

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородавкин П. П., Ким Б. И. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1981. 160 с.
2. Кучерук Е. В., Алиева Е. Р. Тектоника плит и нефтегазоносность. Т. 8. М., 1985. 200 с.
3. Гаврилов В. П., Федоровский Ю. Ф., Тропов Ю. А. и др. Геодинамика и нефтегазоносность Арктики. М.: Недра, 1993. 322 с.
4. Сидоров В. А. и др. Геодинамические исследования современных движений поверхности методом повторного нивелирования на Салымском нефтяном месторождении. М., 1998. 78 с.
5. Материалы по четвертичной геологии. М., 1961. 288 с.
6. Кац Я. Г., Полетаев А. И., Румянцева Э. Ф. Основы линеamentной тектоники. М.: Недра, 1986. 144 с.
7. Мартынов О. С. Геодинамические напряженные зоны. Правобережная часть Приобского месторождения нефти. Тюмень, 1998. 14 с.
8. Власов А. Д., Мурин Б. П. Единицы физических величин в науке и технике. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1990. 176 с.
9. Осипов В. А., Радченко А. В. Влияние геопатогенных зон на уровни естественного радиационного фонового излучения // Проблемы развития атомной энергетики и радиационной безопасности населения регионов Урала и Западной Сибири. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. С. 54 – 56.
10. Калинин В. М., Ларин С. И., Романова И. М. Малые реки в условиях антропогенного воздействия. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. 219 с.
11. Географический энциклопедический словарь. М.: Советская Энциклопедия, 1988. 432 с.
12. Чеменков Ю. Ф., Ганешин Г. С. и др. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. Л.: Недра, 1972. 384 с.

*Ильдар Рустамович ИДРИСОВ –
аспирант кафедры
социально-экономической географии
и природопользования
эколого-географического факультета,
Игорь Владимирович МИНЯЙЛО –
инженер ОАО «Нефтегазпроект»,
Сергей Сергеевич РАЦЕН –
инженер ОАО «Нефтегазпроект»*

УДК 911.2

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются основные пути повышения экологической безопасности магистральных нефтепроводов. Выделяются основные направления экологизации, объективизации оценки воздействия на окружающую природную среду и оптимизации проектных решений.

The article presents the main ways which are sure to increase the ecological safety of the oil pipelines. The chief tendencies of ecological safety, optimisation of the environment and possible projects are distinguished.

Экологизацию промышленности обычно определяют как мероприятия по предотвращению отрицательного воздействия производственных процессов на природную среду [8]. Тем временем практика конкретного природопользования свидетельствует, что увеличение технологической безопасности технических объектов является лишь частью решения проблемы. Необходимо обеспечить исследование природной среды как носителя технических систем и функционирования промышленных объектов в составе сложноорганизованных геотехнических систем. В качестве объектов экологизации выступает блок управления ГТС (геотехнические системы) и «человеческий фактор», роль которого в создании и поддержании безаварийного функционирования технических подсистем является определяющей. Для получения необходимого эффекта (экологической безопасности) важно обеспечить реализацию принципа «сквозной экологизации» — от обоснования инвестиций и проектных работ до проведения геомониторинга и экологического просвещения технического персонала. Получение экологических знаний должно быть направлено на повышение личной заинтересованности в сохранении природной среды, выдвижение природоохранной мотивации на первый план в индивидуальной картине мира каждого человека.

Ведущую роль в обеспечении экологически безопасного геотехносистемного взаимодействия играет экологическое законодательство и государственная политика в области природопользования, реализуемые с учетом специфики местных ландшафтно-экологических условий. Разработка и внедрение региональных регламентов природопользования позволяет существенно повысить эффективность природоохранной деятельности, проводимой как комитетами по охране окружающей среды, так и (что не менее важно) проектировщиками, строителями и эксплуатационниками промышленных объектов. Регламентирующие природопользование законодательно-нормативные документы должны включать не только различные запреты и санкции, но и механизмы экономического поощрения природоохранной деятельности предприятий, способных существенно увеличивать рентабельность экосовместимых технологий.

