



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии экологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Совершенствование методов предотвращения разливов нефти и нефтепродуктов на побережье Черного моря»

Исполнитель: Айрапетян Семён Грантович

Руководитель: к.с.х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

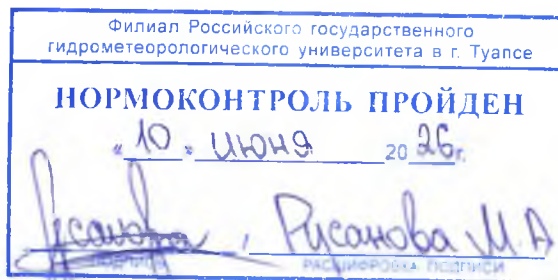
Заведующий кафедрой

Цай

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 10 » июня 2026 г.



Туапсе
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические и методические исследования по предотвращению разливов нефти в морских акваториях в районе деятельности нефтеперевалочных предприятий.....	5
1.1 Краткое описание последствий загрязнения на территории морских комплексов нефтепродуктами.....	5
1.2 Способы и методы защиты акваторий морских портов от разливов нефтепродуктов при их перевалке.....	9
2 Характеристика нефтеперегрузочного комплекса ООО «РН— Морской терминал Туапсе» и использование боновых заграждений на глубоководном причале.....	21
2.1 Деятельность компании ООО «РН— Морской терминал Туапсе» как источник образования разливов нефти.....	21
2.2 Статистика предотвращения разливов нефти на терминале.....	27
3 Совершенствование методов предотвращения разливов нефтепродуктов в море на нефтеперегрузочном комплексе в г. Туапсе.....	33
Заключение.....	54
Список литературы.....	57

Введение

С увеличением объемов добычи, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов неуклонно растет загрязнение природных вод. По данным Комитета по природным ресурсам экологии Государственной Думы РФ ежегодно в России происходит более 60 крупных аварий и около 20 тыс. инцидентов, сопровождающихся значительными разливами нефти. Разливы, утечки нефти и нефтепродуктов, как показывает практика, неизбежны при их добыче, переработке и транспортировке. На локально расположенных предприятиях практически невозможно предусмотреть меры по защите окружающей среды.

Нефть, попадая в водные объекты и почву, вызывает необратимые изменения, нежелательные процессы. Вследствие этого очистка почвы и водных объектов от нефти и нефтепродуктов является сложной проблемой.

Особенно остра она для г. Туапсе, потому что на территории города расположены как предприятия по ее переработке, так и по транспортировке. При этом, учитывая концепцию приемлемого риска, неизбежны нефтяные разливы на водные объекты и грунт. Влияние нефтяных загрязнений на рыбные запасы и водную растительность водоемов весьма негативное, т.к. образовавшаяся при этом тончайшая пленка препятствует доступу в водоем кислорода.

Загрязнению нефтепродуктами водоемов способствует и разливы их на почвенный покров, т.к. в этих ситуациях почти всегда загрязняются грунтовые воды. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе.

Особую опасность представляют аварии на морских перегрузочных комплексах, которые связаны с разливом сырой нефти и нефтепродуктов с терминала или судна во время грузовых операций, отходы, загрязненные

разлитой нефтью с судна во время грузовых операций, загрязнение нефтью и нефтепродуктами с терминала из—за утечки и т.д.

В этой связи изучение экологических проблем эксплуатации глубоководного нефтеналивного терминала в акватории порта г. Туапсе является актуальным.

Объект исследования — морской нефтеперегрузочный комплекс ООО«РН—Морской терминал Туапсе»

Предмет исследования – оценка различных видов боновых заграждений для защиты от разливов нефти и нефтепродуктов на нефтеперегрузочном комплексе.

Цель работы: выбор оптимального варианта использования боновых заграждений для защиты акватории порта от разливов нефти и нефтепродуктов при погрузочных работах на морском нефтеперегрузочном комплексе ООО«РН—Морской терминал Туапсе»

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- ~ дать краткую характеристику последствиям загрязнения морской воды нефтепродуктами;
- ~ рассмотреть методы по защите акваторий портов от разливов нефти;
- ~ проанализировать статистику разливов нефтепродуктов при их перевалке на морских терминалах;
- ~ охарактеризовать морской перегрузочный комплекс ООО «РН—Морской терминал Туапсе»;
- ~ оценить проблему бонопостановки на глубоководном причале морского перегрузочного комплекса ООО «РН—Морской терминал Туапсе»;
- ~ обосновать мероприятия по совершенствованию метода постановки бонов и показать их преимущества.

1 Теоретические и методические исследования по предотвращению разливов нефти в морских акваториях в районе деятельности нефтеперевалочных предприятий

1.1 Краткое описание последствий загрязнения на территории морских комплексов нефтепродуктами

Разлив нефти — попадание нефти в окружающую среду в результате действий человека. В это понятие также входят аварии танкеров, аварии на нефтяных платформах, буровых установках, скважинах, а также выброс любых веществ, полученных от переработки сырой нефти. Ликвидация последствий подобных происшествий занимает от нескольких месяцев до нескольких лет.

Нефть коварна не только тем, что может растягиваться черной пленкой по поверхности воды, но также некоторые ее частицы способны смешиваться с водой и оседать на дно, тем самым, убивая чувствительную морскую экосистему. Многие морские организмы и рыбы погибают или оказываются зараженными.

Так, например, в 1989 году произошла утечка огромного количества нефти на Аляске, были потрачены миллионы долларов на ликвидацию последствий, но анализы, проведенные в 2007 году, показали, что 26 тысяч галлонов нефти все еще находится в песке вдоль береговой линии. Естественно, на этих территориях все еще не восстановились популяции погибших диких животных.

Ученые установили, что остаточная нефть (остатки нефти после ликвидации) исчезает со скоростью 4 % в год от общей массы нефти. Представьте, сколько времени потребуется для полного восстановления пострадавших районов [3, с. 63].

Последствия разлива нефти. Разлившаяся нефть зачастую приводит к колоссальным последствиям для окружающей среды, как к немедленным, так и к длительным. Последствия разлива нефти ощущаются десятилетиями.

Вот несколько самых заметных экологических последствий утечки нефти. Загрязнение прибрежных зон, болот и нарушение функционирования морских экосистем.

Нефть, пролитая из поврежденных трубопроводов, танкеров и добывающих установок, губит все живое к чему «прикасается». Нефть разносится по поверхности воды на многие километры, и когда достигает береговой линии, то намертво цепляется за каждый камень и песчинку на пляже.

Из-за загрязнения нефтью гибнет вся растительность. Например, кишашие жизнью и отличающиеся буйной растительностью мангровые болота навсегда исчезают из-за разлива нефти. Пораженные районы становятся непригодными для обитания диких животных (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1— Разлив нефти в море

От разлитой нефти гибнут птицы. Птица, покрытая пятнами нефти, сейчас является символом экологического бедствия, вызванного разливом нефти. Утечка нефти, даже небольших объемов может стать смертельным приговором

для огромного количества птиц. Некоторые пернатые могут почувствовать опасность и перелететь на безопасное место, например кулики. Но есть птицы, которые живут вблизи воды и питаются исключительно рыбой, покинуть водные просторы для них означает смерть [18, с. 23].

Разлив нефти приносит большой ущерб гнездованию, что влечет серьезные последствия для многих видов. Недавний разлив нефти в Мексиканском заливе произошёл в период спаривания и гнездования птиц. Уже сейчас ученые утверждают, что последствия трагедии будут ощущаться несколько десятилетий. Разлив нефти влияет и на миграцию, путем заражения привычных мест остановки перелетных птиц.

Даже небольшое количество нефти на оперении птиц приводит к полной неспособности летать, а также нарушается гидроизоляционная способность, что приводит к переохлаждению и перегреву. Птицы отчаянно пытаются очиститься, тем самым часть нефти оказывается проглоченной, что приводит к отравлению и смерти. Каждый разлив нефти уносит жизни 500 тысяч разнообразных птиц (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2— Птицы, которые погибли от загрязнения нефтью

От разлитой нефти гибнут морские млекопитающие. Разлитая нефть очень часто приводит к гибели таких морских животных, как киты, дельфины,

тюлени и морские выдры. Иногда нефть забивает воздушное отверстие китов, что нарушает нормальное дыхание и способность общаться. Меха выдр, пропитанный нефтью, теряет свои гидроизоляционные способности, что приводит к гипотермии [17, с. 102].

Даже если животным удалось вовремя покинуть зараженную территорию, всегда есть риск, что в их рацион питания попадут зараженные организмы. Ученые отметили, что животные, побывавшие в зараженных регионах, приносили больное потомство, и такая тенденция может проявляться в нескольких поколениях (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Погибшая рыба от загрязнения нефтью

Разлив нефти приводит к гибели рыбы. Нефть является смертельной для рыб, моллюсков и других морских обитателей, особенно быстро погибают икра и личинки.

Во время разлива нефти на Аляске в 1989 году, в первую очередь погибли миллионы особей моллюсков и креветок, миллиарды лосося, сельди и их икры. Популяция этих видов в том регионе до сих пор не восстановилась. А когда—то эти места были промысловыми и славились богатым уловом (рисунок 1.4).

Не зависимо от того сколько галлонов нефти попало в океан, ущерб всегда колоссален для окружающей среды. Самое страшное, что пораженные территории остаются безжизненными многие десятки лет [4, с. 11].

1.2 Способы и методы защиты акваторий морских портов от разливов нефтепродуктов при их перевалке

Несмотря на проводимую в последнее время государством политику в области предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, проблема загрязнения нефтью остается актуальной и в целях снижения возможных негативных последствий требует особого внимания к изучению способов локализации, ликвидации и к разработке комплекса необходимых мероприятий [22, с. 68].

Таблица 1.1 — Методы ликвидации аварийных разливов ННП

Метод ликвидации	Возможность применения	Достоинства	Недостатки
Термический	При толщине пленки ННП более 3 мм, скорости ветра менее 35 км/ч, безопасном расстоянии до 10 км от места сжигания по направлению ветра; дополнительные противопожарные меры	Быстрота ликвидации аварийного разлива ННП; применение при ликвидации малого количества технических средств; минимальные затраты	Дополнительные меры пожарной безопасности; из—за неполного сгорания ННП стойких канцерогенных веществ
Механический	При соответствии технических характеристик используемых средств условиям разлива	Высокая эффективность при проведении работ, возможность сбора различных видов ННП,	Остаточная тонкая пленка ННП на поверхности воды в местах механического сбора
Физико—химический	Диспергенты: при глубине свыше 10 м, температуре воды ниже 5°C и наружного воздуха ниже 10°C	Высокая скорость реакции и оперативность Эффективность в сложных условиях	Высокая стоимость реагентов; вторичное загрязнение воды; неэффективность при сильных волнах; трудоемкость сбора остатков.
Биологический	Как дополнительный метод: на водной поверхности – при толщине пленки не менее 0,1 мм;	Минимальный дополнительный ущерб от проведения операции по ликвидации разлива	Трудоемкость сопроводительных мероприятий, продолжительные сроки разлива

Методы ликвидации. Существует несколько методов ликвидации разлива

ННП: механический, термический, физико—химический и биологический (таблица 1.1).

Одним из главных методов ликвидации разлива ННП является механический сбор нефти. Наибольшая эффективность его достигается в первые часы после разлива. Это связано с тем, что толщина слоя нефти остается еще достаточно большой. (При малой толщине нефтяного слоя, большой площади его распространения и постоянном движении поверхностного слоя под воздействием ветра и течения процесс отделения нефти от воды достаточно затруднен.) Помимо этого осложнения могут возникать при очистке от ННП акваторий портов и верфей, которые зачастую загрязнены всевозможным мусором, щепой, досками и другими предметами, плавающими на поверхности воды [11, с. 58].

