

В. К. Липский
Л. М. Спириденок
Д. П. Комаровский

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Республика Беларусь, e-mail: spiridenok@list.ru

Источники загрязнения нефтью морской среды могут располагаться как в акватории моря, так и на территории его водосборного бассейна. Указаны виды эмиссий нефтяных загрязнителей. Серьёзную опасность для морской среды представляют аварийные разливы нефти, которые происходят на магистральных нефте- и продуктопроводах, которые и сопровождаются попаданием нефти в крупные реки, впадающие в моря. В Беларуси разработана система защиты водных объектов при авариях на нефте- и продуктопроводах, которая обеспечивает минимизацию экологических последствий аварийных разливов нефти и трансграничный перенос нефтяных загрязнений по крупным водотокам. Эта система может быть использована при организации международного сотрудничества по защите морских акваторий от аварийных разливов нефти на суше.

Республика Беларусь, не имеет своего морского побережья, при этом северо-западная часть её территории расположена в водосборном бассейне Балтийского моря, а юго-восточная часть – в бассейне Чёрного моря. По территории страны протекают крупные реки Западная Двина и Неман, впадающие в Балтийское море, и река Днепр, впадающая в Чёрное море. Различные вредные (опасные) вещества, которые содержатся в стоке этих рек, загрязняют морские воды.

Одним из наиболее опасных и массовых загрязнителей морской среды являются нефть и нефтепродукты (далее – нефть). Для стран, расположенных в приморских зонах, защита водной среды морей от загрязнения нефтью является важнейшей задачей по сохранению стабильности экологического состояния региона.

Загрязнение морей нефтью происходит из двух видов источников: непосредственно расположенных в акватории моря (морские суда, терминалы, морские нефтедобывающие платформы) и из источников, расположенных на суше. При этом, эмиссии нефтяных загрязнений из различных видов источников может носить как систематический, так и разовый (аварийный) характер.

Параметры систематических эмиссий нефтяных загрязнений обусловлены назначением и техническими параметрами техногенного объекта и, как правило, мероприятия по их минимизации регламентированы документами по техническому регулированию, а соответствующие сооружения и технические средства, обеспечивающие минимизацию сбросов, закладываются на инвестиционной стадии жизненного цикла объекта. Реализация этих мероприятий является неотъемлемым элементом функционирования объекта на стадии его эксплуатации.

Разовые эмиссии нефтяных загрязнений, которые как правила протекают в виде аварийных разливов нефти (АРН) имеют очень широкий спектр параметров, которые формируются в результате взаимодействия большого числа разнородных факторов, влияющих на развитие и последствия АРН, что обуславливает стохастический характер этих событий. Как правило, АРН являются крупнотоннажными эмиссиями, что приводит к тяжёлым экологическим последствиям (ЭП). По своим параметрам АРН, происходящие на различных объектах, представляют собой разные виды эмиссий нефтяных загрязнений.

При АРН, происходящих на объектах, расположенных в морских акваториях, разлившаяся нефть непосредственно поступает в морскую среду. Основными задачами при проведении работ по защите водной среды являются локализация площади разлива, извлечение разлившейся нефти из воды и предотвращение попадания нефти в прибрежную зону и на береговую линию. Для решения этих задач используются соответствующие технологии и технические средства.

При АРН, происходящих на объектах, расположенных на суше, их развитие имеет более сложный характер. При попадании разлившейся нефти в крупные водотоки загрязнения могут мигрировать по территориям сопредельных стран и в конечном итоге аккумулироваться в морях, в которые впадают эти водотоки. К примеру, для рек Беларуси это: река Западная Двина – *Россия*→*Беларусь*→*Латвия*→*Балтийское море*; река Днепр – *Беларусь*→*Украина* →*Чёрное море*; река Неман – *Беларусь*→*Литва*→*Россия*→*Балтийское море*. Аналогичные гидрологические ситуации характерны и

для других стран, расположенных в бассейне Балтийского моря (например, река Одер – Чехия → Польша → Германия → Балтийское море, река Нарва – Эстония → Россия → Балтийское море).

В этом случае задачами работ по защите водотоков является локализация площади разлива, предотвращение попадания нефти в водные объекты (ВО), удержание нефти от распространения по водотокам и извлечение разлившейся нефти из ВО.

В настоящее время выработаны и используются технологии и технические средства, объединённые в системы защиты морской среды и ВО, расположенных на суше, при систематических эмиссиях нефтяных загрязнителей.

АРН, происходящие на различных техногенных объектах и в разных природных условиях, представляют собой специфические виды эмиссий нефтяных загрязнений, каждый из которых требует применения адекватных методов защиты ВО.

Разовые эмиссии, протекающие в виде АРН на техногенных объектах, расположенных в морских акваториях, создают наибольшую экологическую угрозу для морской среды и прибрежных районов. Различные виды таких эмиссий очень специфичны и в данной работе не рассматриваются. Этими вопросами занимаются крупные научные организации и производственные фирмы.