Нефтегазовый комплекс является не только одним из ведущих в структуре хозяйства России, но и экологически опасным производством. Это определяется большой концентрацией нагрузок (нарушений и загрязнений), высокой аварийностью, значительным площадным и линейным распространением. В целом по России протяженность сети магистральных трубопроводов составляет 207 тыс. км (включая продукто- и газопроводы), 45% нефтепроводов эксплуатируется более 20 лет и 25% — более 30 лет. Количество аварий на магистральных трубопроводах, в том числе и с тяжелыми экологическими последствиями, составило 0,28 аварий на 1000 км в год [8]. В связи с вышеизложенными фактами особенно пристального рассмотрения заслуживает повышение экологической безопасности магистральных трубопроводов.

В Западной Сибири, где ежегодно добывается около 60% нефти от общероссийского объема добычи, нефтепроводный транспорт является основным. Средний возраст эксплуатируемых нефтепроводов превышает 20 лет (рис. 1), т. е. приближается к нормативному, а часть нефтепроводов уже пережила рубеж безопасной эксплуатации [4].

Максимальный вред причиняют аварийные разливы нефти. Потенциал аварийности магистральных нефтепроводов высок. В среднем за год происходит от 12 до 14 аварий [6]. На нефтепроводе Усть-Балык-Омск, введенном в эксплуатацию в 1967 году, за период с 1970 по 1995 гг. произошла

41 авария с выбросом в окружающую среду 4447,1 т нефти. Этот нефтепровод выработал ресурс безопасной работы и нуждается в реконструкции. На территории Западной Сибири функционируют 34 магистральных нефтепровода и почти 40% от общей протяженности нефтепроводов эксплуатируется более 25, при нормативном сроке в 25 – 30 лет.

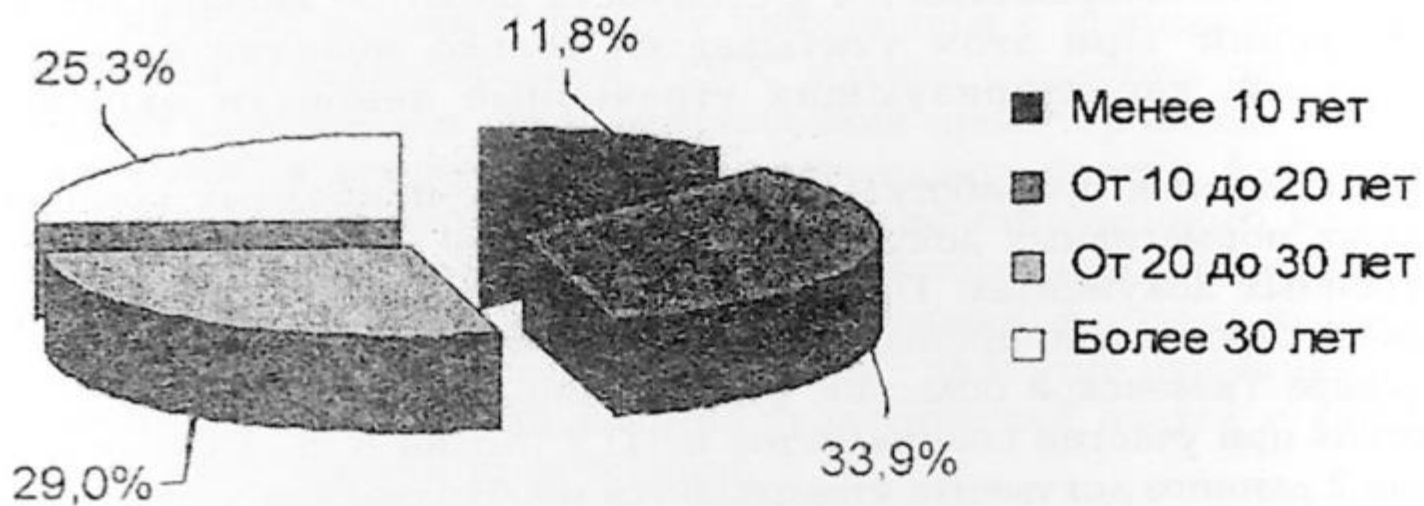


Рис. 1. Диаграмма сроков эксплуатации магистральных нефтепроводов.

Анализ аварий на нефтепроводах свидетельствует, что аварийные ситуации являются следствием совокупного влияния различных факторов (геодинамическая неустойчивость природных комплексов, силовые и деформационные воздействия, изменение напряженного состояния, дефекты). Интенсивность совокупного разрушающего воздействия имеет устойчивую тенденцию увеличения во времени.

