IPIECA

International Association of Oil & Gas Producers

Ликвидация: наземных разливов нефти

Методическое руководство для персонала, отвечающего за управление и ликвидацию чрезвычайных ситуаций

IPIECA

Международная ассоциация представителей нефтегазовой отрасли по охране окружающей среды и социальным вопросам

14th Floor, City Tower, 40 Basinghall Street, London EC2V 5DE, United Kingdom (Великобритания)
Тел.: +44 (0)20 7633 2388 Факс: +44 (0)20 7633 2389
Эл. почта: info@ipieca.org Веб-сайт: www.ipieca.org

International Association of Oil & Gas Producers

Международная ассоциация производителей нефти и газа

Юридический адрес
14th Floor, City Tower, 40 Basinghall Street, London EC2V 5DE, United Kingdom (Великобритания)
Тел.: +44 (0)20 3763 9700 Факс: +44 (0)20 3763 9701
Эл. почта: reception@iogp.org Веб-сайт: www.iogp.org

Офис в Брюсселе
Boulevard du Souverain 165, 4th Floor, B-1160 Brussels, Belgium (Бельгия)
Тел.: +32 (0) 2 566 9150 Факс: +32 (0) 2 566 9159
Эл. почта: reception@iogp.org

Офис в Хьюстоне
10777 Westheimer Road, Suite 1100, Houston, Texas 77042, United States (Соединенные Штаты Америки)
Тел.: +1 (713) 470 0315 Эл. почта: reception@iogp.org

Отчет IOGP № 514

Дата публикации: 2015

© IPIECA-IOGP 2015. Все права защищены.
Репродукция, сохранение в системах поиска или передача любой части данной публикации, в любой форме или с использованием любого рода средств связи, будь то электронные, механические, копировальные, записывающие или другие, без предварительного письменного разрешения IPIECA запрещены.

Заявление об ограничении ответственности
Несмотря на все усилия, предпринятые для обеспечения точности информации, содержащейся в данной публикации, ни IPIECA, ни IOGP, ни их прошлые, настоящие или будущие члены не гарантируют ее точность и не несут ответственности за любое предполагаемое или не предполагаемое использование данной публикации, вне зависимости от возможных случаев небрежности. Следовательно, получатель может использовать эту публикацию на свой собственный риск на основании того, что такое использование предполагает согласие с условиями данного отказа от ответственности. Информация, приведенная в этой публикации, не является профессиональной консультацией и ни IPIECA, ни IOGP, ни их члены не несут никакой ответственности за последствия правильного или неправильного использования данной документации. Этот документ может служить руководством, дополняющим местное законодательство. Тем не менее, никакая часть этого документа не может заменить, изменить или отменить вышеупомянутые требования или каким-либо другим образом отступить от них. При любых конфликтах или противоречиях между положениями настоящего документа и местным законодательством преимущественную силу имеет действующее законодательство.

Ликвидация: наземных разливов нефти

Методическое руководство для персонала, отвечающего за управление и ликвидацию чрезвычайных ситуаций

Фотографии на обложке любезно предоставили следующие организации: слева: BP; в центре: Веб-сайт U.S. EPA OSC; справа: USCG, 2005

Предисловие

Данная публикация является частью серии практических рекомендаций IPIECA-IOGP, в которой обобщаются текущие представления о действующих подходах к обеспечению готовности к разливам и их ликвидации. Серия методических руководств содействует объединению и согласованию имеющихся в отрасли практических подходов и процессов, информированию заинтересованных сторон и является средством повышения осведомленности и знаний.

Серия методических руководств представляет собой обновленный вариант известной «Серии отчетов по разливам нефти» IPIECA, издаваемой в 1990–2008 годах. В ней рассматриваются вопросы, которые широко применяются как в поисково-разведочных работах, так и на производстве, а также при отгрузке и транспортировании.

Изменения внесены в рамках совместного отраслевого проекта по вопросам ликвидации разливов нефти IOGP-IPIECA (JIP). Проект JIP был разработан в 2011 году в связи с появлением возможности изучения вопросов обеспечения готовности к разливам нефти и их ликвидации по итогам ликвидации инцидента в Мексиканском заливе в апреле 2010 года.

Примечание о практических рекомендациях

«Методическое руководство» в этом контексте является изложением признанных международным сообществом руководящих принципов, подходов и процедур, которые позволят нефтегазовой промышленности обеспечить надлежащий уровень здоровья персонала, безопасности и экологической эффективности.

Практические рекомендации в конкретной области изменяются по мере появления новых достижений в технологиях, практическом опыте и научном понимании, а также по мере изменений в политической и социальной среде.

Содержание

Предисловие 2

Введение 4

Поведение нефти и выветривание 5

Процессы выветривания 5

Движение 5

Испарение 5

Растворение 6

Естественное диспергирование 6

Эмульгирование 6

Фотоокисление 6

Заиление 6

Биоразложение 7

Осаждение 7

Наземные разливы 7

Водная среда континента 8

Экологические последствия 9

Чувствительность 11

Социально-экономические последствия 11

Питьевая вода и отбор промышленной воды 11

Нарушение транспортного движения 12

Переселение населения 12

Управление ликвидационной операцией 13

План обеспечения безопасности и охраны здоровья 15

Анализ суммарной экологической выгоды (АСЭВ) 15

Методы ликвидации разливов нефти 17

Локализация и сбор 17

Разливы на снегу и льду 21

Сорбенты 21

Отвердители 22

Контролируемое сжигание нефти на месте разлива 22

Очистка/обработка береговой линии 24

Оценка береговой линии 24

Варианты реагирования 24

Поверхностная мойка и средства для очистки берегов 27

Биоразложение 28

Затонувшая нефть 29

Выводы 30

Дополнительная литература 31

От авторов 32

Введение

Самые крупные и известные нефтяные разливы происходили в морской среде. Тем не менее, на суше произошло не меньше разливов. Большинство классических методов ликвидации разливов нефти изначально были разработаны для применения в открытом море и на берегу. Хотя некоторые основные принципы разливов нефти схожи вне зависимости от места разлива, для применения на суше методы ликвидации разливов необходимо подвергнуть некоторой адаптации. Задачей этого методического руководства является предоставление краткого обзора континентальной ликвидации нефтяных разливов, описание общих свойств с ликвидацией разливов на море, а также определение уникальных проблем, связанных с континентальными разливами.