АРН на техногенных объектах, расположенных на суше, также имеют разновидности, которые связаны с видом техногенного объекта, являющегося источником АРН [1]. Техногенные источники АРН определены как потенциальные загрязнители (ПЗ) – это объекты промышленности и транспорта, имеющие запас нефти и способные создать угрозу загрязнения ВО [1]. ПЗ можно разделить на движущиеся (нефтеналивные транспортные единицы железнодорожного, автомобильного и речного транспорта) и стационарные, которые в свою очередь могут представлять собой площадочные сооружения (хранилища нефти, нефтебазы и т.п.) и линейно-протяжённые объекты (магистральные нефте- и продуктопроводы).

Развитие АРН и его ЭП во многом определяются ландшафтными условиями местности, на которой произошёл АРН. Для стационарных ПЗ эти условия хорошо известны и постоянны. К тому же, в состав стационарных ПЗ уже на инвестиционной стадии включены защитные сооружения, предотвращающие при АРН попадание разлившейся нефти в ВО. Всё это позволяет, на основании существующих регламентов, сравнительно легко разрабатывать для них планы ликвидации АРН.

Гораздо более сложные ситуации возникают при АРН на магистральных нефте- и продуктопроводах (МНПП). Помимо больших объёмов эмиссий, сопровождающих АРН на МНПП, для них характерно большое разнообразие ландшафтных условий, в которых происходит АРН, обусловленное протяжённостью трубопроводов. Это создаёт большие трудности в обеспечении защиты ВО от загрязнения.

Наглядным примером АРН на МНПП является масштабная авария, которая произошла в марте 2007 г. на нефтепродуктопроводе «Унеча–Полоцк» ЧУП «Запад-Транснефтепродукт», вблизи деревни Быцево Бешенковичского района Витебская области [2].

В результате разгерметизации нефтепродуктопровода из него вылилось 224 т дизельного топлива. От места аварии разлившийся нефтепродукт, перемещаясь по пашне, попал в мелиоративный канал, расположенный на расстоянии 250 м от места аварии. Из 224 т вылившегося нефтепродукта в воду попало 75 т, на грунте осталось 149 т. Из мелиоративного канала нефтепродукт попал в ручей, а из него в реку Улла.

Река Улла – приток реки Западная Двина. По течению реки Улла нефтепродукт переместился на расстояние 25 км до её впадения в реку Западная Двина и далее по течению реки Западная Двина распространился на расстояние 155 км и пересёк границу Латвии.

В Полоцком университете на кафедре трубопроводного транспорта и гидравлики разработана система защиты водных объектов (СЗВО) от загрязнения при аварийных разливах нефти на магистральных нефте- и продуктопроводах. В соответствии с этой системой для предприятия по транспорту нефти «Запад-Транснефтепродукт» были разработаны планы ликвидации возможных аварий на нефтепродуктопроводе. Ликвидация рассмотренной аварии проводилась согласно этому плану.

В соответствии с этим планом, мелиоративный канал ниже по течению от места поступления в него нефтепродукта был перекрыт временной земляной плотиной с гидрозатвором. Аналогичная плотина была сооружена также в устье ручья перед впадением его в р.Улла, а на р.Улла установлены 3 рубежа боновых заграждений. Плотины такой конструкции позволяют на малых водотоках локализовать распространение разлившейся нефти для её последующего сбора с помощью нефтесборных устройств и сорбентов.

Для сбора нефтепродукта на правом берегу р.Улла вблизи населённого пункта Фролковичи был вырыт временный котлован и соединённый с ним, идущий от реки, канал. С помощью бонов, уста-

новленных на реке, слой нефтепродукта направлялся в этот канал, накапливался в котловане и оттуда вывозился для утилизации.

Для предотвращения распространения нефтепродукта на реке Улла, от населённого пункта Фролковичи до устья реки, было установлено 7 рубежей боновых заграждений.

Для удержания нефтепродукта на водотоках использовались гибкие пневматические резино-тканевые боны. Так как авария произошла сразу после пика паводка, и уровень воды в реке Улла был нестабильным (постоянно снижался), что создавало проблему провисания боновых заграждений над водой, то приходилось следить за их расположением.

Для предотвращения распространения нефтепродукта по р. Западная Двина был задействован стационарный пункт удержания нефти (СПУН) Новополоцкого предприятия по транспорту нефти «Дружба», который был спроектирован и сооружён на основании результатов НИОКР кафедры трубопроводного транспорта. СПУН размещен в районе деревни Узмены выше по течению города Верхнедвинска. На СПУН были развернуты 1 металлический рубеж боновых заграждений и 2 рубежа гибких резино-тканевых бонов, а также использовались различные нефтесборные устройства.

Результаты проведенного комплекса работ по защите ВО при ликвидации рассмотренной аварии, направленных на минимизацию ЭП от загрязнения ВО при АРН подтвердил эффективность разработанной СЗВО. Это проявилось, в том числе и в том, что были минимизированы объёмы трансграничного переноса нефтяных загрязнений на территорию Латвии, что было позитивно оценено представителями заинтересованных латвийских организаций.

