: произв.-практ. изд. / В.К. Липский, Д.П. Комаровский, М.В. Лурье, П.В. Коваленко, А.М. Бордовский, В.Н. Журавлёв.: согл.: Минприроды Респ. Беларусь 17.03.06, № 03-02-6/717; «Белнефтехим» 12.04.06, № 09-00/2485/9. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 15 с.

164. Внутренний стандарт предприятия по повышению квалификации работников РУП «Гомельтранснефть «Дружба»: утв. РУП «Гомельтранснефть «Дружба» 02.08.06, № 244. – Новополоцк, 2006. – 139 с.

165. Методические указания по разработке норматив-табеля технического оснащения аварийно-восстановительных служб магистральных нефтепроводов: согл.: Минприроды Респ. Беларусь 28.06.2006, № 04-01-5/1682; Госпромнадзор МЧС Респ. Беларусь 22.08.2006, № 06-3987; концерн «Белнефтехим» 28.03.2007, № 09-00/2107; утв. РУП «Гомельтранснефть «Дружба» 2007 г. – Гомель, 2007. – 26 с.

166. Норматив-табель технического оснащения аварийно-восстановительных служб магистральных нефтепроводов РУП «Гомельтранснефть «Дружба»: согл. Минприроды Респ. Беларусь 28.09.2006, № 03-02-6/2892; Госпромнадзор МЧС Респ. Беларусь 11.09.2006, № 06-5642; концерн «Белнефтехим» 28.03.2007, № 09-00/2107; утв. РУП «Гомельтранснефть «Дружба» 2007 г. – Гомель, 2007. – 14 с.

167. Табель технического оснащения аварийно-восстановительных пунктов магистральных нефтепроводов: Стандарт организации СТП ЗНТП-0-6.3-006-2007. – Введен 11.06.08. – Минск: Госпромнадзор Респ. Беларусь, 2008. – 28 с.

РЭЗІЮМЭ

Ліпскі Уладзімір Канстанцінавіч

Абарона водных аб'ектаў
пры аварыйных разлівах нафты на нафтаправодах

Ключавыя словы: нафтаправоды, водныя аб'екты, аварыі, сістэма, нафтасборныя прыстасаванні, боны, безнапорныя гідрацыкланы.

Мэта даследавання – стварэнне навукова абгрунтаванай сістэмы абароны водных аб'ектаў пры аварыйных разлівах нафты на нафтаправодах, якая забяспечвае мінімізацыю экалагічных наступстваў.

Метады даследаванняў – эксперыментальныя, аналітычныя.

Апаратура – даследаванні праводзіліся на эксперыментальных устаноўках з выкарыстаннем стандартнай апаратуры.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: выпрацаваны новыя навуковыя палажэнні, якія характарызуюць аварыйныя разлівы нафты на нафтаправодах як спецыфічны від эмісіі, і ўпершыню абгрунтавана прадстаўленне праблемы забруджвання водных аб'ектаў як сістэмы, сукупнасць элементаў якой складаюць кампаненты прыроднага ландшафту, характарыстыкі магістральнага нафтаправода і спосабы тэхналагічнай і кіраўніцкай дзейнасці; выяўлены і сістэматызаваны разнародныя фактары, якія ўзнікаюць у элементах гэтай сістэмы і ўплываюць на характар развіцця і экалагічныя наступствы аварыйных разліваў нафты на нафтаправодах; распрацавана сістэма абароны водных аб'ектаў пры аварыйных разлівах нафты на нафтаправодах і абгрунтаваны яе структура, склад і ўласцівасці элементаў, аб'яднаных у тры функцыянальныя блокі: прагнозы, тэхналагічны і кіраўніцкі; усталяваны механізмы гідрамеханічнага ўзаемадзеяння пласта нафты на паверхні вады з боновымі загародамі, нафтасборнымі прыстасаваннямі гідрацыклоннага тыпу і ледзяным покрывам на вадацёках, якія апісваюць іх заканамернасці; распрацаваны комплексны метады пабудовы тэхналагічных працэсаў абароны водных аб'ектаў, новыя тэхнічныя рашэнні па спосабах і прыстасаваннях для лакалізацыі і збору нафты, якая разлілася з паверхні водных аб'ектаў, і тыпаразмерныя рады канструкцый нафтасборнага абсталявання; распрацаваны метады абагульненай ацэнкі экалагічных наступстваў аварыйных разліваў нафты на нафтаправодах.

Ступень выкарыстання – вынікі дысертацыі скарыстаны Міністэрствам прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя Рэспублікі Беларусь, канцэрнам «Белнафтаім», дэпартаментам Дзяржпрамнагляду МНС Рэспублікі Беларусь, РУП «Гомельтранснафта – Дружба», Наваполацкім РУП ТН «Дружба», ПУП «Захад-Транснафтапрадукт».