Основным направлением экологизации магистральных нефтепроводов является повышение надежности безаварийной эксплуатации нефтепроводных ГТС (геотехнические системы). Необходимого эффекта в виде предотвращения нарушений и загрязнений природных систем, стабилизации и улучшения экологической ситуации можно достичь только при условии экологического сопровождения нефтетранспортных систем на всех стадиях их жизненного цикла — от планов создания через проектирование, строительство, эксплуатацию к ликвидации (или реконструкции). Повышение экологической безопасности стареющей нефтетранспортной системы Западно-Сибирского региона согласно выдвигаемой концепции достигается комплексом мер:

- совершенствование нормативной базы;
- учет экологически значимых факторов территории предполагаемого строительства (реконструкции);
- объективизация оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и геоинформационной базы проектирования;
- техническая диагностика;
- использование новых технологий при реконструкция линейной части.

Совершенствование нормативной базы. Одним из основных недостатков существующих природоохранных законов и нормативов является слабый учет связей между компонентами природных объектов, тогда как именно вещественные и энергетические связи внутри ландшафтов определяют устойчивость природной среды к загрязнению и способности к самовосстановлению.

Эффективный механизм осуществления мероприятий по охране объектов растительного и животного мира и природных комплексов пока отсут-

ствуется. Местные органы власти благодаря современному законодательству получили исключительное право управления природными ресурсами. Ответственность за качество проводимых на местах природоохранных работ крайне низка.

В настоящее время в РФ нет методик для всеобъемлющей оценки последствий техногенного воздействия на окружающую среду. Ущерб окружающей среде приравнивается к стоимости работ по ликвидации последствий аварий. При этом учитывается только незначительная часть показателей, характеризующих утраченные ценности окружающей среды.

Недостаточная проработка вопросов охраны природных комплексов в основных нормативных документах может быть решена в различных ведомственных документах. Примером может служить «Природоохранный регламент строительного освоения нефтегазовых месторождений севера Тюменской области», разработанный в институте «ТюменНИИ-гипрогаз» при участии специалистов из ТГУ (Козин В. В., Осипов В. А.) [9]. В главе 2 данного документа утверждается необходимость учета региональных особенностей ландшафтов Западной Сибири (низкая восстановительная способность ландшафтов, наличие многочисленных реликтов и т. д.). Обязательным условием при проектировании промышленных объектов является учет ценности экосистем территории, их функций и устойчивости к различным видам антропогенных воздействий [3]. Реализация данного направления достигается на основе многократного использования содержания ландшафтно-экологической карты и интерпретационных схем, подготовленных на ее основе.

Технологическая составляющая нормативных документов также требует доработки с учетом новых технологий и накопленного опыта. Особенно нуждаются в переработке СНиП «2. 05. 06-85 Магистральные трубопроводы» и СНиП «III-42-80 Магистральные трубопроводы», остающиеся основными нормативными документами нефтяников и газовиков, несмотря на то, что методы, предлагаемые для проектирования и сооружения, устарели, являются неэффективными в экономическом и экологическом отношении.

Учет экологически значимых факторов территории предполагаемого строительства (реконструкции). К числу экологически значимых факторов относятся наличие вечной мерзлоты, экзогенные процессы, боковая эрозия рек, геодинамическая устойчивость природных комплексов и т. д. [2]. Скорость деструктивных процессов в природных комплексах в результате антропогенного воздействия существенно увеличивается. Динамичное изменение свойств природной среды с большой вероятностью приводит к нарушению функционирования техногенных объектов. Например, игнорирование свойств криолитозоны приводит к смещению трубопроводов с проектных отметок и последующему его разрушению. Составление карт экологически значимых факторов территории намечаемой деятельности возможно на основе ландшафтно-экологической карты. Создание подобных карт должно опережать решения по проектированию конкретных объектов, что способствует как увеличению надежности функционирования магистральных трубопроводов, так и уменьшению возможного негативного воздействия на окружающую среду.