Термический метод, основанный на выжигании слоя нефти, применяется при достаточной толщине слоя и непосредственно после загрязнения, до образования эмульсий с водой. Этот метод, как правило, применяется в сочетании с другими методами ликвидации разлива [19, с. 88].

Физико—химический метод с использованием диспергентов и сорбентов рассматривается как эффективный в тех случаях, когда механический сбор ННП невозможен, например, при малой толщине пленки или когда разлившиеся ННП представляют реальную угрозу наиболее экологически уязвимым районам [16, с. 59].

Биологический метод используется после применения механического и физико—химического методов при толщине пленки не менее 0,1 мм.

При выборе метода ликвидации разлива ННП нужно исходить из следующих принципов:

- все работы должны быть проведены в кратчайшие сроки;
- проведение операции по ликвидации разлива ННП не должно нанести больший экологический ущерб, чем сам аварийный разлив [9, с. 28].

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач,

реализацию различных методов и использование технических средств. Независимо от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов (ННП) первые меры по его ликвидации должны быть направлены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения [5, с. 93].

Ликвидация аварийных разливов нефти, ЛАРН — комплекс мероприятий, направленных на удаление пятен нефти и стоков нефтепродуктов с поверхности воды и с почв.

Главная задача предотвратить, а не устранить разлив, для этого используются пассивные методы, такие как технические нововведения в автоматизированные системы налива и слива морских судов. Они помогают предотвратить аварийные выбросы нефтепродукта в водные объекты.

Основные требования в области охраны природы к автоматизированным системам налива и слива морских и речных судов, описываются далее.

Проектом обустройства причала должна предусматриваться возможность приема сигнала с судна (хранилища) для прекращения налива (слива) непосредственно с целью предотвращения перелива емкостей судов и береговых нефтехранилищ [6, с. 57].

АСН (автоматизированные системы налива) при отходе обслуживаемого судна за пределы рабочей зоны в процессе налива и слива должна обеспечивать подачу предварительного и аварийного сигналов, используемых для автоматического прекращения налива и слива нефти и нефтепродуктов и автоматического отсоединения от приемно—отливных патрубков судна.

Проектом обустройства причала должна быть предусмотрена защита коммуникаций АСН от гидроудара давлением $1,1 P_u$ и выше, возникшем при аварийной ситуации, а также защита АСН от ударов молний, электростатической и электромагнитной индукции.

АСН должна обеспечивать работу по наливу и сливу нефтепродуктов и перемещение отшвартованного судна относительно среднего положения стендера в зависимости от его рабочей зоны с одновременным обеспечением

подвижек судна от причала не более, чем на 5 м (для речных судов — 1 м) и вдоль причала ± 5 м (для речных судов ± 1 м) с учетом перемещения судна по высоте.

Боновые заграждения. Основными средствами локализации разливов ННП в акваториях являются боновые заграждения. Их предназначением является предотвращение растекания нефти на водной поверхности, уменьшение концентрации нефти для облегчения процесса уборки, а также отвод (траление) нефти от наиболее экологически уязвимых районов[20, с. 5].

В зависимости от применения боны подразделяются на три класса:

- ☐ I класс — для защищенных акваторий (реки и водоемы);
- ☐ II класс — для прибрежной зоны (для перекрытия входов и выходов в гавани, порты, акватории судоремонтных заводов);
- ☐ III класс — для открытых акваторий.

Боновые заграждения бывают следующих типов:

- ☐ Самонадувные — для быстрого разворачивания в акваториях;
- ☐ тяжелые надувные — для ограждения танкера у терминала;
- ☐ отклоняющие — для защиты берега, ограждений ННП;
- ☐ несгораемые — для сжигания ННП на воде;
- ☐ сорбционные — для одновременного сорбирования ННП.

Все типы боновых заграждений состоят из следующих основных элементов:

- ☐ поплавка, обеспечивающего плавучесть бона;
- ☐ надводной части, препятствующей перехлестыванию нефтяной пленки через боны (поплавков и надводная часть иногда совмещены);
- ☐ подводной части (юбки), препятствующей уносу нефти под боны;
- ☐ груза (балласта), обеспечивающего вертикальное положение бонов относительно поверхности воды;
- ☐ элемента продольного натяжения (тягового троса), позволяющего бонам при наличии ветра, волн и течения сохранять конфигурацию и осуществлять буксировку бонов на воде;

- соединительных узлов, обеспечивающих сборку бонов из отдельных секций;
- устройств для буксировки бонов и крепления их к якорям и буям.

При разливах ННП в акваториях рек, где локализация бонами из—за значительного течения затруднена или вообще невозможна, рекомендуется сдерживать и изменять направление движения нефтяного пятна судами—экранами, струями воды из пожарных стволов катеров, буксиров и стоящих в порту судов [13, с. 32].

Для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды и грунта, а также для устранения загрязнений аварийных разливов различных органических веществ на территории нефтехимических и химических производств, нефтебазах и др. были исследованы возможности применения различных нефтепоглотителей, в том числе, серии «ЭкоДС», разработанного в Волжском политехническом институте на основе отходов резинотехнического производства. Материал имеет вид пористых пластин толщиной 5—15 мм. Технология изготовления материала и применяемое связующее обеспечивает получение мелкопористой структуры с сообщающимися микроканалами. При толщине слоя нефтепродуктов, сопоставимых с толщиной материала, в течение первых 15—ти минут собирается не менее 80 % нефтепродуктов. Максимальный эффект очистки достигается за 30 минут. За это время слой нефти практически исчезает с поверхности воды. Сорбент может быть использован в качестве «активного» бонового заграждения для защиты побережья, а после использования — в качестве топливного материала, наполнителя для изготовления гидроизоляционных покрытий, его можно также вводить в резиновые смеси [15, с. 68].

Предлагаемый сорбционный материал «ЭкоДС» сравнительно прост в применении, экономичен и обеспечивает оптимальное соотношение цены и качества.

В качестве локализирующих средств при разливе ННП на почве применяют целый ряд различных типов дамб, а также сооружение земляных амбаров,

запруд или обваловок, траншей для отвода ННП. Использование определенного вида сооружений обуславливается рядом факторов: размерами разлива, расположением на местности, временем года и др.

Для сдерживания разливов известны следующие типы дамб: сифонная и сдерживающая дамбы, бетонная дамба донного стока, переливная плотинная дамба, ледяная дамба. После того как разлившуюся нефть удастся локализовать и сконцентрировать, следующим этапом является ее ликвидация [24, с. 92].

Для сбора нефти с поверхности моря во время движения нефтесборных судов используют нефтесборные системы. Эти системы представляют собой комбинацию различных боновых заграждений и нефтесборных устройств, которые применяются также и в стационарных условиях (на якорях) при ликвидации локальных аварийных разливов с морских буровых или потерпевших бедствие танкеров. По конструктивному исполнению нефтесборные системы делятся на буксируемые и навесные [21, с. 44].

Буксируемые нефтесборные системы для работы в составе ордера требуют привлечения таких судов (рисунок 1.4), как:

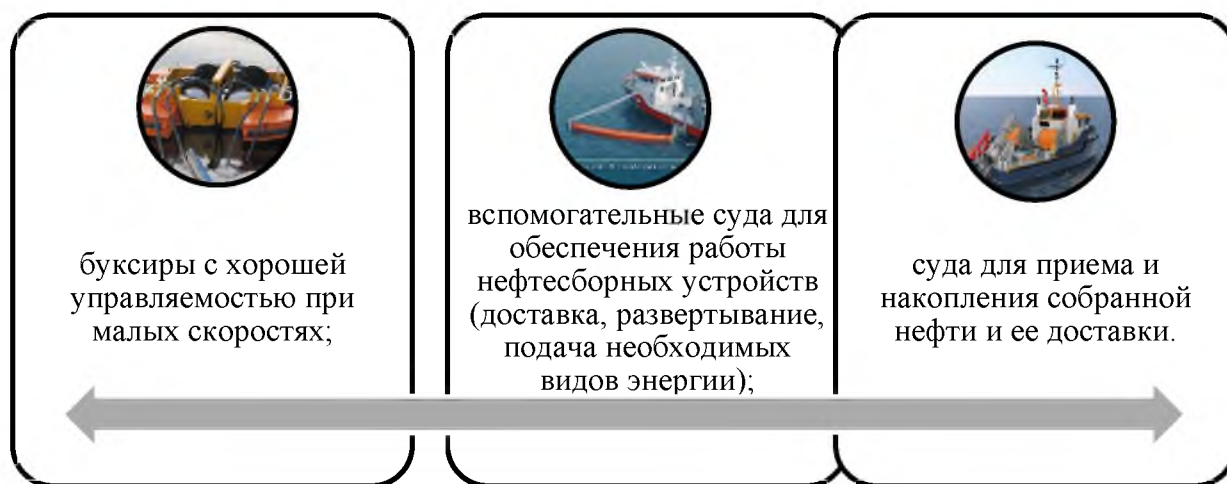


Рисунок 1.4 — Виды транспортных систем для сбора нефтепродуктов

Нефтесборные устройства, или скиммеры, предназначены для сбора нефти непосредственно с поверхности воды. В зависимости от типа и количества разлившихся нефтепродуктов, погодных условий применяются различные типы скиммеров как по конструктивному исполнению, так и по

принципу действия.

По способу передвижения или крепления нефтесборные устройства подразделяются на самоходные; устанавливаемые стационарно; буксируемые и переносные на различных плавательных средствах. По принципу действия — на пороговые, олеофильные, вакуумные и гидродинамические[12, с. 38].



Рисунок 1.5— Скиммер олеофильный СО—3 в условиях ЛАРН

Пороговые скиммеры отличаются простотой и эксплуатационной надежностью, основаны на явлении протекания поверхностного слоя жидкости через преграду (порог) в емкость с более низким уровнем. Более низкий уровень до порога достигается откачкой различными способами жидкости из емкости (рисунок 1.5).



Рисунок 1.6 — Скиммер вакуумного действия «Скат»

Олеофильные скиммеры отличаются незначительным количеством собираемой совместно с нефтью воды, малой чувствительностью к сорту нефти

и возможностью сбора нефти на мелководье, в затонах, прудах при наличии густых водорослей и т.п.

Принцип действия данных скиммеров основан на способности некоторых материалов подвергать нефть и нефтепродукты налипанию [25, с. 83].

Вакуумные скиммеры отличаются малой массой и сравнительно малыми габаритами, благодаря чему легко транспортируются в удаленные районы. Однако они не имеют в своем составе откачивающих насосов и требуют для работы береговых или судовых вакуумирующих средств (рисунок 1.6).

Конструкция представляет собой алюминиевую головку с внутренними поплавками и заборными окнами по периметру передней части. Для устойчивости головки, предусмотрено поплавковое устройство, которое крепится к выходной трубе нефтесборщика.

Большинство этих скиммеров по принципу действия являются также пороговыми.

Гидродинамические скиммеры основаны на использовании центробежных сил для разделения жидкости различной плотности — воды и нефти.

В реальных условиях по мере уменьшения толщины пленки, связанной с естественной трансформацией под действием внешних условий и по мере сбора ННП, резко снижается производительность ликвидации разлива нефти.