Галіна ўжывання – праектаванне і эксплуатацыя магістральных нафтаправодаў, ахова гідрасферы ад забруджвання нафтай, абарона навакольнага асяроддзя пры надзвычайных сітуацыях тэхнагеннага характару.

РЕЗЮМЕ

Липский Владимир Константинович

Защита водных объектов
при аварийных разливах нефти на нефтепроводах

Ключевые слова: нефтепроводы, водные объекты, аварии, система, нефтесборные устройства, боны, безнапорные гидроциклоны.

Цель исследования – создание научно обоснованной системы защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах, обеспечивающей минимизацию экологических последствий.

Методы исследований – экспериментальные, аналитические.

Аппаратура – исследования проводились на экспериментальных установках с использованием стандартной аппаратуры.

Полученные результаты и их новизна: выработаны новые научные положения, характеризующие аварийные разливы нефти на нефтепроводах как специфический вид эмиссии, и впервые обосновано представление проблемы загрязнения водных объектов как системы, совокупность элементов которой составляют компоненты природного ландшафта, характеристики магистрального нефтепровода и способы технологической и управленческой деятельности; выявлены и систематизированы возникающие в элементах этой системы разнородные факторы, влияющие на характер развития и экологические последствия аварийных разливов нефти на нефтепроводах; разработана система защиты водных объектов при аварийных разливах нефти на нефтепроводах и обоснованы её структура, состав и свойства элементов, объединённых в три функциональных блока: прогнозный, технологический и управленческий; установлены механизмы гидромеханического взаимодействия слоя нефти на поверхности воды с боновыми ограждениями, нефтесборными устройствами гидроциклонного типа и ледяным покровом на водотоках, описывающие их закономерности; разработаны комплексный метод построения технологических процессов защиты водных объектов, новые технические решения по способам и устройствам для локализации и сбора разлившейся нефти с поверхности водных объектов и типоразмерные ряды конструкций нефтесборного оборудования; разработан метод обобщённой оценки экологических последствий аварийных разливов нефти на нефтепроводах.

Степень использования – результаты диссертации использованы Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, концерном «Белнефтехим», департаментом Госпромнадзор МЧС Республики Беларусь, РУП «Гомельтранснефть – Дружба», Новополоцким РУП ТН «Дружба», ЧУП «Запад-Транснефтепродукт».

Область применения – проектирование и эксплуатация магистральных нефтепроводов, охрана гидросферы от загрязнения нефтью, защита окружающей среды при чрезвычайных ситуациях техногенного характера.

SUMMARY

Lipski Uladzimir Konstantinovich

Protection of water objects
with accidental oil spills oil on the oil pipelines

The keywords: oil pipelines, water objects, emergency, system, oil-gathering devices, boom defence devices, pressureless hydrocyclones.

The purpose of the research – creation of the scientifically based system of the protection of water objects with accidental oil spills on the oil pipelines, which ensures the minimization of the ecological consequences.

The method of the research – experimental, analytical.

Equipment – studies were conducted on the experimental installation with the use of standard measuring equipment.

The results obtained and their novelty: formulated new scientific statements, describing the characteristics of accidental spills of oil on the oil pipelines as the specific form of emission, and for the first time the problem of the pollution of water objects is validated as the system, the compound elements of which are the components of natural landscape, characteristics of trunk oil pipeline and the methods of technological and administrative activity; determined and classified diverse factors, appearing in the elements of this system, which affect the nature of development and ecological consequences of the accidental oil spills on the oil pipelines; developed the system of the protection of water objects with the accidental oil spills on the oil pipelines and validated its structure, the composition and the properties of the elements, united into three functional blocks: forecasting, technological and administrative; established the mechanisms of hydromechanical interaction of a layer of the oil on water surface with the boom defense, oil-gathering devices of hydrocyclone type and ice cover on the water flows and relationships that describe them; developed the comprehensive method of constructing the technological processes of the protection of the water objects, the new technical solutions of the methods and the devices for localization and collection of the spilled oil from the surface of water objects and standardsized blocks of oil-gathering equipment; developed the method of the estimation of the ecological consequences of the accidental oil spills on the oil pipelines.

The degree of usage – the results of dissertation are used by the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection RB, by “Belneftekhim” Corp, by the Department of Gospromnadzor Emergency and Disaster Relief Ministry of RB, RUP “Gomeltransneft – “Druzhba”, Novopolotsk RUP TN “Druzhba”, CHUP “West-Transnefteprodukt”.

Application sphere – design and the operation of trunk oil pipelines, the protection of hydrosphere from the oil pollution, environmental protection at the extraordinary situations of technogenic character.

ЛИПСКИЙ Владимир Константинович

ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА НЕФТЕПРОВОДАХ

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 25.00.36 – Геоэкология

Подписано в печать 07.05.2010. Формат 60×84. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,85. Тираж 100 экз. Заказ 880.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Лицензия ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009
Лицензия ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29