Объективизация оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и геоинформационной базы проектирования. К числу основных задач при выполнении оценки воздействия на окружающую среду относятся оценка

текущих состояний природных комплексов в районе намечаемой деятельности и прогноз возможных негативных изменений в природной среде. Кроме учета технологических характеристик предполагаемой деятельности (состав возможных загрязнителей, технологические риски и т. д.), возрастает значимость информации об окружающей природной среде. Свойства различных компонентов природной среды, происходящие в них процессы изучаются многими науками, поэтому информация о природных объектах может быть самой разнообразной. ОВОС должен опережать проектирование и служит основой для совершенствования проектирования. В настоящее время ОВОС в лучшем случае «сопровождает» проект. Для выполнения проектных работ необходим отбор квалифицированного минимума информации, на основе которого возможен всесторонний учет воздействия на природную среду. В целях реализации логической схемы проведения ОВОС «оценка текущего состояния — прогноз — принятие решения» наиболее применимым является ландшафтно-экологический подход с картографической формой выдачи информации.

При формировании концепции ОВОС практически не использованными остались достижения в области ландшафтной экологии. В нормативных документах и рекомендациях предпочтение отдано компонентным направлениям. В ОВОС ясно прослеживается ведомственный подход, закрепляющий отношение: компонент окружающей среды — министерство или госкомитет или его территориальное подразделение. Ландшафтно-экологический блок в законе об экологической экспертизе, инструкциях и рекомендациях по проведению оценки воздействия на окружающую среду крайне редуцирован. В рассматриваемом аспекте важен учет устойчивости, экологической (а не ресурсной) ценности ландшафтных комплексов и выполняемых ими функций. Ландшафтно-экологическая карта является одновременно и уникальным инструментом по исследованию свойств природной среды и результатом синтеза различной информации о природных комплексах. Синтезирующая (по отношению к информации) роль ландшафтно-экологической карты возможна благодаря комплексности ландшафта как природного объекта. Ландшафтно-экологическая карта содержит информацию о свойствах компонентов ландшафта и экосистем, что позволяет на основе процедуры обратного ландшафтного анализа подготовить целый ряд тематических карт. Дополнительные возможности открывает эмергентность ландшафта — сумма свойств, которыми не обладают отдельные компоненты. В рамках ландшафтной экологии накоплен богатый опыт по изучению свойств ландшафтов в зависимости от принадлежности к более крупным природным системам (принцип иерархичности), что позволяет характеризовать не только локальные, но и региональные и надрегиональные экологические ситуации. Последнее обстоятельство особенно важно в тех случаях, когда объект расположен в значительном числе субъектов хозяйствования на территории нескольких природных зон. Для ОВОС и экологической экспертизы, одной из основных целей которых является учет влияния конкретного проекта на экологическую ситуацию районов, регионов, областей, ландшафтно-экологический подход является наиболее эффективным.

Перспективы массового использования в практике ОВОС и проектирования ГИС-технологий позволяют послойно изменять нагрузку карт. Предлагаемое использование в практике компьютерного картографирования ландшафтно-экологической карты в качестве базового элемента существенно упрощает задачу по созданию различных проектообеспечивающих карт.

Сфера использования ландшафтно-экологического подхода за последнее время экстенсивно расширяется, создается возможность по решению задач различного уровня, в том числе и наиболее эффективное проведение ОВОС и экологической экспертизы.

Методика создания на базе ландшафтно-экологической карты различных специализированных карт разработана в Тюменском государственном университете на кафедре социально-экономической географии и природопользования эколого-географического факультета [3]. На рис. 2 приведен пример использования ландшафтно-экологической карты в качестве базой для создания блока карт экологического содержания. Примером такого подхода к разработке ОВОС может служить проект реконструкции нефтепровода Усть-Балык-Омск, выполненный институтом «Нефтегазпроект» по заданию ОАО «Сибнефтепровод». Рис. 2А отражает ландшафтную структуру проектной территории, особенности рельефа, дренирования, почвенно-растительного покрова, выполняемые ландшафтами ресурсные, средообразующие и средозащитные функции. Категории устойчивости к нагрузкам (рис. 2Б и 2В) определены в соответствии с методикой, разработанной в Тюменском университете, и прошедшей апробацию в десятках проектов.

Техническая диагностика. Практическое решение этой задачи основано на периодическом уточнении прогноза о предполагаемом моменте наступления аварийных ситуаций методом неразрушающего контроля (внутритрубными диагностическими снарядами). По результатам технической диагностики определяется остаточный ресурс нефтепровода и принимается решение о частичной замене изношенных участков или его полной реконструкции [6]. Таким образом, совершенствование системы контроля технического состояния нефтепровода (технический мониторинг нефтепроводов) является одним из факторов снижения аварийности.