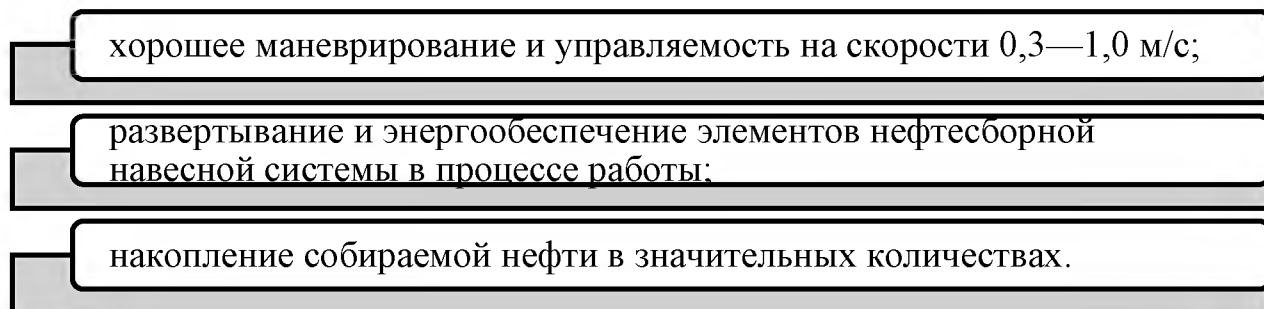


Рисунок 1.7 — Необходимые условия буксировки

Поэтому для реальных условий ведения ликвидации аварийного разлива производительность, порогового скиммера нужно принимать равной 10—15% производительности насоса [1, с. 65].

Навесные нефтесборные системы навешиваются на один или два борта судна. При этом к судну предъявляются вышеперечисленные требования (рисунок 1.7), необходимые для работы с буксируемыми системами.

Одной из ведущих фирм в области навесных нефтесборных систем является компания Lamor— мировой лидер производства и поставок комплекса профессионального оборудования для ликвидации аварийных разливов нефти. Разрабатываемые и постоянно усовершенствуемые компанией технологии ЛАРН гарантируют надежные и эффективные операции по сбору разлитой нефти в любой ситуации [6, с. 87].

Навесная система сбора нефти Lamor LSC – это судовая система, монтируемая по бортам судна. Судовые навесные системы сбора нефти Lamor изготавливаются для широкого диапазона судов ЛАРН – от буксиров и рабочих катеров до больших многоцелевых судов – с учетом типа оснащаемого судна и условий эксплуатации (рисунок 1.8)



Рисунок 1.8 — Бортовая навесная нефтесборная система Lamor (LSC)

Система LSC создана на основе хорошо зарекомендовавшей себя технологии жестких щеток. Она обеспечивает высокие рабочие характеристики и безопасность при сборе нефти как у побережья, так и в открытом море. LSC работает эффективно при скорости судна до четырех узлов, что обеспечивает хорошую маневренность судна и высокую производительность при сборе нефти. Новое поколение щеточных конвейеров представляет собой нефтесборную систему двойного действия. Это означает, что, благодаря

наличию двухсторонних очистителей щеток, сбор нефти может осуществляться либо при нисходящем, либо при восходящем вращении щеточных конвейеров.

Для повышения эффективности сбора нефти и нефтепродуктов нефтесборщик оснащен регулируемой тыльной пластиной, позволяющей контролировать поток жидкости через щеточный модуль в зависимости от вязкости собираемого продукта. Поступающая нефть направляется на скиммер, затем счищается и подается во встроенный нефтеперекачивающий насос. Количество щеточных цепей выбирается в зависимости от размера судна и требуемой производительности системы. Благодаря высокой скорости сбора, система способна собирать нефть с максимально возможной площади. Благодаря высокой скорости сбора, система способна собирать нефть с максимально возможной площади распространяющегося в море нефтяного пятна [7, с. 17].

Система разворачивается в состояние готовности к сбору нефти через несколько минут после прибытия на место разлива, а для управления привлекается небольшой экипаж, которому достаточно небольшого специального инструктажа. Проектирование системы LSC с поставкой подробных чертежей осуществляется индивидуально для каждого судна с целью обеспечения оптимальной производительности, функционирования и безопасности с учетом особенностей судна, требований заказчика и прочих факторов. Систем Lamor LSC может устанавливаться на суда различного типа и различного тоннажа, что позволяет использовать их в качестве нефтесборщиков. Ее можно установить как на судах новой постройки, так и на действующих судах [8, с. 55].

Специализированные суда. К специализированным судам для ликвидации аварийных разливов ННП относятся суда, предназначенные для проведения отдельных этапов или всего комплекса мероприятий по ликвидации разлива нефти на водоемах. По функциональному назначению их можно разделить на следующие типы:

- нефтесборщики — самоходные суда, осуществляющие

самостоятельный сбор нефти в акватории;

- бонопостановщики — скоростные самоходные суда, обеспечивающие доставку в район разлива нефти боновых заграждений и их установку;

- универсальные — самоходные суда, способные обеспечить большую часть этапов ликвидации аварийных разливов ННП самостоятельно, без дополнительных плавтехсредств.

Диспергенты и сорбенты. Как говорилось выше, в основе физико—химического метода ликвидации разливов ННП лежит использование диспергентов и сорбентов.

Диспергенты представляют собой специальные химические вещества и применяются для активизации естественного рассеивания нефти с целью облегчить ее удаление с поверхности воды раньше, чем разлив достигнет более экологически уязвимого района.

Для локализации разливов ННП обосновано применение и различных порошкообразных, тканевых или боновых сорбирующих материалов. Сорбенты при взаимодействии с водной поверхностью начинают немедленно впитывать ННП, максимальное насыщение достигается в период первых десяти секунд (если нефтепродукты имеют среднюю плотность), после чего образуются комья материала, насыщенного нефтью.

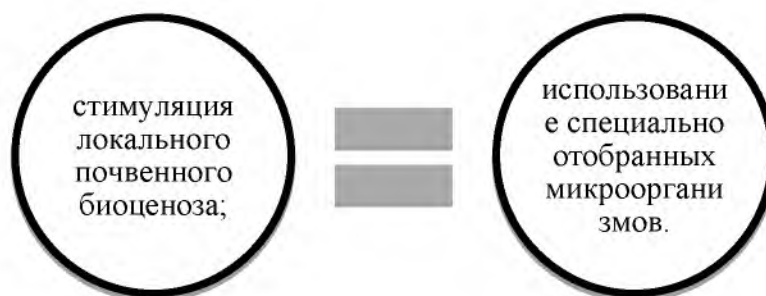


Рисунок 1.9 — Методы биостимуляции почвенных микроорганизмов

Биоремедитация. Биоремедитация—это технология очистки нефтезагрязненной почвы и воды, в основе которой лежит использование специальных, углеводородоокисляющих микроорганизмов или биохимических

препаратов.

Число микроорганизмов, способных ассимилировать нефтяные углеводороды, относительно невелико. В первую очередь это бактерии, в основном представители рода *Pseudomonas*, а также определенные виды грибов и дрожжей. Существуют два основных подхода (рисунок 1.9) в очистке загрязненных территорий с помощью биоремедиации:

Стимуляция локального почвенного биоценоза основана на способности молекул микроорганизмов к изменению видового состава под воздействием внешних условий, в первую очередь субстратов питания.

Наиболее эффективно разложение ННП происходит в первый день их взаимодействия с микроорганизмами. При температуре воды 15—25°C и достаточной насыщенности кислородом микроорганизмы могут окислять ННП со скоростью до 2 г/м² водной поверхности в день. Однако при низких температурах бактериальное окисление происходит медленно, и нефтепродукты могут оставаться в водоемах длительное время — до 50 лет.

Каждая чрезвычайная ситуация, обусловленная аварийным разливом нефти и нефтепродуктов, отличается определенной спецификой. Многофакторность системы «нефть—окружающая среда» зачастую затрудняет принятие оптимального решения по ликвидации аварийного разлива. Тем не менее, анализируя способы борьбы с последствиями разливов и их результативность применительно к конкретным условиям, можно создать эффективную систему мероприятий, позволяющую в кратчайшие сроки ликвидировать последствия аварийных разливов ННП и свести к минимуму экологический ущерб.

2 Характеристика нефтеперегрузочного комплекса ООО «РН— Морской терминал Туапсе» и использование боновых заграждений на глубоководном причале

2.1 Деятельность компании ООО «РН— Морской терминал Туапсе» как источник образования разливов нефти

ООО «РН – Морской терминал Туапсе» введено в эксплуатацию в 1928 году и на сегодняшний день является крупнейшей базой по перевалке нефтепродуктов на юге России (ежегодный грузооборот порядка 10 млн. тонн).

На предприятии осуществляется: прием нефтепродуктов по железной дороге и по трубопроводам от ООО «РН – Морской терминал Туапсе»; хранение нефтепродуктов в резервуарных парках; отгрузка нефтепродуктов в железнодорожные цистерны, автоцистерны и в танкеры на причалах нефтерайона порта.

Производственная площадка Общества разделена рекой Туапсе на две части и занимает площадь более 48 га в застроенной части города Туапсе.

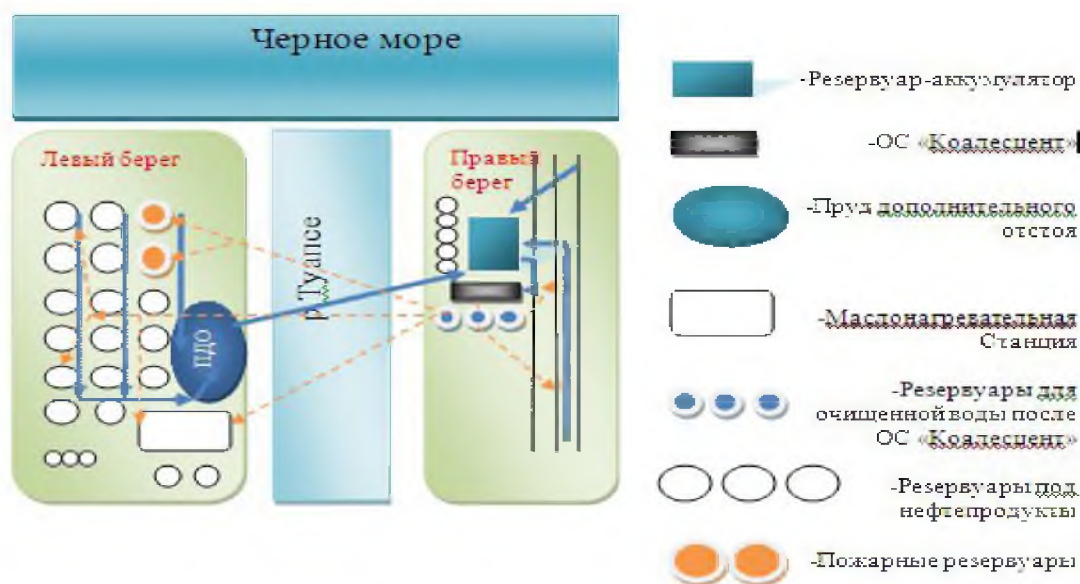


Рисунок 2.1 — Схема размещения производственных площадок предприятия

На рисунке 2.1 представлена схема размещения производственных площадок предприятия.

железнодорожные сливо—наливные эстакады, глубоководный причал №1А, шланговые установки на морских причалах, технологические трубопроводы, маслонагревательную станцию, вспомогательное технологическое оборудование, позволяющее выполнять многочисленные операции с нефтепродуктами в объеме более 17 миллионов тонн в год. Перевалочная мощность терминала, расположенного в непосредственной близости от Туапсинского НПЗ, составляет около 17 млн т. в год. С 2013 г. введен в эксплуатацию глубоководный причал производительностью до 7 млн т. в год, способный принимать суда длиной до 250 метров, осадкой до 15 метров.