Документ описывает фазу ликвидации наземных инцидентов, когда предпринимаются действия по обеспечению безопасности, минимизации непосредственного распространения и угроз разлива нефти, а также развертыванию оборудования для очистки разлитой нефти. Основное внимание уделяется разливам в водной среде, хотя здесь также представлена и некоторая информация о близлежащей наземной среде. Документ не затрагивает возможные действия по восстановлению, которые можно предпринять при загрязнении нефтью почвы или грунтовых вод.

С точки зрения этого документа водная среда континента включает реки, потоки, озера, водоемы, заболоченные места, эстуариевые водоемы и связанные с ними побережья и береговые линии.

За исключением редких крупных нефтяных разливов, в основном инциденты происходят в наземных местах обитания, относящихся к морским прибрежным и морским средам обитания. Зачастую наземные разливы ассоциируются с легкими нефтепродуктами, хотя почти половина происшествий включала разливы и сырой нефти. В целом, большая часть наземных разливов происходит на стационарных объектах, а не при транспортировке, и одной из самых частых причин является разрыв трубопровода.

В начале этого руководства описываются процессы выветривания, поведение нефти и последствия разливов. Также уделяется внимание социально-экономическим последствиям; далее описываются вопросы управления ликвидационной операцией и методы очистки.

Поведение нефти и выветривание

Сырая нефть состоит из большого числа отдельных химических соединений. Почти все из них являются углеводородами, состоящими только из водорода и углерода. Углеводороды можно классифицировать по молекулярной массе или длине углеродной цепи; большинство углеводородов в сырой нефти содержит 5–35 атомов углерода.

Категории углеводородов:

- парафины (алканы) — состоят из насыщенных углеродных цепей без двойных связей;
- олефины (алкены) — состоят из углеродных цепей как минимум с одной двойной связью;
- нафтены (циклоалканы) — состоят из углеродных колец, включающих до четырех колец в одном соединении;
- ароматические углеводороды — состоят из одного или нескольких насыщенных углеродных колец с чередующимися двойными связями.

Относительные пропорции этих химических соединений отличаются в зависимости от типов сырой нефти; кроме того, ими определяется ряд физических свойств сырой нефти. Большая часть углеводородов в большинстве типов сырой нефти является алканами и циклоалканами, при этом они могут быть летучими и нелетучими жидкостями или твердыми веществами (воском), в зависимости от их размера (числа атомов углерода) и преобладающей температуры. Нефтепродукты представляют собой различные фракции нефти, полученные в результате переработки сырой нефти.

Легкие ароматические соединения с одним кольцом являются самыми токсичными нефтяными соединениями; они состоят из бензола, толуола, этилбензола и ксилолов (БТЭК). Ароматические углеводороды с двумя или более кольцами также называются полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), большинство из которых также является токсичными. Примеры: нафталин (два кольца), антрацен (три кольца) и бензо(а)пирен (пять колец). Самые крупные ароматические соединения также называются асфальтенами. В состав этих соединений могут входить производные от серы, кислорода и азота, а также незначительные количества металлов.

Процессы выветривания

На разлитую нефть оказывают влияние природные процессы, которые преобразуют (выветривают) ее, изменяя свойства распространения и поведение. Ниже приведена сводка по процессам выветривания, воздействующим на нефть в водяной среде.

Движение

Жидкая нефть распространяется по воде, образуя очень тонкую пленку со средней толщиной около 0,1 мм. Тем не менее, ее толщина может варьироваться от 1–2 мм в случае густой нефти до 0,1 мкм в случае с нефтяной пленкой в открытой воде. Нефть с низкой вязкостью распространяется быстрее, чем густая нефть. Это значит, что легкие нефтепродукты будут распространяться быстрее, чем сырая нефть. В зависимости от места и объема разлива, распространение может быть ограничено доступной площадью поверхности. Потоки ветра и воды могут разделять нефть по мере ее распространения, а в реках с быстрым течением перемещение может происходить достаточно быстро. В небольших водоемах нефть быстро оседает, а благодаря небольшим размерам нефть обычно легче найти и собрать.

Испарение

Небольшие легкие углеводороды (количество атомов обычно меньше 12) могут испаряться при естественных условиях окружающей среды. Этот процесс зависит от температуры, и в первые дни или часы после разлива могут испаряться достаточно большие объемы бензина, легкой нефти и легкого дистиллятного топлива. Тяжелые углеводороды в сырой нефти и тяжелое топливо испаряются гораздо

хуже, поэтому по сравнению с количеством разлитой нефти объемы испарений могут оказаться незначительными. В первое время после разлива легкой или средней нефти концентрации паров могут быть достаточно высокими, представляя опасность для здоровья и возгорания. Остатки нефти после испарения становятся более вязкими, что может создать дополнительные трудности для очистки.