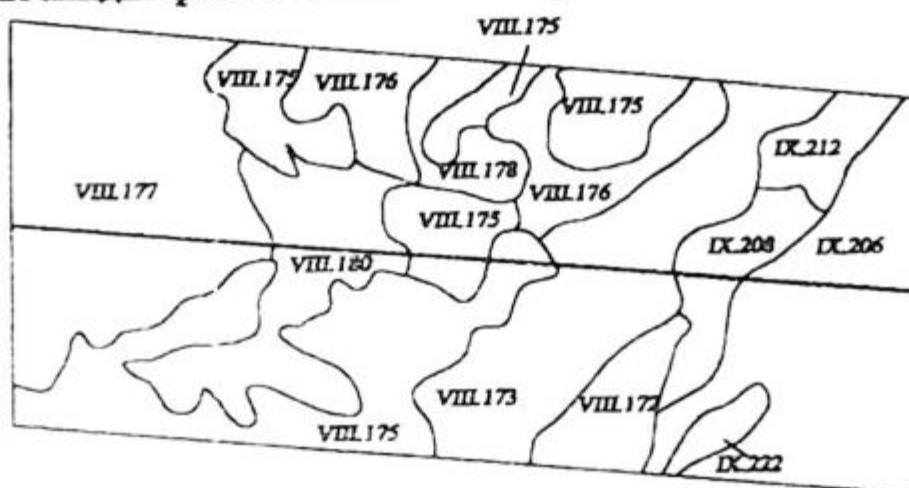
Использование новых технологий при реконструкция линейной части. Реконструкция магистральных нефтепроводов должна быть оценена как важнейшая природоохранная мера и проводиться с учетом новых и перспективных технологий, всестороннего рассмотрения экосовместимости последних.

Известно, что переходы водных преград являются наиболее опасными с точки зрения экологического риска. Для его предотвращения на сегодняшний день одним из наиболее приемлемых является метод наклонно-направленного бурения. В его основу положено бурение скважины под дном реки и протаскивание через нее трубопровода. К числу преимуществ данного метода относится очень низкая вероятность аварий при сооружении (реконструкции) и последующей эксплуатации; полностью исключается разрушение дна водоемов и ущерб ихтиофауне. Кроме того, не требуется огромного скопления строительной техники, связанной с земляными работами, что уменьшает механическую нагрузку на пойменные ландшафты.

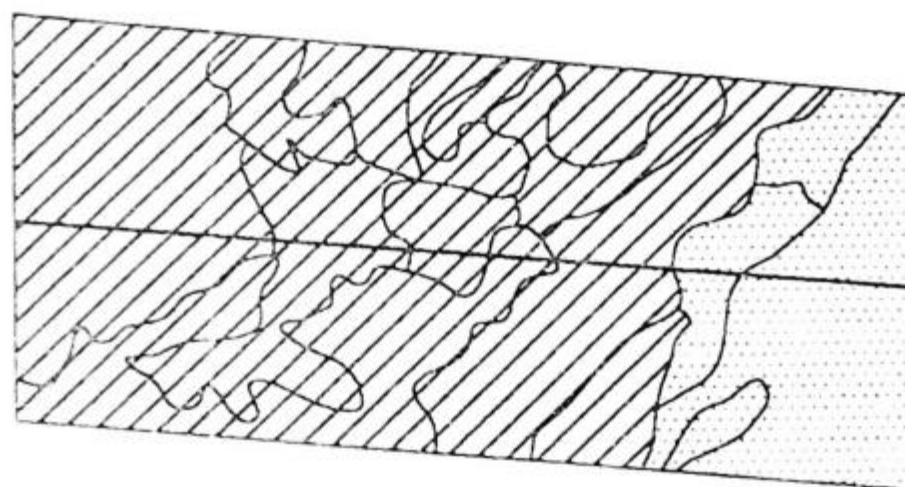
К числу новых и перспективных технических решений, позволяющих повышать как технологическую надежность, так и экологическую безопасность магистральных нефтепроводов, относятся:

— замена традиционной пленки «Полилен» на заводскую резино-битумную изоляцию. Это позволяет увеличить срок антикоррозийной устойчивости с 8-12 до 30 лет [7];