Терминал используется в основном для экспорта нефтепродуктов, производимых на Туапсинском, Саратовском, Ачинском и Самарских НПЗ Компании и перевалки ресурса третьих сторон. Также терминал используется для перевалки нефтепродуктов на внутренний рынок и предоставления услуги по бункеровке судов. Резервуары строятся по принципу «Стакан в стакане», что позволяет избежать разлива нефтепродуктов и снижает число выбросов паров в атмосферу (рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 — Резервуары с нефтепродуктами

Во избежание испарения и безопасности разлива, их крышка имеет особую конструкцию: сверху жидкости находятся понтоны, представляющие собой держащиеся на поплавках листы.

Эти листы избавляют продукт от нагревания в жару и позволяют уходить пару атмосферу. Кроме понтонов от высоких температур защищает утепленная стенка, а сами резервуары обшиты профнастилом и покрашены специальной краской. При диаметре резервуара от 10 до 20 тысяч сантиметров, пространство для выхода пара занимает всего 15 см. И даже этому пару не дают выйти в атмосферу.

В 1994 году на нефтебазе началась модернизация. Основной целью реконструкции, наряду с увеличением грузооборота, является сокращение потерь нефтепродуктов и уменьшение загрязнения атмосферного воздуха, почвы за счет упорядочивания технологических операций, обеспечения высокого уровня сооружений и оборудования, автоматизации технологических процессов.

Важнейшей задачей Общества является формирование элементов стратегии управления окружающей средой и природными ресурсами с учетом современных требований, обеспечивающих экологическую безопасность производства и эффективное управление природопользованием.

15 июня 2012 г. в порту города Туапсе был открыт глубоководный причал для перегрузки темных и светлых нефтепродуктов.

Новый причальный комплекс состоит из двух линейно расположенных причалов 1А и 1Б для отгрузки нефтепродуктов в танкеры дедвейтом от 20 до 80 тыс. т в районе входа в порт. Причалы состоят из технологических площадок, системы отбойных и швартовных палов, соединенных между собой с технологическими площадками переходными мостиками. Конструкция палов представляет собой монолитный ростверк на свайном основании из стальных труб (рисунок 2.4).

В его состав также входят морская соединительная эстакада длиной 673 п. м., высотой 7 м, с основанием из стальных труб диаметром 1220 мм и береговая территория комплекса — 3,19 га.

Планируемый грузооборот нефтепродуктов на причале № 1А — 5 млн. т. в год, № 1Б — 2 млн. т. в год. Нефтепродукты поступают на причальный

комплекс по трубопроводам из резервуаров резервуарных парков ООО «РН — Туапсенефтепродукт». На причале № 1А предусматривается обработка танкеров DW—40, 55, 80. На причале № 1Б — DW—20, 28—30.

Общий грузооборот причального комплекса составит 7,0 млн.т/год нефтепродуктов, в том числе:

- ❑ бензина экспортного технологического — 1 млн. т/год;
- ❑ топлива дизельного — 3 млн. т/год;
- ❑ топочного мазута — 100–3 млн. т/год.

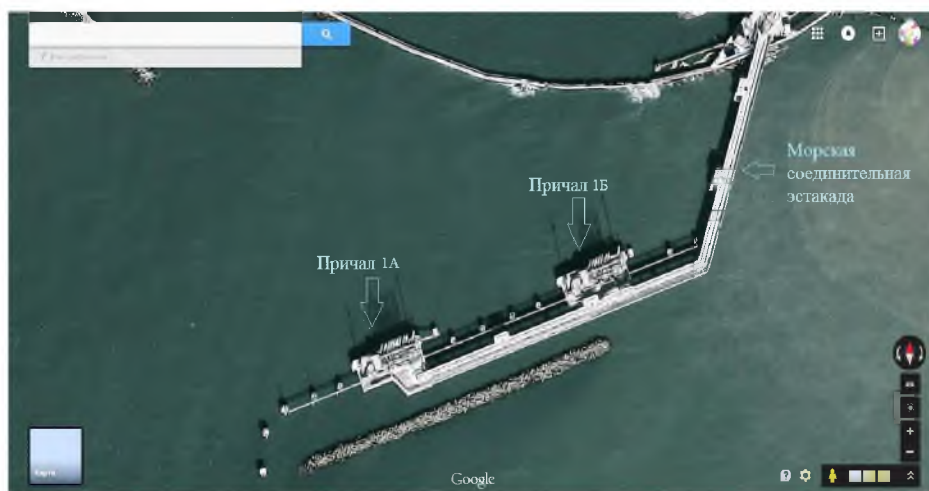


Рисунок 2.4 — Глубоководный причал ООО «РН—Туапсенефтепродукт»

Проект строительства глубоководного причала 1А и 1Б в порту Туапсе, сделан за счет средств ОАО «НК «Роснефть» реконструированы и построены объекты федеральной собственности России, имеющие стратегическое значение для инфраструктуры порта Туапсе.

Основные приоритетные направления развития: это повышение эффективности работы персонала и сокращение затрат на перевалку нефтепродуктов.

Начало опытной эксплуатации глубоководного причала 1А создало определенные сложности в обеспечении безопасности для службы капитана порта. Причальный комплекс на сваях расположен за пределами ограждающих гидротехнических сооружений порта и подвержен всем рискам открытого моря при ветрах от ESE (восток —юго—восток) до WNW (запад—северо—запад), а

также зыби от SW (юго—запад) ветров. Оголовок причала отстоит от оси подходного канала всего на 80 м.

Экстремальное сочетание гидрометеорологических факторов у причала 1А, а именно: ветер с юго—запада более 12 м/с, течение на северо—запад со скоростью 2–3 узла, волнение и зыбь, изменение высоты надводного борта, динамические (ударные) нагрузки, вызываемые близко проходящими по подходному каналу судами в грузу, — может привести к чрезмерному перемещению танкера как в поперечном, так и в продольном направлениях, что в свою очередь может вызвать обрыв швартовных концов, самопроизвольную отдачу швартовных гаков, повреждение погрузочного оборудования терминала, танкера, разлив нефтепродуктов и загрязнение акватории порта.

Длительное действие SE (юго—восток) или SW (юго—запад) ветров, которые усиливают течение в северо—западном и юго—восточном направлениях до 4–5 узлов, в совокупности с глубинами 14–16 м создают угрозу навала входящего либо выходящего судна на причал и стоящее у причала 1А судно.

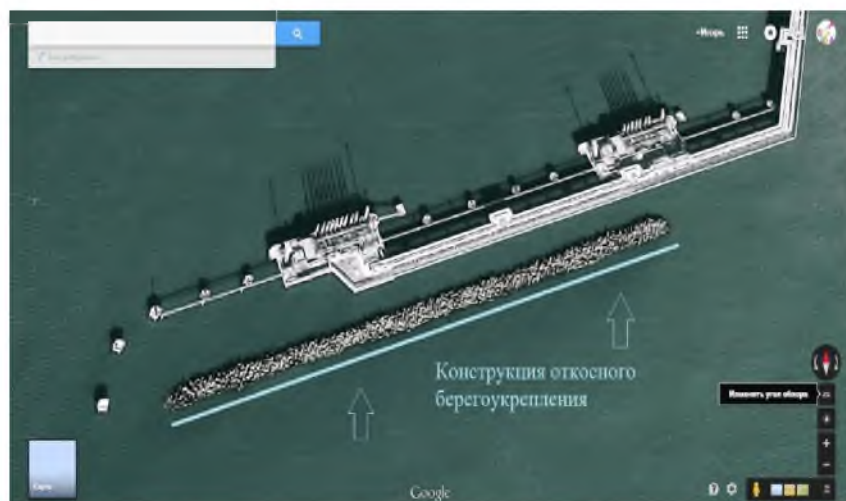


Рисунок 2.5 — Конструкция откосного берегоукрепления на глубоководном причале г. Туапсе

Опасения службы капитана порта относительно причала, построенного за пределами гидротехнических сооружений порта, подтвердились 5 марта 2013 г. при швартовке танкера «Тихорецк» к причалу 1Б для промышленно—

опытной погрузки 35 тыс. т. мазута, при следующих погодных условиях: ветер WNW (запад—северо—запад) 6–8 м/с, зыбь от SW (юго—запад) высотой до 0,8 м.

Устройство берегозащиты и образование территории причала 1 А. вертикального типа, представляет собой конструкцию откосного берегоукрепления или наброску из тетраподов массой 3 т. (рисунок 2.5).

2.2 Статистика предотвращения разливов нефти на терминале

По статистическим многолетним данным, общее ежегодное загрязнение моря нефтепродуктами (около 85% нефти) попадает путем природного просачивания сквозь морское дно, либо из источников разливов с береговых промышленных объектов, то есть речным стоком.

Загрязнение морской среды от транспортирования нефти, включая аварийные разливы с нефтетрубопроводов, танкеров при морских переходах, на акваториях перегрузочных терминалов и с берегового оборудования составляет примерно 12% от общего загрязнения моря, или в среднем к величине – 150 тыс. тонн ежегодно.

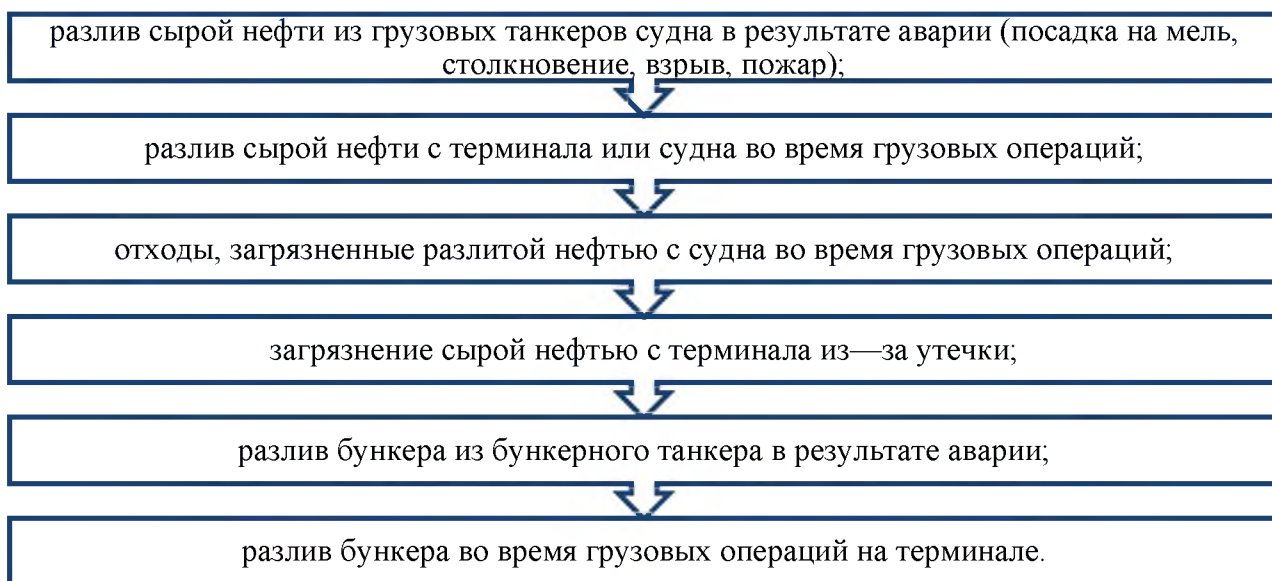


Рисунок 2.6 — Возможные варианты аварийных ситуаций

При этом аварийные разливы с танкеров при морских переходах

составляют около 100 тыс. тонн в год (8%), а разливы при грузовых операциях на портовых терминалах – примерно 39 тыс. тонн в год (3%).