Растворение

Некоторые углеводороды могут растворяться в воде. Тем не менее, в случае с сырой нефтью раствориться может только менее 1%, а большая часть растворенных углеводородов представляет собой легкие ароматические соединения и полярные вещества, содержащие кислород, серу и азот. Эти соединения являются высоколетучими и скорее испаряются, чем остаются в воде. Растворимость нефти в свежей воде выше по сравнению с растворимостью в морской воде. Кроме того, она повышается при повышении концентраций растворенных органических веществ.

Естественное диспергирование

Энергия волн и течений ведет к образованию небольших капель нефти в толще воды. Большая часть из этих капель имеет достаточно большие размеры, чтобы всплыть. В связи этим, обычно только небольшой процент нефти подвергается естественному диспергированию, хотя было несколько случаев морских разливов во время штормов, когда из-за сильного ветра и волн практически вся разлитая нефть была диспергирована естественным образом. Такие условия редко встречаются на внутриматериковых озерах.

Эмульгирование

Естественным образом диспергированные капли нефти, которые возвращаются на поверхность, могут собирать воду в поверхностном слое нефти, образуя эмульсию воды в нефти. Эмульгирование значительно повышает вязкость разлитой нефти, что усложняет ее сбор. Эмульгированная нефть также менее подвержена процессам выветривания, таким как испарение, диспергирование и биоразложение. Эмульсия может включать до 80% воды, из-за чего объемы нефтяного загрязнения могут увеличиваться в 4-5 раз. Формирование стабильной (постоянной) эмульсии требует наличия тяжелых компонентов, таких как асфальтены и смолы. В связи с этим многие виды легких нефтепродуктов (бензин и легкое топливо) не подвержены эмульгированию или образуют нестабильные эмульсии (непостоянные). Процесс эмульгирования играет важную роль в выветривании морских разливов сырой и тяжелой нефти, так как энергия океана чрезвычайно высока и обеспечивает эффективное смешивание воды с нефтью. Эмульгирование менее вероятно в пресной воде, даже при разливах тяжелой нефти, так как в таких местах энергии смешивания обычно недостаточно для образования стабильной эмульсии, как на море.

Фотоокисление

Солнечный свет окисляет нефть. Этот процесс наблюдается в отношении менее чем 1% разлитой нефти и с течением времени ведет к образованию сероватого оттенка на сильно выветрившейся черной нефти. Кроме того, из-за данного процесса окисленные компоненты становятся более растворимыми.

Заиление

Нефть может прилипать к твердым компонентам в воде. В водах с высоким содержанием илистых отложений разлитая нефть может прикрепляться к взвешенным отложениям, обретая нейтральную плавучесть в толще воде и/или оседая на дно. Особо мелкие частицы, например глины, могут соединяться с нефтью, образуя платформу для микробов, ускоряющих биоразложение нефти. Заиление может иметь достаточно большой размах, если нефтяной разлив происходит во время затопления, когда,

и в воде содержится высокий уровень взвешенных твердых частиц. Во время некоторых разливов наблюдалось резкое уменьшение поверхностных объемов нефти из-за этого процесса.

Биоразложение

Микробы используют разлитую нефти в качестве пищи и разлагают соединения на более простые углеводороды, в конечном счете, до двуокиси углерода и воды. Этот процесс требует питательных веществ (главным образом, азота и фосфора) и кислорода. Особо крупные углеводороды (например, асфальтены) в более тяжелых типах нефти разлагаются очень медленно или не разлагаются вовсе. Биоразложение в спокойных пресноводных водоемах с низкой скоростью замещения кислорода может вызвать нехватку кислорода, замедляя последующий распад нефти.

Осаждение

Свежая нефть, как правило, является менее плотной, чем вода, поэтому она плавает на поверхности. Несмотря на это, в процессе выветривания, как правило, плотность нефти увеличивается, что ведет к осаждению нефти. Вероятнее всего, это происходит с особо тяжелой нефтью, плотность которой относительно высока; осаждение также более вероятно в пресной воде, которая является менее плотной, чем морская вода.

Наземные разливы

Нефть, разлитая на суше, может вступить в контакт с почвой и подземными водами, а также поверхностными водоемами. На поверхности земли могу иметь место некоторые процессы выветривания, такие как испарение, тогда как другие, например эмульгирование и диспергирование, не происходят. Также происходит рассеяние, но степень этого процесса сильно зависит от рельефа и неровности поверхности. Степень биоразложения зависит от наличия влаги и питательных веществ. Подземные разливы, которые ведут к загрязнению почвы и подземных вод, слабо подвержены выветриванию. Уровень кислорода обычно ограничен, поэтому процесс биоразложения протекает медленно. Нефть прилипает к почве, но другие процессы выветривания практически отсутствуют.
В этих практических рекомендациях не рассматриваются вопросы восстановления загрязненной почвы и подземных вод.

Водная среда континента

В данном документе водная среда континента и среды обитания включают:

- реки и потоки пресной воды, озера и пруды, а также болота;
- устьевые водоемы и береговые линии;
- береговые и речные среды обитания, включая материковый грунт, искусственные конструкции, песок, смеси песка и гравия, покрытые растительностью берега и ил.

На крупных наземных водоемах, таких как Великие североамериканские озера и озеро Виктория в Африке, присутствуют волны и течения. Однако по сравнению с океанами течения в них относительно слабы, а волны зависят от ветра и имеют меньший накат, чем в океане. Приливы минимальны или отсутствуют вовсе, а колебания в уровне воды могут быть обусловлены водными ресурсами и испарениями. Берега обычно уже, чем морские пляжи. Для небольших озер и прудов может быть характерна небольшая скорость промывания, а также изменения в уровне воды из-за сезонных факторов и/или затопления. Если скорость водообмена мала, возможно образование больших объемов питательных веществ и низких уровней кислорода, что может повлиять на скорость биоразложения разлитой нефти. Озера в высоких широтах могут замерзать зимой. Даже крупные озера могут достаточно сильно замерзать, а слой льда вдоль берега является обычным явлением.