— применение муфт из композитных материалов при ремонте трубопроводов. Метод ремонта путем наварки поверх поврежденного участка трубы стальной муфты используется в течение многих лет, однако его реа-

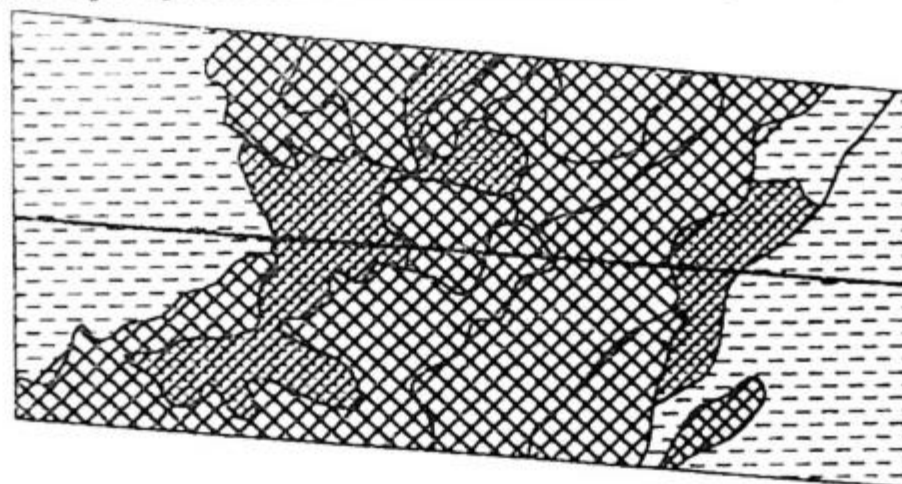
А. Фрагмент ландшафтно-экологической карты


VII.172 - IX.222

Б. Фрагмент карты устойчивости топоэкосистем к механическим нагрузкам


5

2

В. Фрагмент карты устойчивости топоэкосистем к нефтяному загрязнению


1

3

4

Рис. 2. Целевая развертка ландшафтно-экологической карты.

ПОЯСНЕНИЕ к рис. 2.
А. Фрагмент ландшафтно-экологической карты

VIII. Пологоволнистые котловинные поверхности суглинистых озерно-аллювиальных равнин

VIII. 172. Хорошо дренированные распаханые поверхности на темно-серых лесных среднемощных тяжелосуглинистых почвах. Выполняемая функция — пашни.

VIII. 173. Основные хорошо дренированные поверхности с березово-осиновыми и осиново-березовыми осоково-лабазниковыми лесами на серых лесных глеевых среднемощных среднесуглинистых почвах. Функция — древесно-ресурсная.

VIII. 175. Основные хорошо дренированные распаханые сглаженные поверхности на черноземных выщелоченных маломощных среднегумусных тяжелосуглинистых почвах. Выполняемая функция — пашни.

VIII. 176. Основные хорошо дренированные распаханые сглаженные поверхности на лугово-черноземных маломощных среднегумусных тяжелосуглинистых почвах. Выполняемая функция — пашни.

VIII. 177. Основные хорошо дренированные поверхности, занятые березово-осиновыми и осиново-березовыми разнотравными лесами. Почвы — луговые маломощные среднегумусные в комплексе с солодами луговыми среднедерновыми серыми суглинистыми до 25%. Функция — древесно-ресурсная.

VIII. 178. Основные хорошо дренированные поверхности с березово-осиновыми и осиново-березовыми разнотравными лесами. Почвы — лугово-черноземные маломощные среднегумусные тяжелосуглинистые в комплексе с лугово-болотными перегнойными тяжелосуглинистыми до 25%. Функция — древесно-ресурсная.

VIII. 180. Основные хорошо дренированные поверхности с березово-осиновыми и осиново-березовыми разнотравными лесами на черноземно-луговых маломощных среднегумусных тяжелосуглинистых почвах. Функция — древесно-ресурсная.

IX. Поймы и террасы рек средних порядков

IX. 206. Присклоновые слабонаклонные поверхности надпойменных террас с разнотравно-злаковой растительностью, используемые под выгон. Почва — луговая солончаковая маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая в комплексе с солончаками луговыми тяжелосуглинистыми до 40%. Выполняемые функции — водоохранная и водозапасающая.