Типы аварий с разливом нефти (рисунок 2.6). При работе нефтяного терминала могут происходить следующие разливы:

Анализ общих причин аварий (ТАСИС, 1999) в гаванях и на терминалах показывает, что наиболее частыми причинами разливов нефти являются (рисунок 2.7):

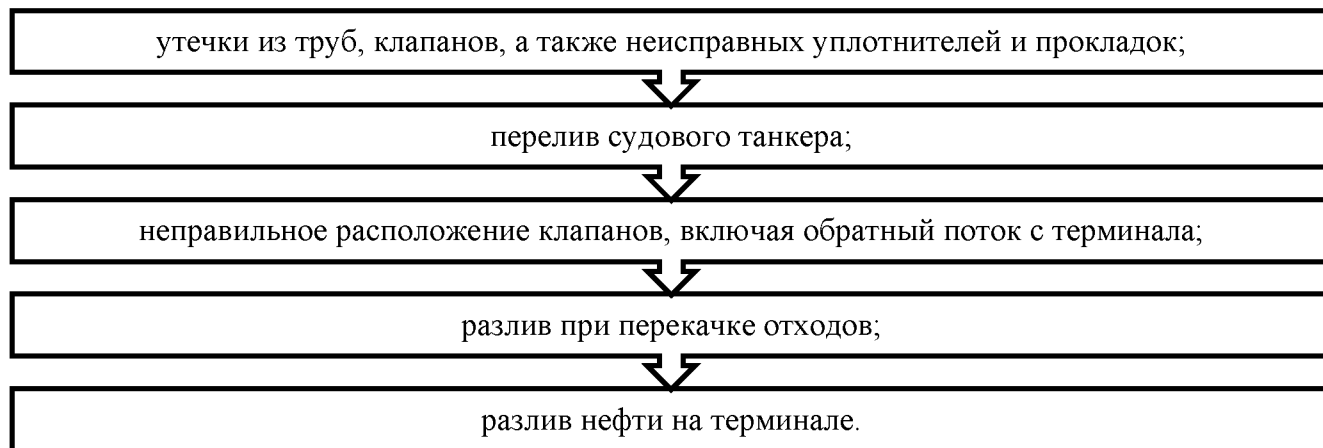


Рисунок 2.7 — Частота причин разливов

Частота разлива бункера в результате аварийного выброса из танкера равняется $1 \cdot 10^{-4}$ на один заход на терминал. Размер разлива составляет категорию 1—10 т.

Разливы нефти менее 1 т. Число незначительных разливов, т.е. разливов менее 1 т., находится в пределах 0,5—5 разливов на 100 млн. тонн обработанной нефти.

Таблица 2.1 — Вероятностное распределение разливов груза свыше 1 т.

Интервалы разливов нефти, т.	Ниже 1	1—10	10—100	100—1000	Более 1000
Частота в год	6—60	$118 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Общая частота и размер разливов на терминале. В таблице представлены суммарные частоты разливов на терминале, распределенные по размерам разливов (таблица 2.1).

Сегодня Черное море рассматривается как активный транспортный коридор перевозки нефтепродуктов с востока на запад. Если в 1995 г. объем перевозок не превышал 45 млн. т/год, к 2003 г. он возрос до 95 млн. т/год. Планируется еще более увеличить возможность перевалки нефтепродуктов через Причерноморские государства.

Это связано с предстоящим увеличением перевозки нефти из Каспия, который по уровню добычи нефти выходит на третье место в мире после Персидского залива и Сибири. Таким образом, в ближайшие 5—10 лет ежегодный объем нефтеперевозок в Черное море может увеличиться до 220—250 млн. т.

При самом приблизительном подсчете, при технологических утечках, которые оцениваются в количестве 0,01% от объема транспортируемых нефтепродуктов, в морскую среду может поступать около 20 тыс. т. нефтепродуктов. Это без учета аварийных ситуаций, при которых залповое поступление нефтепродуктов может превышать технологические потери в десять раз (таблица 2.2).

Таблица 2.2 — Среднегодовые количества и общие объемы разливов, при которых в море попадает более 7 т нефти, за период 1970—2025 гг.

Годы	Среднегодовое количество разливов за десятилетие		Среднегодовое количество вылитой в море нефти за десятилетие, тыс. т
	7—700 т	> 700 т	
1970—1979	53,1	24,2	312,6
1980—1989	34,5	8,9	108,3
1990—1999	27,3	7,3	110,1
2000	18,0	3,0	12,0
2001	16,0	3,0	8,0
2002	14,0	3,0	82,0
2010—2019	11,0	2,0	6,5
2020—2025	7,5	1,5	4,0

По данным ИТОПФ частота крупных разливов мирового танкерного флота составляет в среднем 3,6 раз в год. При этом основными иницирующими событиями (причин мы уже касались) являются: посадки на

мель (34,4%), столкновения (28,3%), повреждения корпуса (12,4% — видимо, усталостного или коррозионного характера), аварии при операциях погрузки/выгрузки (8,7%).

Разливы нефти в особо крупных размерах (более 10000 т) следует отметить отдельно. 10-ти летний период эксплуатации танкеров (1998—2007 гг.) свидетельствует о трех таких авариях: «Эриа» (1999 г.), «Престиж» (2002 г.) и «Тасман Спирит» (2003 г.).

Таким образом, частота особо крупных разливов составляет 0,3 —1год.

Однако, никто не мог предвидеть крупные катастрофы, произошедшие в районе Анапы и Туапсе. В декабре 2024 году на берегу Чёрного моря города Анапы и Крыма произошла масштабная экологическая катастрофа, связанная с разливом мазута. Во время сильного шторма танкеры «Волгонефть—212» и «Волгонефть—239» разломились и затонули в Чёрном море. На борту судов находилось более 9 тысяч тонн мазута, из которых, по оценкам, около трети попало в воду (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 — Нефтяные пятна в акватории порта

В течение нескольких месяцев нефтепродукты выносило на пляжи Анапы и других курортов, что привело к загрязнению сотен километров побережья. Были собраны сотни тысяч тонн загрязнённого песка и грунта, утилизированы тысячи тонн мазутосодержащей жидкости. Ущерб от катастрофы оценивается

почти в 85 млрд. рублей.



Рисунок 2.9 — Последствия разлива нефти для представителей фауны загрязнённого участка

Из—за разлива погибли 210 птиц и как минимум 18 дельфинов (рисунок 2.9). В море собрали 25 тонн нефтесодержащей жидкости (рисунок 2.10) и установили 200 метров боновых заграждений, на побережье Анапы — более 21 тысячи тонн загрязнённого песка и грунта (15 тысяч из них вывезли).



Рисунок 2.10 — Работы по очистке грунта загрязненного нефтью

Как видно из рисунка одним из серьёзных последствий разлива стали отравление и гибель птиц и дельфинов. Кроме того, песок и вода оказались непригодными для отдыха, курортный сезон был осложнён.

В ночь на 16, 20 и 27 апреля, украинские дроны нанесли удар по нефтяной инфраструктуре Туапсе Краснодарского края. При этом падение обломков одного из сбитых аппаратов привело к пожару на территории нефтеперерабатывающего завода в городе.

В результате апрельских ударов и последовавших за ними пожаров произошел разлив нефтепродуктов в реку Туапсе и в акваторию Черного моря (рисунок 2.11). По оценкам экологов, масштабы загрязнения могут быть более значительными, чем катастрофа в Анапе после крушения танкеров в Керченском проливе (тогда вода была загрязнена мазутом).

Оперативный штаб Краснодарского края сообщил, что в ходе ликвидации последствий разлива удалось собрать и вывезти 8 тысяч кубометров загрязненного грунта и водомазутной смеси. Работы ведутся на трех участках: на территории морского терминала и самого НПЗ, по течению реки Туапсе и в ее устье, а также на береговой линии протяженностью около одного километра.



Рисунок 2.11 — Радиолокационное изображение после нефтеразлива в акватории порта Туапсе

Для защиты моря установлены боновые заграждения (рисунок 2.12), оборудована нефтеловушка, заградительная дамба, а к мониторингу акватории

привлечены пять судов Морспасслужбы.

Кандидат геолого—минералогических наук Сергей Якуцени отметил, что система самоочищения Черного моря способна справиться с углеводородами за месяц—два. Тем не менее он выразил недоумение по поводу того, что на реке не сумели вовремя поставить надежные боновые заграждения.

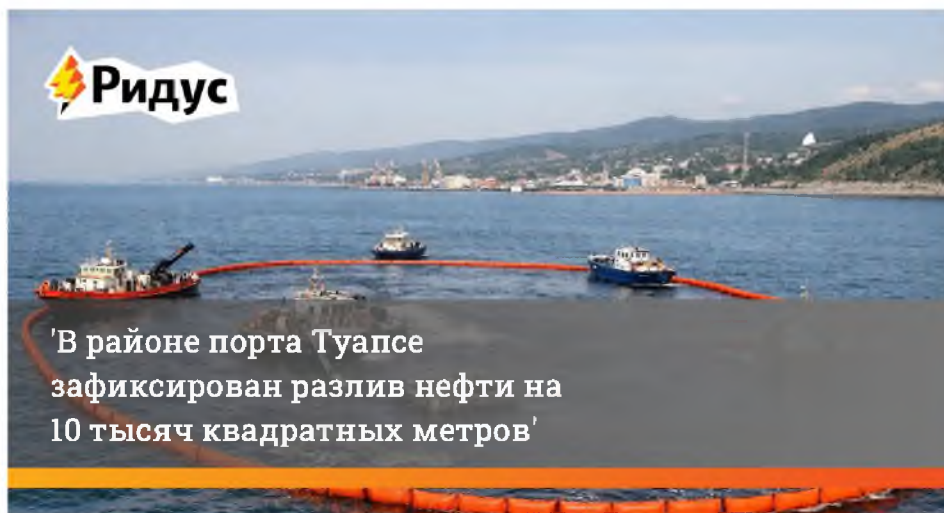


Рисунок 2.12 — Вид сверху разливов нефти в районе порта Туапсе

Член экологического совета при губернаторе Краснодарского края Вениамин Голубитченко предупредил: нефтепродукты будут вымываться из реки и разноситься течением к другим курортным зонам, так что загрязнение может проявляться еще 7–10 лет.



Рисунок 2.13 — Работа техники по изъятию грунта

Кроме того, в воздухе фиксировались превышения предельно допустимых концентраций бензола, ксилола и сажи в 2–3 раза, и такие

выбросы, по словам эксперта, способны накапливаться в биоте и попадать в пищевые цепочки. За неделю после аварии было собрано и вывезено 9 793 кубометра загрязненного грунта и водомазутной смеси (рисунок 2.13) (2 523 — за последние сутки). Эко—катастрофа в Туапсе хуже, чем в Анапе: последствия могут растянуться на 10 лет.

3 Совершенствование методов предотвращения разливов нефтепродуктов в море на нефтеперегрузочном комплексе в г. Туапсе

Рассмотрев основные методы бонопостановки, используемые на глубоководном причале 1А и 1Б, можно сделать вывод о том, что данные методы не совершенны и имеют ряд недостатков.

Полагаясь на опыт мировых зарубежных компаний в отрасли нефтепромышленности и современные технологии в сфере решения экологических проблем на нефтеперевалочных предприятиях, а также, изучив специфику расположения причалов, погодных условий и необходимость в быстрой локализации выбранного объекта, метод бонопостановки для глубоководного причала 1А и 1Б в г. Туапсе.