В крупных реках скорость течения может быть различной, и в зависимости от сезона это может стать причиной наводнений. Реки, протекающие в устьевых системах, обычно подвержены приливам и обладают различными уровнями солености. В некоторых реках имеется несколько каналов с расположенными по середине островами, а в некоторых реках возможен контроль течения благодаря шлюзам и плотинам. Уровень отложений может быть достаточно высоким. В таких случая образуются поймы различной ширины, связанные с болотами и заводями.

Небольшие реки и ручьи могут быть достаточно мелкими, где скорость течения может как увеличиваться за счет водопадов и порогов, так и уменьшаться на извилистых участках. Все они могут замерзать зимой в холодном климате. В каналах может находиться различное количество мусора и отложений.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Сильные дожди привели к разливу, загрязнившему растительность в процессе последующего наводнения.

Экологические последствия

Воздействие нефти на окружающую среду может привести к различным последствиям. Здесь необходимо рассмотреть два основных вопроса: уязвимость (открытость к воздействию) и чувствительность (реакция на воздействие). Это чувствительность открытых местообитаний и организмов, определяющих оценку экологических последствий разлива. Характеристики мест обитаний, влияющих на чувствительность:

- разнообразие и изобилие видов;
- экстремальные климатические явления и типы осадков;
- объемы циркулирующей и промывочной воды.

Существует два типа воздействия нефти на животных и растения:

1. Большинство компонентов в нефти являются сильно (краткосрочно и со смертельным исходом) или хронически (долгосрочно и с сублетальным исходом) токсичными, и воздействие достаточно большой концентрации в течение достаточно длительного времени может привести к болезни или смерти растений и животных. Наиболее частым видом токсичного воздействия БТЭК и ПАУ является проглатывание и вдыхание, так как эти вещества хорошо растворимы в воде, особенно БТЭК. Легкие виды сырой нефти и нефтепродукты (бензин, керосин, дизельное топливо и мазут №2) содержат больше этих соединений и поэтому являются более токсичными, чем тяжелые виды нефти, которые содержат меньшее количество этих соединений. Эти ароматические соединения сильнее других соединений в нефти подвержены выветриванию и поэтому по мере выветривания разлитой нефти она становится менее токсичной. ПАУ могут присутствовать в среде дольше, чем БТЭК, и их присутствие вызывает более долгосрочный ущерб от токсичности.
2. Если растения и животные покрываются толстыми слоями нефти, возможно физическое удушение. Физическое удушение более характерно для тяжелой сырой нефти и мазута, особенно при их эмульгировании (в виду повышенной вязкости и способности к прилипанию). Эти более тяжелые виды нефти могут оставаться в течение длительного времени, что ведет к долгосрочным экологическим последствиям, но их токсичность при этом является минимальной.

После разлива могут наблюдаться косвенные последствия из-за упомянутых выше свойств, проявляющиеся в изменении видового разнообразия и изобилия. Например, исчезновение травоядных животных в пределах среды обитания из-за токсичности или удушения нефтью может привести к увеличению растительности до того момента, пока экологическое равновесие не будет восстановлено. Также среда обитания может претерпеть изменение под действием агрессивных или инвазивных методов очистки. Поэтому при выборе метода реагирования необходимо соблюдать осторожность, сравнивая конечный результат с результатом, которого можно достичь при отсутствии каких-либо мер.

Воздействие на наземные и морские места обитания оценивается по относительной интенсивности воздействия и скорости восстановления.

Сроки восстановления среды обитания зависят от следующих факторов:

- степени загрязнения и длительности воздействия нефти;
- характеристик и процессов выветривания нефти;
- обстоятельств разлива (особенно погоды);
- методов и тактик реагирования.

Сроки восстановления видов зависят от следующих факторов:

- скорости воспроизводства;
- скорости повторной колонизации из близлежащих сред обитания.

Ниже приведена сводка по видам воздействия нефти на различные организмы. Как правило, организмы могут накапливать углеводороды из окружающей воды и воздуха, а также при проглатывании пищи и загрязненных отложений. Концентрация углеводородов, обнаруживаемая внутри организмов, может зависеть от физических свойств углеводородов, экологических условий, характеристик подверженных воздействию организмов и пищевой цепи.

- **Бактерии.** Хотя некоторые виды нефти могут быть изначально токсичными для бактерий, многие бактерии используют нефть в качестве источника пищи и, следовательно, могут удалять разливы из окружающей среды. В сельскохозяйственных районах, а также городских или пригородных районах с высокими уровнями стоков, доступность питательных веществ, поступающих из удобрений, с высокой вероятностью будет высокой, что увеличит возможность эвтрофикации и резкого снижения уровня растворенного кислорода, даже без разлива.

- **Водоросли.** Водоросли в пресной воде и устьевых системах подвержены воздействию легких высокотоксичных летучих соединений, содержащихся во многих видах нефти, однако популяция водорослей обычно восстанавливается достаточно быстро. Сильное токсическое воздействие быстро снижается по мере выветривания токсичных компонентов. Увеличение цианобактерий (которые связывают азот) создает питательные вещества для стимулирования роста новых водорослей. Микроорганизмы (зоопланктон), которые питаются водорослями, обычно подавляются токсичностью разлитой нефти, и последующие сокращение скорости поедания водорослей обеспечивает восстановление популяции.