В основу создания СЗВО положена разработанная модель проблемы загрязнения ВО при АРН на МНПП, которая обеспечивает учёт всех факторов влияния на возникновение, развитие и ЭП АРН. Разнородные факторы влияния возникают и действуют 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, инструментом которого и является СЗВО. Она 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: прогнозно-му, технологическому и управленческому.

Для выполнения функций по прогнозированию АРН и их ЭП прогнозный блок элементов СЗВО объединяет три подсистемы: мониторинга объектов ПТГ, идентификации объектов ОС и оценки ЭП АРН.

Масштабы трасс МНПП и высокая вариативность сценариев возможных АРН создают значительные проблемы при планировании и подготовке инженерно-технологических мероприятий по ликвидации АРН по длине трассы. Основной методологический принцип решения этой проблемы состоит в представлении трассы нефтепровода в виде последовательности автономных участков, характеризующихся однотипностью приоритетных признаков территории, на которой расположен рассматриваемый фрагмент трассы.

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

Технологический блок СЗВО обеспечивает подготовку и проведение эффективных профилактических и оперативных инженерно-технологических мероприятий по защите ВО при АРН на МНП. Решение этой задачи осуществляется по двум направлениям: планово-технологическое обеспечение защиты ВО при АРН, основанное на учёте ландшафтных характеристик территории, на которой происходит АРН; 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.

Для 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.

При разработке инженерно-технического обеспечения защиты ВО особое внимание уделено решению проблемы локализации и удержания разлившейся нефти на водотоках. По результатам гидродинамических исследований выявлены основные параметры, характеризующие удерживающую способность бонового заграждения и получен аналитически обоснованный критерий, позволяющий установить возникновение уноса нефти под боновое заграждение и его критическое значение. Разработан нормативно-методический документ [3] «Методические рекомендации по расчёту боновых заграждений, предназначенных для улавливания и удержания слоя нефти на поверхности водотоков»,

предназначенный для использования при проектировании новых и выборе существующих боновых заграждений для аварийно-восстановительных подразделений.

Наиболее продолжительным и сильно действующим на развития и ЭП АРН, а также на условия проведения работ по их ликвидации метеорологическим фактором является ледовый покров. Методы и технические средства локализации и сбора нефти в этих условиях разработаны и освоены в наименьшей степени.

По результатам проведенных экспериментальных и аналитических исследований взаимодействия слоя нефти на поверхности воды с ледяным покровом определены зависимости времени и площади распространения нефти под ледяным покровом от объема вылитой нефти и скорости потока и разработана математическая модель для определения характера распространения нефтяного пятна подо льдом, по результатам вычислительных экспериментов получены значения толщины нефтяного пятна подо льдом для различных видов нефти и эквивалентный радиус распространения пятна нефти под ледяным покровом.

Разработанная система защиты водных объектов использованы Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [4], концерном «Белнефтехим» [5], департаментом Гостехнадзор МЧС РБ, РУП «Гомельтранснефть-Дружба», Новополоцким РУП ТН «Дружба», ЧУП «Запад-Транснефтепродукт».

Опыт сотрудничества кафедры трубопроводного транспорта и гидравлики Полоцкого государственного университета с национальными и зарубежными организациями показал, что эффективность деятельности по защите водных объектов от аварийных сбросов нефти и нефтепродуктов будет повышена в условиях международного сотрудничества.

Должны быть согласованы и приняты единые методы разработки планов ликвидации аварии, унификации нормативных документов и эффективная кооперация технических и оперативных средств обеспечения деятельности служб, занимающихся ликвидацией аварийных разливов нефти.

• Литература

1. Липский В. К. Система организационно-технических мероприятий по защите водных объектов при залповых сбросах нефти / В. К. Липский, Н. Л. Белорусова, Л. М. Спиридонок, П. В. Коваленко. Минск, 2002. (Обзорная информация / БЕЛНИЦ Экология).
2. Липский В. К. Ликвидация последствий аварийных разливов нефтепродуктов в сложных гидрометеорологических условиях (опыт аварии на МНПП «Унеча-Полоцк») / В.К. Липский и [и др.] // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: сб. науч. тр. – Новополоцк, 2008. Вып. 5. – С. 207–214.
3. 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, 2006.
4. 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. Спиридонок, П. В. Коваленко: утв. Минприроды Респ. Беларусь 19.11.1999, № 331. Новополоцк, 2004.
5. 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. Спиридонок: утв. конц. «Белнефтехим» 03.10.02, № 480; согл. Прома-томнадзором МЧС Респ. Беларусь 03.06.02. № 06-1355, Минприроды Респ. Беларусь 05.01.2002. № 03-06/149. № 480. Минск, 2002.

УДК 911.3:332.15:621.311.25(477)

С. А. Лисовский

ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОРЯДКА ПРИ ВЫБОРЕ ПУНКТОВ ВЕРОЯТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ НОВЫХ АЭС В УКРАИНЕ

Институт географии НАН Украины
Киев, Украина, e-mail: salisovsky@rambler.ru

Рассмотрены результаты анализа ограничивающих демографических, социально-экономических, экологических, природоохранных, историко-культурных факторов, влияющих на выбор площадок