Рисунок 3.1 — Метод скорой локализации распространения разливов нефти

Новый метод бонопостановки, который решает основные проблемы, которые возникают при нынешних ситуациях. В основе метода лежит использование уникального оборудования в области ликвидации аварийного разлива нефтепродуктов. Кроме того, можно установить на причалах туапсинского нефтеперевалочного комплекса погружные самовсплывающие

боновые заграждения. Это разработка научно—производственного предприятия «Лессорб». ООО «Лессорб» образовано в 1994 году и является одной из первых компаний в России, вышедших на рынок оказания услуг в области ликвидации аварийных разливов нефти.

Материалом бона является двойной, армированный синтетической тканью неопрен, устойчивый к воздействию углеводородов, морской воды, микроорганизмов и ультрафиолета (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 — Погружной самовсплывающий бон БЗ—НВ

Боновые заграждения серии БЗ—НВ (всплывающие) предназначены для предотвращения растекания нефти и нефтепродуктов на водной поверхности. Заграждения находят применение как на внутренних водоемах (реки, озера), так и в морских условиях, особенно эффективна их работа при бункеровке судов в портах.

Принцип работы заграждения заключается в его стационарном расположении на дне водоема по линии локализации объекта. При приведении заграждений в рабочее состояние, оператор, управляя станцией, осуществляет подачу воздуха в поплавковые камеры секций заграждений, тем самым поднимая их на поверхность акватории. По окончании работ на заданном объекте, боновые заграждения опускают на дно, путем откачивания воздуха из камер поплавков.

Заграждения представляют собой отдельные секции с надувными поплавками. Секции сообщаются друг с другом посредством специального рукава, обеспечивающего поступление воздуха к поплавкам, рукав в свою очередь оснащен клапанами, обеспечивающими необходимую производительность при надуве их. На концах каждой секции заграждения установлены замки искробезопасного исполнения, обеспечивающие как надежное соединение секций между собой, так и выполняющие функцию подачи рукава из одной секции к другой. В нижней части бона расположена балластная цепь (таблица 3.1).

Уникальная запатентованная конструкция всплывающих боновых заграждений позволяет максимально оперативно локализовать требуемый объект.

Таблица 3.1— Эксплуатационные характеристики БЗ—НВ

Модель	Длина секции, м	Общая высота, мм	Высота надводной части, мм	Высота подводной части, мм	Вес погонного метра, кг
БЗ—*/400НВ	10—20	400	170	210	2,8
БЗ—*/500НВ	10—20	500	200	270	3,5
БЗ—*/600НВ	10—20	600	230	320	4
БЗ—*/700НВ	10—20	700	260	380	4,5
БЗ—*/800НВ	10—20	800	300	420	5,5
БЗ—*/900НВ	10—20	900	350	450	6
БЗ—*/1000НВ	10—20	1000	380	500	7
БЗ—*/1100НВ	10—20	1100	420	550	7,5

Максимальная глубина установки бонов до 50м. Время подъема 100 метров боновых заграждений на глубине 10 метров 4 минуты.

В комплект системы всплывающих боновых заграждений входит станция воздуходувка радиальная ВР 22—7000Э. Воздуходувка предназначена для накачки поплавковых камер бонов при установке боновых заграждений типа

БЗ—НВ.Изделие работоспособно при условиях эксплуатации в диапазоне температур от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$.Управление работой воздуходувки производится с блока управления.



Рисунок 3.3 — Станция воздуходувка радиальная ВР 22—7000Э

Воздуходувка состоит из электродвигателя, радиального вентилятора с клиноременным приводом, смонтированных на раме, установленной на колесном шасси. На выходном патрубке вентилятора установлена быстросъемная муфта типа «Camlock» для подсоединения нагнетательного рукава (рисунок 3.3).

Основной принцип работы заключается в стационарном размещении заграждений на дне водоема по периметру локализации объекта. Формирование линии установки заграждений осуществляется с помощью цепных оттяжек и донных якорей.

Боновые заграждения предназначены для предотвращения растекания нефти. Приобретение современных всплывающих бонов —это прежде всего вложение в безопасность своей отрасли и экологии в целом.

Погружные самовсплывающие боновые заграждения имеют свои особенности. Эти особенности вызваны тем, что боны устанавливаются под водой и необходимо учитывать подводные течения индивидуально в каждом случае установки. Неверная установка самовсплывающих погружных бонов может привести к поломке оборудования, запутыванию их под водой,

невозможность всплытия, быстрому изнашиванию, следовательно не выполняется функция их прямого назначения.

Год назад на глубоководный причал 1А и 1Б г. Туапсе установили самовсплывающие боновые заграждения. Изначально был неправильно выбран метод и место их постановки. Боны были установлены вдоль морской соединительной эстакады и далее вдоль причалов 1Б и 1А единой плетью. Длина которой составила около 900м. Станция для надувания бонов была установлена на берегу, вначале морской соединительной эстакады. Использовалась лишь одна станция для надува всей плети бонов.

Во время пробных запусков, оказалось, что мощности одной станции не хватает для надувания всей плети бонов, время надува всей плети бонов составило 2,5 часа. После погружения бонов под морской соединительной эстакадой, течением из реки Туапсе их занесло иловыми отложениями. Во время штормов, приливов и тягунов, боны, занесенные илом, сильно запутало. Это послужило причиной того, что боны не всплыли во время следующего запуска.



Рисунок 3.4 — Плавающие надводные боны в несколько рядов

Стационарные боны постоянной плавучести (рисунок 3.4) будут установлены вдоль морской соединительной эстакады. Длина этой плети будет составлять 220 метров. Для этой плети предполагается использовать боны

заградительные легкие морские (БЗ—ЛМ— бон заградительный легкий морской модели). Он предназначен для предотвращения растекания нефти и нефтепродуктов на поверхности водоёмов (море, река, озеро, канал, водохранилище) при аварийных разливах, и оперативного ограждения нефтеналивных судов. Заграждение представляет собой комплект, состоящий из отдельных усиленных секций.



Рисунок 3.5 — Боны модели БЗ—10/ЛМ

Модель специально разработана для осуществления бункеровки нефтеналивных судов в морских портах и терминалах (рисунок 3.5, таблица 3.2).

Таблица 3.2 — Эксплуатационные характеристики БЗ—ЛМ

Наименование параметра	БЗ— 10/400Л М	БЗ— 10/500Л М	БЗ— 10/600Л М	БЗ— 10/700Л М	БЗ— 10/800Л М	БЗ— 10/900Л М	БЗ— 10/1000Л М	БЗ— 10/1100Л М
Длина, м	10	10	10	10	10	10	10	10
Высота, м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
Ширина поплавковой камеры, м	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Высота надводной части, м	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32
Масса секции, кг	37	39	41	43	45	47	50	53

Продолжение таблицы 3.2

Предел прочности на разрыв, т	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
Срок службы, лет	3	3	3	3	3	3	3	3

Материал оболочки бона — Нефтестойкий материал ПВХ пл.850г/м².

Секция заграждения модели БЗ—10/ЛМ состоит из герметичной оболочки для поплавков, верхнего и нижнего силового элемента так же выполняющего роль балласта и замков. По желанию заказчика возможно изготовление бонов длиной 15м.

Оболочка изготовлена из материала ПВХ с повышенными прочностными характеристиками, стойкого к воздействию воды, нефти, нефтепродуктов, солнечной радиации и микроорганизмов. Герметичность оболочки поплавковой камеры достигается сваркой токами высокой частоты (ТВЧ).

Таким образом, от лёгкого бонового заграждения данная модель отличается следующим:

- произведена замена материала ПВХ на более прочный (850г/м²);
- полная герметичность поплавков — все поплавки со всех сторон проварены на установке ТВЧ;
- дополнительная проварка на установке ТВЧ места под верхний силовой элемент;
- применяются усиленные стропы для силовых элементов и карманов под элемент жёсткости;
- используются элементы жёсткости, не подвергающиеся коррозии;
- крепёж ответственных мест из нержавеющей стали.

На морскую соединительную эстакаду устанавливаются электролебедки для поднятия и опускания бонов или электрическую монтажную лебедку ЛМ—0.25. Величина развиваемого ими тягового усилия 250кг, канатоемкость 80 метров, а скорость намотки каната 15 метров за одну минуту. Габариты, мм: 570*600*350.

Электрические монтажные лебедки применяют для подъема, спуска и перемещения груза на промышленных предприятиях и строительных объектах. Монтажные лебедки классифицируются как промышленное оборудование. Такие электролебедки не только поднимают тяжелые грузы, но и могут их удерживать на весу продолжительное время. Кроме того, этот тип лебедок используется в качестве оборудования для комплектования грузоподъемных механизмов (рисунок 3.6).

Монтажно—тяговые лебедки не подвешиваются, а устанавливаются в горизонтальном положении на загрузочные рамы или фундамент.

Количество лебедок устанавливается из расчета 1 лебедка на 1 секцию бонов. Следовательно, необходимо установить 23 лебедки. Управления лебедками осуществляется на специальном модуле, расположенном на причале 1А рядом со станциями погружных бонов.



Рисунок 3.6 — Электрическая монтажная лебедка ЛМ—0.25

С помощью модуля управления лебедками, лебедки будут одновременно подниматься, не давая разрывную нагрузку на боны, тем самым значительно увеличив их срок службы. К лебедкам крепятся боны с помощью тросов. Высота морской эстакады от уровня моря составляет 7 метров. Длина тросов берется с запасом 5 метров от высоты морской эстакады. Таким образом необходимо 23 отрезка по 12 метров, всего 276 метров троса. Трос с боном

соединяется с помощью карабина, всего необходимо 23 карабина.

Предлагаемый мной метод бонопостановки заключается в следующем: при постановке одного или двух судов на причалы 1А, 1Б, осуществляется приведение заграждений, установленных вдоль причалов 1А, 1Б и от крайней опорной точки причала 1А до южного мола, в рабочее положение. Оператор, управляя станцией, осуществляет подачу воздуха в поплавковые камеры заграждения, поднимая тем самым эти камеры на поверхность акватории.

При погружении оператор, управляющий той же станцией, осуществляет откачку воздуха из камер, опуская заграждения на дно.

Время всплытия двух плетей составляет 52 минуты. Затем с пульта управления электролебедками оператор производит опускание плети боновых заграждений вдоль морской эстакады. Время опускания плети составляет 30 секунд. Таким образом, производится постановка боновых заграждений. Ориентировочное время локализации объекта 52 мин.



Рисунок 3.7 — Схема постановки боновых заграждений с использованием погружных самовсплывающих и постоянной плавучести, установленных с помощью лебедок

Одним из преимуществ данного метода является быстрая локализация объекта, тем самым сокращается общее время нахождения танкера на причале,

что в свою очередь позволит увеличить количество заправляемых судов и уменьшить общую очередь судов, ожидающих заправки (рисунок 3.7).

Не только быстрая скорость бонопостановки, но и быстрая скорость снятия бонов является одним из преимуществ данного метода. В случае ухудшения погодных условий бункеровку судна необходимо прекратить и вывести его в открытое море, т.к. во время шторма судно будет сильно бить о причал, что может повлечь за собой деформацию танкера, вплоть до его затопления. Так же сам танкер может нанести ущерб конструкции причалов и его инженерно—техническим сооружениям. Для вывода судна необходимо снять боновые заграждения, чтобы обеспечить беспрепятственный подход к судну буксирам — швартовщикам. Поэтому данный метод бонопостановки более совершенен.