- **Беспозвоночные.** Эти животные могут подвергаться сильному и хроническому токсическому воздействию разлитой нефти. Сублетальные (хронические) последствия включают нарушения роста и размножения. После разлива плотность и разнообразие беспозвоночных могут существенно меняться, и изменения в популяции могут косвенно влиять на выживание организмов, расположенных выше по пищевой цепи.

- **Рыба.** В отличие от морских видов, обитающих в открытом океане, которые могут покинуть место разлива, пресноводные рыбы могут быть не в состоянии избежать контакта с разлитой нефти в небольших водоемах. После разливов в замкнутых пресных водоемах наблюдалось повышение смертности рыб, что может быть прямым следствием токсичности углеводородов или косвенным образом связано с низким содержанием растворенного кислорода. Рыба может накапливать углеводороды в тканях или метаболизировать их. Поэтому краткосрочное воздействие может привести к нескольким типам долгосрочных последствий.

- **Земноводные.** Проницаемая кожа земноводных делает их более подверженными риску заражению по сравнению с рептилиями. Основной риск для этих животных — удушение от физического загрязнения, а также от токсичности проглатываемой нефти.

- **Млекопитающие и птицы.** Эти животные также не защищены от физического покрытия нефтью, а также проглатывания нефти при чистке перьев и поедании загрязненной добычи и растений. Физическое покрытие нефтью может значительно повлиять на изоляционные свойства меха и перьев, что ведет к переохлаждению и возможной смерти. Такого рода последствия хорошо заметны во время проведения ликвидационных операций и могут вызывать озабоченность общественности. Некоторые виды могут чувствовать запах нефти и избегать его.

- **Растительность.** Нефть может влиять не только на сами растения. Животные, которые живут среди растений, могут также подвергаться воздействию нефти при взаимодействии с растительностью. Нефть может повторно попадать на растения из-за дождей или изменений в уровне воды, а также может перемещаться с животными, вызывая дополнительное воздействие.

Чувствительность

Чувствительность среды обитания к нефти зависит от нескольких факторов, в том числе: вероятность процессов естественного удаления; биологическая продуктивность и способность восстановления после загрязнения; социально-экономическое использование среды обитания; простота удаления нефти. Эти факторы могут быть использованы для оценки общей чувствительности среды обитания с помощью индекса экологической чувствительности (ESI). Индекс ESI часто используется в морских средах обитания, а также использовался для берегов пресноводных водоемов.

Для оценки чувствительности с помощью индекса ESI обычно применяется шкала 1–10. Пример приведен в таблице 1.

Экологи различают различные виды болотистой местности с пресной водой, к которым относятся болота, заросшие болота, болотные почвы и торфяники. Для персонала, отвечающего за ликвидацию чрезвычайных ситуаций, эти различия обычно не представляют особого значения. Болотистая местность на суше (индекс ESI 10A и 10B) обычно включает топи, болотные почвы, торфяники и заросшие болота. В любой из этих сред обитания вода может быть стоячей, уровень кислорода может быть низким, а уровни питательных веществ — высокими. Низкий уровень кислорода, нехарактерный для морской болотистой местности из-за наличия водообмена при приливах, может значительно затруднить аэробное разложение разлитой нефти. Мягкие отложения болотистой местности создают дополнительные трудности при выборе методов ликвидации разливов нефти, так как повышенный риск от операций очистки может усилить возможный ущерб.

Таблица 1 *Шкала ESI*

ESI	Тип берега
1A	Открытые обрывистые берега
1B	Открытые непроницаемые стены
2	Отмелые берега с коренной породой
3	Размытые откосы в рыхлых отложениях
4	Песчаные пляжи
5	Смешанные песчано-гравийные пляжи
6A	Гравийные пляжи
6B	Насыпные конструкции
7	Незащищенные приливно-отливные отмели
8A	Защищенные скалистые берега
8B	Защищенные непроницаемые искусственные сооружения
9A	Защищенные луговые берега с растительностью
9B	Защищенные приливно-отливные отмели
10A	Пресноводные болота (травянистая растительность)
10B	Заросшие пресноводные болота (древесная растительность)

Социально-экономические последствия

Питьевая вода и отбор промышленной воды

Главной проблемой при наземных разливах является вероятность загрязнения источников питьевой воды и источников отбора промышленной воды. Выделяют три основных способа воздействия:

- онефть, разливаемая непосредственно на поверхностные воды, которые служат источником воды;
- сток загрязненной воды с дорог, которая попадает в болота, или разлив непосредственно в болотистой местности, которая служит источником пополнения запасов подземной воды;
- разлитая нефть, проникающая в почву и мигрирующая в подземные воды.

Водозаборы муниципальной питьевой воды, водозаборы охлаждающей воды для промышленных электростанций и другие места отбора воды для промышленного или сельскохозяйственного назначения могут использовать поверхностные воды. Защита этих мест отбора воды зачастую является важнейшей задачей операции по ликвидации наземного разлива нефти.

Наиболее крупная операция по защите водозабора была осуществлена в январе 1988 года, когда в Пенсильвании (США) разорвался резервуар с более чем 3,9 миллиона американских галлонов (14 800 м^3) дизельного топлива. Около 750 000 галлонов разлитого топлива достигло реки Мононгахила, приблизительно в 25 милях вверх по течению от Питтсбурга. Нефть смешалась с толщей воды при прохождении через плотину, а низкие температуры и значительный ледяной покров препятствовали

испарению. Когда нефть прошла 200 речных миль вдоль рек Мононгахила и Огайо, пришлось закрыть несколько мест отбора питьевой воды (некоторые — на неделю), а в крупных и небольших жилых районах пришлось искать альтернативные источники воды и пользоваться ими, пока концентрация нефти не снизилась до приемлемых уровней. Для защиты населения важное значение имели усилия, принимаемые для контроля движения нефти, а также информационная программа по оповещению населения об угрозе загрязнения.