IX. 208. Покатые склоны водоразделов к речным долинам, занятые березово-осиновыми и осиново-березовыми разнотравными лесами. Почвы — луговые маломощные среднегумусные тяжелосуглинистые в комплексе с лугово-болотными перегнойными тяжелосуглинистыми до 25%. Функция — ландшафтно-стабилизирующая.

IX. 212. Покатые склоны водоразделов к речным долинам, занятые низко продуктивным выгоном на солонцах черноземно-луговых мелких глинистых. Функция — выгон.

IX. 222. Плоские периодически обводненные старичные низины с осоково-бекманиевыми сообществами на лугово-болотных перегнойных тяжелосуглинистых почвах. Выполняемые функции — водоохранная и водозапасающая.

Б. Фрагмент карты устойчивости топоэкосистем к механическим нагрузкам

Категории устойчивости:

- 5 — наиболее устойчивые
- 2 — неустойчивые

В. Фрагмент карты устойчивости топоэкосистем к нефтяному загрязнению

Категории устойчивости:

- 4 — устойчивые
- 3 — слабоустойчивые
- 1 — наименее устойчивые

лизация связана с определенными трудностями и представляет собой опасность для природной среды. Ремонт при помощи муфты из композитного материала обходит их. Муфта представляет собой 8 слоев специальной ремонтной ленты. Данный метод прошел испытания и широко используется в США и др. странах [1];

— применение труб из высококачественных сталей позволяет увеличить надежность магистральных нефтепроводов;

— увеличение объемов резервуарных парков на НПС позволит увеличить резерв нефти для непрерывной работы нефтепроводов в случае аварии, а также собрать больше разлитой нефти;

— внедрение по всей длине магистральных нефтепроводов систем автоматики, телемеханики и связи, а также программных комплексов контроля утечки нефти исходя из режимов и параметров перекачки.

Существенно повысить экологическую безопасность нефтепроводной системы в Тюменской области способно создание ГИС экологической безопасности. Использование ГИС-технологий позволит более полно отразить как технологические характеристики трубопроводов, так и состояние природных комплексов. Применение различных баз данных, возможность дополнения и качественного улучшения информационных модулей решит

проблему более точного прогнозирования аварийных ситуаций и открывает новые возможности по изучению функционирования ГТС.

Выводы: Экологизация трубопроводного транспорта должна расцениваться как приоритетная цель развития всей нефтетранспортной системы. Необходимый минимум мероприятий следует законодательно закрепить через создание Регламентов природопользования и изменение устаревшей нормативной базы. Геоинформационное обеспечение проектной деятельности при минимизации объемов информации должно максимально точно отображать взаимодействие природной и технической составляющей в ГТС. Унификация проектообеспечивающих карт возможна при условии создания картографо-информационной системы, базовым модулем которой является ландшафтно-экологическая карта. Совершенствование информационной базы ОВОС и применение новых и перспективных технологий в процессе реконструкции (строительства) способно увеличить экологическую безопасность магистральных трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Encirclement sleeves reduce repair costs. Pipeline and Gas. 1996. Vol. 223. P. 33–35.
2. Козин В. В. Ландшафтные исследования в нефтегазоносных районах. Тюмень: ТГУ, 1984. С. 57.
3. Козин В. В., Осипов В. А. и др. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. Тюмень, 1996. С. 168.
4. Малюшин Н. А., Миняйло И. В., Рацен С. С. Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией. Тюмень, 1999. С. 159–162.
5. Малюшин Н. А., Чепурский В. Н. Магистральные нефтепроводы Западной Сибири. Тюмень: Пульс, 1996. С. 132.
6. Малюшин Н. А., Рацен С. С., Мороз А. А. Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией. Тюмень, 1999. С. 120–122.
7. Малюшин Н. А., Миняйло И. В. К вопросу оценки необходимости реконструкции магистральных нефтепроводов Западной Сибири // Известия высших учебных заведений «Нефть и газ». 1996. С. 126.
8. Мосесов С. К., Першин А. Н. Надежность газо- и нефтепродуктопроводов и их экологическая безопасность // Охрана окружающей среды. 1996. № 3–4. С. 10–16.
9. Природоохранный регламент строительно-промышленного освоения нефтегазовых месторождений севера Тюменской области. Тюмень, 1994.
10. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. Москва: Мысль, 1990. С. 637.