Следующим преимуществом использования данного метода бонопостановки является его безопасность. Для осуществления всего процесса необходим только 1 оператор, который работает на берегу, не подвергая свою жизнь и здоровье опасности. Это позволяет более оперативно среагировать на нестандартные ситуации и обойтись без трудоемкого процесса установки бонов постоянной плавучести, а также освободить катер бонопостановщик, который не может использоваться в непогоду.

Полимерный материал, из которого изготовлены погружные боны, не оказывает негативного воздействия на состав морской воды и на ее обитателей. Так же морская вода, в свою очередь, не влияет на целостность материала. Прочная конструкция позволяет использовать это устройство в широком диапазоне метеоусловий. Достоинствавсплывающих бонов— это оперативность, круглогодичность, всепогодность, а также устойчивость их к ветру и волне.

Экономическая затраты.В деятельности каждого нефтяного терминала одной из самых затратных статей является обеспечение экологической безопасности. То решение, которое я предлагаю туапсинскому нефтеперевалочному комплексу позволит существенно снизить экологические

риски и сэкономить предприятию значительные денежные средства.

1. Первоначальная закупка боновых заграждений. Для данного метода необходимо закупить 1060 метровпогружныхбоновых заграждений. Цена одного метра 3000 рублей. Срок эксплуатации составляет 3 года.

Так же необходимы боны постоянной плавучести БЗ—ЛМ длиной 220 метров. Цена одного метра 1500 рублей. Срок эксплуатации так же 3 года.

Таким образом, получаем:

$$С_{\text{бон.мес.}}=(L_{\text{погруж.бон}}*V_{\text{погруж.бон}})+(L_{\text{плав.бон.}}*V_{\text{плав.бон}})/36, \quad (1)$$

где $С_{\text{бон.мес.}}$ – среднемесячный расход на боны,

$L_{\text{погруж.бон}}$ – длина погружных бонов, используемых в бонопостановке,

$V_{\text{погруж.бон.}}$ – цена одного метра погружных бонов,

$L_{\text{плав.бон.}}$ – длина бонов постоянной плавучести, используемых в бонопостановке,

$V_{\text{плав.бон.}}$ – цена одного метра бонов постоянной плавучести.

$$С_{\text{бон.мес.}}=(1060*3000,00)+(220*1500,00)/36=97500,00 \text{ руб.}$$

2. Для установки погружных боновых заграждений необходимо вспомогательное оборудование, такое как донные якоря, цепи и специальные карабины. Для установки бонов постоянной плавучести используются троса и так же специальные карабины.

Цена одно донного якоря 2000,00 руб. Всего необходимо 106 штук. Цена одного метра цепи 200,00 руб. Всего необходимо 2150 метров. Цена одного карабина 50 руб. Всего необходимо 250 штук. Цена одного метра троса 120 рублей. Всего необходимо 300 метров.Срок эксплуатации всего вспомогательного оборудования составляет 3 года.

Получаем:

$$К_{\text{всп.об.мес.}}=(Y*y)+(I*i)+(J*j)+(G*g)/36, \quad (2)$$

Где $К_{\text{всп.об.мес.}}$ – среднемесячный расход на вспомогательное оборудование,

Y – необходимое количество донных якорей,

y – цена одного донного якоря,

I – необходимый метраж цепи,

i – цена одного метра цепи,

J – необходимое количество карабинов,

j – цена одного карабина

G – необходимый метраж троса,

g – цена одного метра троса

$K_{\text{всп.об.мес.}} = (106 \cdot 2000,00) + (2150 \cdot 200,00) + (250 \cdot 50,00) + (300 \cdot 120) / 36 = 19181,00$ руб.

3. Станция воздуходувка. Стоимость одной станции воздуходувки радиальной ВР 22—7000Э составляет 85500,00 руб. Для использования метода необходимо 2 станции. Эксплуатационный срок службы станции воздуходувки, согласно паспортным данным, составляет 5 лет. Получаем:

$$S_{\text{возд.мес.}} = N_{\text{возд.}} \cdot 2 / 60, \quad (3)$$

Где $S_{\text{возд.мес.}}$ – цена воздуходувки в месяц

$N_{\text{возд.}}$ – цена одной воздуходувки.

$$S_{\text{возд.мес.}} = 85500,00 \cdot 2 / 60 = 2850,00 \text{ руб.}$$

4. Электрические лебедки. Необходимо использовать 23 электрические лебедки ЛМ—0.25. Цена одной лебедки 35000,00 руб. Эксплуатационный срок службы 5 лет. Получаем:

$$W_{\text{л.мес.}} = G_{\text{л.}} \cdot P / 60 \quad (4)$$

где $W_{\text{л.мес.}}$ – цена необходимого количества лебедок для бонопостановки в месяц,

$G_{\text{л.}}$ – цена одной лебедки,

P – количество лебедок, необходимое для бонопостановки.

$$W_{\text{л.мес.}} = 35000,00 \cdot 23 / 60 = 13417,00 \text{ руб.}$$

5. Монтажные работы. Работы по установке погружных бонов проводятся фирмой поставщиком оборудования бесплатно. После выполнения установочных работ, бонны находятся на гарантийном обслуживании сроком 3 года, в течение которого, при возникновении неполадок производятся наладочные работы бесплатно.

Стоимость монтажа 1 лебедки составляет 3000,00 руб. Всего необходимо установить 23 лебедки. Организация, выполняющая монтажные работы, дает гарантийный срок 2 года, в течение которого, при возникновении неполадок производит наладочные работы бесплатно.

Получаем:

$$R_{\text{раб.мес.}} = (R_{\text{л.}} * F) / 24, \quad (5)$$

где $R_{\text{раб.мес.}}$ – среднемесячные затраты на монтаж бонов,

$R_{\text{л.}}$ – количество лебедок, необходимое для бонопостановки,

F – цена установки одной лебедки.

$$R_{\text{раб.мес.}} = (23 * 3000,00) / 24 = 2875,00 \text{ руб.}$$

6. Заработная плата. При использовании нового метода бонопостановки необходим всего лишь 1 человек, обученный для работы со станцией воздуходувкой и модулем электрических лебедок.

Исходя из этого, можно посчитать общую стоимость среднемесячных затрат на новый метод постановки боновых заграждений (таблица 3.3).

Таблица 3.3 — Сумма ежемесячных расходов на бонопостановку

Наименование расходов	Стоимость, руб.
Боновые заграждения	97500,00
Вспомогательное оборудование	19181,00
Станции воздуходувки	2850,00
Электрические лебедки	13417,00
Монтажные работы	2875,00
Заработная плата	25000,00
Итого	160823,00

Сравним расходы, используемые на новый метод и на старые методы (таблица 3.4).

Для квалифицированного специалиста средняя зарплата в г. Туапсе составляет 20000,00 рублей, так как для всей работы необходим только 1 человек, то можно увеличить заработную плату до 25000,00 руб.

Таблица 3.4 — Сравнение среднемесячных расходов на бонопостановки

Наименование расходов	Расходы в месяц, при существующих методах бонопостановки, руб.	Расходы в месяц, при новом методе бонопостановки, руб.
ГСМ	185500,00	_____
Вспомогательное оборудование	10000,00	19181,00
Боновые заграждения	136111,00	97500,00
Заработная плата команде	92500,00	25000,00
Заработная плата	20000,00	_____
Запчасти для катера	5000,00	_____
Спецодежда	21209,00	_____
Станции воздухоудвки	_____	2850,00
Электрические лебедки	_____	13417,00
Монтажные работы	_____	2875,00
Итого	470320,00	160823,00
Разница	309497,00	

Полученная разность в расходах, появилась за счет сокращения до минимума трудозатрат, оптимизации процесса бонопостановки, а также использования современных технологий [23, с. 57].

Процесс погрузки нефти на танкер невозможен без соблюдения правил экологической безопасности, которые, прежде всего, направлены на предотвращение разливов нефти и нефтепродуктов в акватории порта. Поэтому перед началом погрузочных работ вокруг танкера всегда разворачиваются боновые заграждения [14, с. 32].

Они выставляются после швартовки танкера на причал 1а или 1б. Для этого на погрузочном комплексе ОАО «НК–Роснефть» используют боновые заграждения марки БППЦ—600 (рисунок 3.8). БППЦ—600 предназначены для

защиты от разливов нефти в береговой зоне рек и озер, в акваториях портов и заболоченной местности.



Рисунок 3.8 — Боновые заграждения БППЦ—600

Конструкция БППЦ—600. Бонн состоит из цилиндрической плавучей части вверху и юбки внизу. Юбка предназначена для четкого очерчивания рельефа дна, что позволяет наилучшим образом защищать берега от загрязнения.

Таблица 3.5 — Технические характеристики бонов БППЦ—600

Длина секции	10 м
Общая высота бона	600мм
Диаметр надводной части	160 мм
Высота подводной части	350 мм
Материал	Водонепроницаемый нефтехимстойкий полиэстер с двухсторонним ПВХ покрытием, стоек к морской воде и ультрафиолету, сертифицирован
Цвет	желтый

Конструкция данных боновых заграждений позволяет использовать их не

только для оперативной локализации разлива нефти и нефтепродуктов, но и для надежного предотвращения проникновения загрязняющих веществ в береговой зоне. БППЦ—600 сертифицированы Российским Морским Регистром Судоходства и Российским Речным Регистром (таблицы 3.5—3.6).

Таблица 3.6 —Условия эксплуатации бонов БППЦ—600

Волнение моря	До 3—х баллов
Скорость ветра	не более 20м/сек
Скорость течения	не более 4—х узлов
Температура воздуха:	от —30°С до +65°С
Количество секций, буксируемых в одной нитке	не более 20шт.
Скорость буксировки по водной поверхности	не более 4 узлов
Высота удерживаемого слоя нефти	100 мм
Максимально допустимая разрывная нагрузка	2,5 тонны

Для выполнения бонопостановки на глубоководных причалах 1а и 1б необходимо 1500 метров боновых заграждений. Срок службы с момента приобретения БПП—600 при использовании их в морских условиях составляет 1 год.



Рисунок 3.9 —Метод постановки боновых заграждений в виде кольцевания

Боновые заграждения устанавливаются с помощью катера—

бонопостановщика, который представляет собой моторную лодку «Касатка—710», оборудованную двухсотсильным мотором Yamaha 200AETX, и экипажем не менее 4 человек, и одного рабочего на причале для подвязывания оттяжек со стороны берега.

Метод постановки боновых заграждений в виде кольцевания (рисунок 3.9).

При постановке танкеров на причалы 1А и 1Б одновременно, используется способ постановки боновых заграждений по периметру (рисунок 3.10).

В этом случае боновые заграждения устанавливаются от южного мола к началу причала 1Б (220 м) вдоль морской соединительной эстакады, с установкой оттяжек для дополнительной фиксации плети. Далее от начала причала 1Б до крайней швартовой точки причала 1А (600 м), после чего от крайней швартовой точки причала 1А периметр замыкается к Южному молу (460 м), так же с установкой якорей—оттяжек. Этот метод постановки бонов используется при штиле, так как растекание нефти на воде в безветренную погоду будет происходить по всем направлениям [10, с. 27].

Приблизительное время такой постановки боновых заграждений 5—7 часов.