Нарушение транспортного движения

Большая часть наземных разливов отличается небольшими масштабами и происходит рядом с автомобильными или железными дорогами. С учетом приоритетности происшествий на открытых дорогах, при опрокидывании грузового автомобиля, как правило, требуется быстро создать безопасные условия, очистить проезжую часть, а затем снова открыть ее для движения. Многие местные пожарные бригады обладают достаточным опытом в деле ликвидации аварий грузовых автомобилей или крушения поездов, которые ведут к разливу топлива и/или нефтепродуктов или, что встречается реже, сырой нефти. В случае разлива бензина пожарные сначала распыляют противопожарную пену, чтобы осадить летучие углеводороды и минимизировать вероятность возгорания.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Выше: перевернутая автоцистерна, вызвавшая остановку движения на трассе.

Необходимость повторного открытия дороги зачастую ведет к тому, что в качестве метода очистки выбирается смывание разлитой нефти и пены в сторону от дороги или в канализацию. Пена для пожаротушения содержит сурфактант, который может растворить нефть в воде. Если эта смесь нефти и пены попадет в водоток или реку, это может привести к непреднамеренному загрязнению воды и распространению нефти на большей площади. Если это возможно, ликвидаторы должны ограничить стоки или собирать эти жидкости, чтобы избежать рисков дальнейшего загрязнения.

При транспортировке ликвидаторов, вспомогательного персонала и оборудования на место разлива также обычно применяется остановка движения. Доступ к дорогам может быть перекрыт для ускорения доставки ликвидаторов, обеспечения безопасности на участке, создания мест временного хранения и промежуточных зон.

Крыло «Канзас» гражданского воздушного патруля

Переселение населения

В случае разлива нефти на воде вблизи жилого района, жители и другие люди, находящиеся в окрестностях, могут быть эвакуированы по соображениям безопасности, например из-за возможного нарушения водоснабжения. Этим людям потребуется пища, вода и кров, что может стать достаточно сложной задачей в рамках операции по ликвидации разлива нефти. Для очистки загрязненной собственности могут потребоваться значительные временные затраты.

Группы ликвидации разливов нефти могут привлекать местные учреждения здравоохранения для определения приемлемых уровней паров углеводородов в жилых домах или на коммерческих/промышленных объектах, а также определения вероятных сроков их повторного открытия.

NOAA

Управление ликвидационной операцией

Основные принципы управления ликвидационной операцией идентичны для всех разливов:

- определение текущих и будущих действий на основании оценки инцидента с учетом плана действий по ликвидации аварийных разливов нефти;
- установка задач и мероприятий в процессе ликвидационной операции, которые утверждаются командованием;
- направление рабочих бригад, контролируемых операционным персоналом;
- организация транспортно-финансовой поддержки для обеспечения выполнения операций.

Эти ликвидационные операции осуществляются независимо от сложности инцидента, как при создании крупной формальной организации или небольшой группы реагирования, ликвидирующей разлив.

Во многих странах руководством и координированием операции по ликвидации аварийных разливов нефти занимаются государственные учреждения, и государство ожидает компенсации и помощи от организации, по вине которой возник разлив. Управление инцидентом зачастую осуществляется государственным должностным лицом из правовой, правоохранительной или военной организации. В некоторых странах виновник разлива обязуется за свой счет и под руководством государственных служб устранять разлив. В идеале все вовлеченные стороны должны работать совместно, скоординировав объединив усилия для ограничения экологических и социально-экономических последствий.

Поскольку большинство нефтяных разливов на суше являются относительно небольшими, масштабы большинства наземных ликвидационных операций также относительно невелики, и такие операции проводятся небольшими группами. Одним из основных отличий при управлении наземным разливом по сравнению с разливами на море является тот факт, что первые ликвидаторы зачастую прибывают из местных муниципалитетов, то есть из пожарных служб и правоохранительных органов. При нефтяных разливах, связанных с опрокидыванием транспортных средств, эти местные службы зачастую и являются исполнителями всей ликвидационной операции, не привлекая внешние ресурсы (например, региональные, провинциальные, государственные или национальные организации). Однако при более крупных инцидентах местных возможностей и опыта становится недостаточно, и в дополнение (или в замену) к местным должностным лицам могут быть направлены внешние ликвидаторы. Региональные и национальные учреждения, отвечающие за наземные нефтяные разливы, могут не совпадать с ответственными за морские разливы.

Наземные разливы могут происходить в различных местах: вдоль трасс, железных дорог, рек или трубопроводов — нефть производится, используется или транспортируются практически повсюду. Ликвидационные организации должны быть готовы к широкомасштабным операциям с более разнообразными, чем в морских условиях, местами обитания:

- Большая часть наземных разливов происходит на стационарных объектах, поэтому план ликвидации аварийного разлива обычно учитывает условия конкретного местоположения. Могут разрабатываться различные сценарии, подготавливаться подробные планы ликвидации разливов, определяться подходящие возможности для проведения ликвидационных операций, привлекаться и обучаться люди для их подготовки к реагированию на инциденты, характерные для определенного объекта.
- Сложнее предугадать разливы, связанные с транспортировкой, и, соответственно, подготовиться к ним. Трубопроводы, железные и автомобильные дороги представляют собой пути, на которых возможен разлив. Процесс планирование действий при аварийном разливе нефти должен учитывать расширенные географические границы с учетом предоставления возможных ресурсов для ликвидации аварии.
- Ресурсы, необходимые для ликвидационной операции, обычно концентрируются вблизи основных объектов или портов, а ликвидаторы могут находиться на достаточно большом расстоянии от вероятного места разлива.

Вероятность наземного нефтяного разлива вблизи населенных районов относительно высока, поэтому население может быть немедленно подвергнуто воздействию. Требования общественности к быстрой и полномасштабной ликвидационной операции могут оказаться достаточно широкими, и для их выполнения местных ресурсов может быть недостаточно.

- При небольших разливах первоочередной задачей становится локализация нефти (предотвращение ее распространения и попадания в воду), и зачастую для этого более чем достаточно простой

строительной техники (бульдозеров, фронтальных погрузчиков и т.д.). Для сбора нефти могут использоваться передвижные вакуумные насосные установки, которые также обычно доступны, так как применяются во многих сферах деятельности.

- Специализированное аварийное оборудование, такое как сдерживающие боны и скиммеры, может находиться в часах от места разлива, что связано с возможными задержками при развертывании полноценной ликвидационной операции.

При анализе траектории распространения нефти в рамках ликвидационной операции на суше следует проявлять повышенную осторожность. Большая часть из разработанных моделей траектории нефтяного разлива применима к разливам в открытых водах (океан или внутренние моря) и не подходит для разливов в реках, ручьях, озерах или на суше. Простые расчеты по контролю распространения пятна по реке в зависимости от течения не учитывают потери, связанные с осадкой и осаждением нефти в реках, особенно на поворотах. Для прогнозирования времени и масштабов нефтяного загрязнения по течению могут применяться различные модели, но их точность не позволяет получить высоконадежные результаты.

Процесс установления приоритетов операции реагирования с использованием методов очистки и оценки береговой линии применим как к разливам в морских, так и наземных средах обитания. Методы оценки могут быть расширены из-за различных типов берегов, затронутых разливом на суше, а приливные колебания могут быть заменены на изменения, связанные с различными скоростями течения.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Операция по ликвидации разлива нефти, проводимая на территории частной резиденции.

План обеспечения безопасности и охраны здоровья

Безопасность групп реагирования и пострадавшего населения является главным приоритетом во время нефтяных разливов. Риски для ликвидаторов включают физические (опасность поскользнуться, споткнуться, упасть) и химические опасности (например, разлитая нефть). Степень опасности для ликвидаторов определяется четырьмя основными факторами:

- свойства и состав нефтяного пятна;
- условия окружающей среды во время разлива и во время ликвидации;
- местоположение и типы задач (включая продолжительность);
- меры по минимизации воздействия.

Испарение может приводить к образованию высоких уровней горючих газов, а риск возникновения пожара представляет собой серьезный вопрос, особенно при разливах легкой сырой нефти и легких нефтепродуктов (особенно бензина). Первоочередной задачей во время ликвидации разлива зачастую становится контроль порогов воспламенения летучих углеводородов, так как содержание ароматических веществ в сырой нефти и бензине зачастую может быть достаточно высоким.

Население (и ликвидаторы), находящиеся вблизи нефтяных разливов, могут подвергаться воздействию летучих соединений, испаряющихся из нефти. К веществам, требующим особого внимания, относятся легкие ароматические вещества, а также сероводород и другие меркаптаны (органические сульфиды). Легкие ароматические вещества быстро испаряются, высокотоксичны и могут вызвать рак при длительном воздействии в больших дозах. Легкие ароматические вещества настолько летучи, что их опасная концентрация наблюдается обычно в течение всего нескольких часов, за исключением условий низких температур и отсутствия ветра. Более тяжелые виды нефти, в свою очередь, содержат гораздо более низкие концентрации легких ароматических веществ, поэтому разливы этих типов нефти редко ведут к образованию опасных концентраций в атмосфере.

Сероводород и другие серные соединения не являются канцерогенами, но они остро токсичны. Человеческое обоняние может обнаружить эти соединения даже при очень низком уровне. Серные соединения вызывают раздражение задолго до достижения токсичных уровней. Тем не менее, поскольку наша способность обнаруживать запахи быстро притупляется, разлитая нефть с серными соединениями требует особо осторожного подхода. Уровень сульфидов в сырой нефти может быть разным. Некоторые виды нефти не представляют серьезных проблем, однако другие виды могут представлять опасность для здоровья даже при низких нетоксичных концентрациях из-за раздражающего воздействия (например, головных болей, тошноты и др.).

Дополнительная информация о контроле безопасности и защите ликвидаторов от возможных рисков приведена в методическом руководстве IPIECA-IOGP по *охране здоровья и безопасности групп реагирования на разливы нефти* (IPIECA-IOGP, 2012).

Анализ суммарной экологической выгоды (АСЭВ)

Анализ суммарной экологической выгоды (АСЭВ) — это процесс, используемый сообществом ликвидаторов аварии для выбора лучших вариантов минимизации воздействия разливов нефти на людей и окружающую среду — см. методическое руководство IPIECA-IOGP по АСЭВ (IPIECA-IOGP, 2015). Анализ включает процессы рассмотрения и оценки, предназначенные для сравнения вероятных результатов использования различных методов ликвидации разлива нефти наряду с рекомендациями по тактике, полученными от опытных ликвидаторов и участников процессов АСЭВ. АСЭВ обычно включает шаги, описанные в таблице 2 на странице 16, и должен выполняться до разлива нефти как составная часть плана ликвидации аварийных разливов нефти.