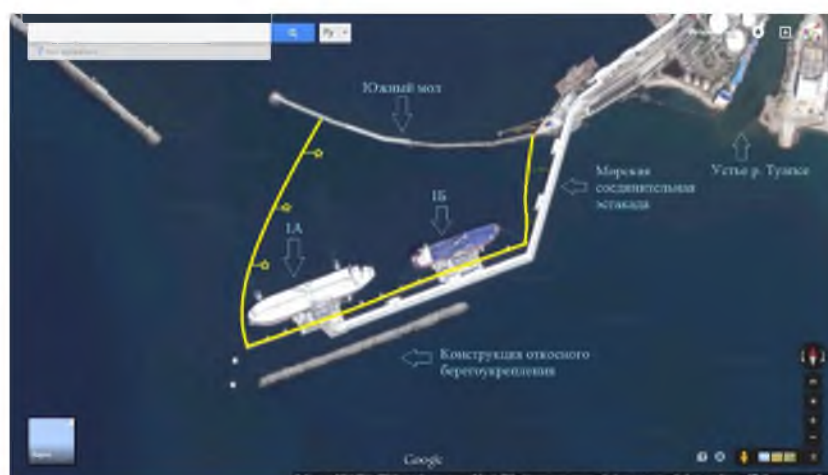


Рисунок 3.10 — Способ постановки боновых заграждений по периметру

При юго—западном направлении ветра используется метод постановки

боновых заграждений в виде ловушки. В таком случае боновые заграждения устанавливаются от южного мола к началу причала 1Б (220 м) вдоль морской соединительной эстакады, далее от начала причала 1Б до крайней швартовой точки причала 1А (600 м). Этот метод используется только при юго—западном направлении ветра. В случае аварийного разлива нефтепродукт будет скапливаться в районе морской соединительной эстакады. Отсутствие плети между причалом 1а и южным молот способствует быстрому и беспрепятственному подходу к нефтяному пятну и ликвидации разлива.

Приблизительное время такой постановки боновых заграждений 3—5 часов, в зависимости от погодных условий.

При северо—восточном направлении ветра так же используется метод постановки боновых заграждений в виде ловушки. Но в этом случае боновые заграждения устанавливаются от южного мола к началу причала 1А (460 м), далее от крайней опорной точки причала 1А до причала 1Б (600 м). Этот метод используется только при данном направлении ветра. В случае аварийного разлива нефтепродукт будет скапливаться в районе входа судов в порт вдоль боновых заграждений, установленных от южного мола к началу причала 1а. При данной постановке боновых заграждений нефтепродукт собирается со стороны входа в порт (рисунок 3.11).



Рисунок 3.11— Метод постановки боновых заграждений в виде ловушки

Основные проблемы, возникающие при используемых методах бонопостановок. К основным проблемам постановки боновых заграждений на глубоководном причале ОАО НК «Роснефть» можно отнести:

- ❑ сложность постановки в плохие погодные условия,
- ❑ длительное время постановки боновых заграждений,
- ❑ высокая экономическая затрата,
- ❑ не безопасность метода [2, с. 15].

В силу частых изменений погодных условий возникает множество трудностей, что влечет за собой больших затрат сил и средств, а так же времени при снятии боновых заграждений. Особенно эта ситуация обостряется в осеннее—зимний период, когда в Туапсе наступает время сильных ветров и штормов. Волнение моря нередко доходят до 5 баллов.

В случае сильного волнения снятие боновых заграждений не представляется возможным, потому что к ним невозможно безопасно подойти и отбуксировать в порт. Это влечет за собой их разрыв и повреждение. Дальнейшее использование порванных секций не представляется возможным, что влечет за собой замену и дополнительные экономические затраты (рисунок 2.8).

Первоначальная закупка боновых заграждений в количестве 1300 метров на 3 года составляет 1300000,00 руб., при эксплуатации и замене непригодных секций средний дополнительный ежемесячный расход составляет порядка 100 метров. Один метр стоимости боновых заграждений составляет 1000 руб.

Заключение

С финансовой точки зрения необходимо разрабатывать методы борьбы с последствиями от нефтяных загрязнений, такая деятельность экономически обоснована. Сегодня в России добывается ежегодно около 400 млн. т. нефти, из которых от 1,5 % до 10 % теряется при добыче и транспортировке. Это составляет 4,5 % млн. т. за год. Если в результате работ по ликвидации последствий нефтяных разливов удастся вернуть в производство хотя бы малую часть от теряемой сейчас нефти, то реальный экономический эффект будет значительно выше, чем затраты на ее проведение.

Из всего выше сказанного ясно, что предотвращение аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в морских акваториях является актуальной задачей.

Для нашего глубоководного причала приобретение боновых заграждений «Лессорб» означает не только номинальное выполнения ряда технических мероприятий, которые определены законодательством и нормативно технической документацией, но и осознание меры ответственности перед окружающей средой и стремление к тому, чтобы безопасность нашего объекта отражалась не только на бумаге, но и имела практическое выражение.

ООО «Лессорб» — это отечественный производитель, который использует российское сырье и комплектующие, поэтому средства, вложенные в оборудование, пойдут на работу различных отраслей и промышленности нашей страны.

Технология всплывающих бонов существенно проявит себя в осенне—зимний период, когда в наш город войдут ветры и штормы.

Проанализировав работу, можно сделать следующие выводы:

1. Нефтяное загрязнение, обусловленное аварией, отличается от многих других техногенных воздействий тем, что оно дает не постепенную, а, как правило, «залповую» нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию. Механизм самовосстановления экосистемы после нефтяного загрязнения достаточно сложен и занимает много времени (более 10—25 лет);

2. Прогнозные оценки разливов нефти на перегрузочных терминалах показывают следующее:

- при известном мировом объеме разливов при перегрузочных операциях (39 тыс. тонн), и общем объеме перегруженной нефти (2 млрд. 8 млн. 460 тыс. тонн) вероятность разлива одной перегружаемой тонны нефти за год равна величине 0,000019;

- опыт эксплуатации нефтетерминалов свидетельствует, что разгрузка танкеров с позиций разливов нефти менее опасна, чем погрузка, и частота (количество) разливов соотносятся как 1/3 и 2/3, соответственно;

- существующие методики позволяют выполнять прогнозные оценки разливов нефти на терминалах для условий различных грузооборотов. Например, для глубоководного нефтеналивного терминала в г. Туапсе с грузооборотом 1 млн. тонн в месяц, один разлив объемом до 7 тонн можно ожидать каждые пять лет;

3. Морской перегрузочный комплекс ОАО «НК—Роснефть» можно охарактеризовать как соответствующий современным нормам безопасности при перевалке нефтепродуктов;

4. Существующий в настоящее время метод постановки бонов имеет ряд недостатков:

- сложность проведения работ при неблагоприятных погодных условиях (ветер, шторм, тягун);

- длительность установки бонов;

- высокие экономические затраты;

- опасность для здоровья персонала;

5. В работе предложен более совершенный метод бонопостановки, имеющий следующие преимущества:

- использование бонов при любых погодных условиях;

- существенное сокращение времени их постановки;

- отсутствие опасности для здоровья и жизни персонала;

6. Усовершенствованный метод постановки бонов позволит экономить

ежемесячно 309,5 тысяч рублей по сравнению с существующим в настоящее время;

7. Экономические затраты на более совершенный метод бонопостановки не превышают 4 млн. рублей. При учете ежемесячной экономии, метод окупиться за год.

Мероприятия и рекомендации: на основании проведенных исследований можно рекомендовать внедрение усовершенствованного метода постановки бонов для защиты акватории порта от загрязнения нефтепродуктами при перевалке на глубоководном терминале.

Список литературы

1. ISGOTT – Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов. Пятое издание. – СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 1998. – 104 с.
2. Ахметова, Т.И., Мухутдинова, Т.З., Мухутдинов, А.А. Проблемы аналитического контроля объектов окружающей среды в районе расположения нефтехимических производств. // Экология и промышленность России. – 2001. — №4. — С.31—39.
3. Безопасность России. Энергетическая безопасность (Нефтяной комплекс России). /Авторский коллектив. — М.: МГФ «Знание», 2000. — 432 с.
4. Владимиров, А.М., Ляхин, Ю.И. и др. Охрана окружающей среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 260 с.
5. Владимиров, В.А., Измалков, В.И. Катастрофы и экология. – М.: Контакт—Культура, 2000. — 380 с.
6. Вылкован, А.И., Венцюлис Л.С., Зайцев, В.М., Филатов, В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно—практическое пособие. — СПб.: Центр—Техинформ, 2000. – 154 с.
7. Гвоздилов, В.К., Захаров, В.М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах: Справочное пособие. — Ростов—на—Дону, 1996. – 150 с.
8. Герлах, С.А. Загрязнение морей. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 254 с.
9. Гриценко, А.И., Аكوпова, Г.С., Максимов, В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
10. Гурвич. Л.М. Нефтяное загрязнение гидросферы. – М.: Недра, 1997. – 140 с.
11. Дмитренко, А. В., Черняев, А. В. Особенности построения систем знаний для автоматизации экологического мониторинга. Труды второй Межд.

НТК // «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно—транспортных комплексов». — 2005. — №1. — С. 288—291.

12. Ерцев, Г.Н., Баренбойм, Г.М., Таскаев, А.И. Опыт ликвидации аварийных разливов нефти в Усинском районе Республики Коми. — Сыктывкар, 2000. — 183 с.

13. Забела, К.А., Красков, В.А., Москвич, В.М., Сощенко, А.Е. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград. — М.: Недра—Бизнесцентр, 2001. — 234 с.

14. Интернет—ресурс infotechflex.ru. [Электронный ресурс]. URL: <http://infotechflex.ru> (дата обращения 14.12.2014).

15. Каблов, В.Ф., Иощенко, Ю.П. Проблема сбора нефти и нефтепродуктов при аварийных разливах // Фундаментальные исследования. — 2004. — № 6. — С. 64—65.

16. Куценко, В., Данилина, А. Российские нефтяники и газовики все еще гробят природную среду, но уже задумчиво. // Зеленый мир. — 1997. — №15. — С. 57—61.

Ликвидация аварийных разливов нефти: учеб. пособие /И.И. Кулакова, Г.В. Лисичкин; под ред. А.В. Анисимова и В.Н. Матвеевко. — Москва: Изд—во МГУ, 2022. — 82 с.

17. Лосев, К.С., Горшков, В.Г., Кондратьев, В.А. и др. Проблемы экологии России. — М.: ВИНТИ, 1993. — 229 с.

18. Международная конвенция по предотвращению загрязнения морской окружающей среды 1973 года, измененная Протоколом 1978 года. Сводное издание 2002 года с поправками. — Лондон: ИМО, 2003. — 603с.

19. Мещеряков, С.В. Проблемы экологии в топливно—энергетическом комплексе России. // Химия и технология топлив и масел. — 2000. — № 2. — С.12—14.

20. Океанология. Химия океана /под редакцией Борлдовского, О.К., Иваненкова, В.Н. — М.: Наука, 2001. — 456 с.

21. Официальный Интернет—сайт Международной федерации

владельцев танкеров ITOPF. International Tanker Owners Pollution Federation Limited. ITOPF official web—site. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.itopf.com> (дата обращения 25.02.2015)

22. Перенага, О.П., Давыдова, С. Л. Экологические проблемы химии нефти. // Нефтехимия. —1990. — №1. — С. 15—19.

23. План по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в морских портах Новороссийск, Геленджик, Анапа ФГУ «Администрация морского порта Новороссийск». — Новороссийск: Центр «КРИМАС» ФГОУ ВПО «МГА имени адмирала Ф.Ф.Ушакова», 2009. — 130 с.

24. Проблемы совершенствования системы борьбы с разливами нефти на Дальнем Востоке: Материалы регионального научно—практического семинара. — Владивосток: ДВГМА, 1999. — 159 с.

25. Слащева, А.В. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1997. — вып.9. — С.54—59.