Процесс АСЭВ

Таблица 2 *Стандартные этапы процесса АСЭВ*

Этап АСЭВ	Описание
Оценивание данных	Первый этап заключается в рассмотрении вопроса, где находится разлитая нефть и куда она будет дрейфовать под влиянием течений и ветра — для этого существуют различные модели траектории движения нефтяного пятна. Также полезно знать, насколько нефть будет подвержена «выветриванию» во время дрейфа. Это часть оценки имеющихся данных.
Прогнозирование последствий	Второй этап заключается в оценке того, что может пострадать от разлитой нефти, если не будут предприняты никакие меры по ликвидации разлива. Сюда могут быть отнесены морские, прибрежные и расположенные на береговой линии экологические и социально-экономические ресурсы. Также должны быть пересмотрены эффективность и реализуемость набора средств ликвидации разливов. Они охватывают методы ликвидации, целесообразность применения и объем нефти, который может быть возвращен или переработан. Если район, находящийся под угрозой, включает прибрежную среду обитания, чувствительную к нефтяному загрязнению, то задачей ликвидации морского разлива нефти является предотвращение или ограничение распространения разлитой нефти, чтобы не допустить ее проникновения в эту среду обитания. Предыдущий опыт может помочь оценить, какие методы ликвидации разливов нефти могут быть эффективными. Прагматичные оперативные соображения должны формировать очень важную часть процесса АСЭВ применительно ко всем возможным методам ликвидации разливов.
Взвесить все за и против	Преимущества и недостатки возможных вариантов ликвидации разливов нефти рассматриваются и сопоставляться с экологическими и социально-экономическими последствиями каждого из них, чтобы найти компромиссное решение.
Выбор наилучших вариантов	Процесс завершается выбором метода(-ов) ликвидации в рамках планов ликвидации аварийных разливов нефти, которые сводят к минимуму воздействие возможных разливов на окружающую среду и способствуют скорейшему восстановлению пострадавшего района.

АСЭВ на практике

Простой пример АСЭВ, приведенный ниже, ставит вопрос о применении сжигания на месте разлива в болотах (см. страницы 22–23):

- Нефть может скапливаться в больших количествах, благодаря чему ее легко поджечь. В то же время, во время сжигания образуется черный дым, а в процессе горения возможно повреждение и/или уничтожение загрязненной растительности над поверхностью воды.
- Традиционные ручные/механические операции очистки могут привести к уничтожению той же растительности (например, после удаления загрязненных отложений и растительности). В результате работы оборудования и движения ликвидаторов возможно непреднамеренное втаптывание нефти в корневую систему, где последствия воздействия нефти могут нанести долгосрочный ущерб.
- Какова степень загрязнения и прогноз восстановления пострадавших болот?
- Какова ожидаемая эффективность удаления нефти при различных вариантах реагирования?
- Насколько уникальна среда обитания и какова сезонная чувствительность произрастающих в ней растений?
- Требуется провести сравнительную оценку управляемого сжигания и механической уборки (см. раздел *Методы реагирования*), а также сравнить их с традиционным подходом, когда меры по очистке не принимаются и осуществляется контроль за естественным восстановлением болот.

Все эти вопросы АСЭВ могут быть заблаговременно изучены и учтены в процессе планирования действий при аварийном разливе нефти. В результате такого планирования ускоряется процесс принятия решений в будущем, становятся известны требования к оборудованию и персоналу, определяются промежуточные зоны и приоритетные области, требующие первоочередной защиты. Вопросы, анализируемые в процессе АСЭВ, также имеют значение при конкретных инцидентах, так как это позволяет должным образом организовать процесс оценки обстоятельств разлива и вариантов реагирования, а также возможных результатов.

Методы ликвидации разливов нефти

Набор методов реагирования, подходящих для наземных разливов, отличается от методов, применяемых при морских разливах. Как правило, более крупное оборудование для локализации и сбора (такое как морские боны и скиммеры), применяемое при морских разливах, не подходит для использования на небольших материковых водоемах. Тем не менее, небольшое оборудование для локализации и сбора, обычно используемое вблизи берегов во время береговых разливов, может также применяться на многих материковых водоемах. Если рассматривается применение боновых заграждений, то следует обратить внимание на тактику их развертывания в быстрых реках. Если нефть оседает на берегах пресноводных водоемов, то во многих странах основным методом является ручной сбор. Использование диспергентов обычно допускается только в морских водах глубиной больше определенного минимума и удаленных от берега на определенное расстояние, где в результате разбавления минимизируется влияние диспергированной нефти и ускоряются процессы биоразложения. Кроме того, состав диспергентов обычно не допускает их применения в пресной воде, в связи с чем они гораздо менее эффективны в таких условиях. Этот метод обычно не рассматривается как вариант ликвидации наземного разлива. Тем не менее, в самых разных местах обитания на суше может быть применимо управляемое сжигание на месте разлива.

При морских и наземных разливах применяются схожие процедуры и процессы ликвидации разлива в загрязненной дикой природе. При наземных разливах загрязнению могут подвергнуться животные и домашний скот.

Загрязненный нефтью мусор подлежит сбору, хранению и утилизации в соответствии с действующим законодательством. Здесь применяются принципы минимизации и сортировки отходов. Отличия от морских разливов:

- жидкости, собранные при разливах на стационарных объектах, могут быть возвращены в резервуары для хранения на объекте;
- загрязненная почва может быть снята и очищена на месте инцидента.

Нефть при небольших разливах может собираться при помощи сорбентов, но при этом возможно образование больших объемов подлежащих утилизации отходов. В большинстве стран действуют законы, согласно которым эти отходы относятся к опасным, в виду чего при обращении с ними применяются дополнительные нормы по анализу и обращению.

Изолирование участков по соображениям безопасности и недопущение населения к месту работ ликвидационных бригад и нефтяному разливу может стать трудновыполнимой задачей, если разлив произошел на их землях или собственности или вблизи них. Участие общественности или избранного ею представителя в процессе принятия решений может быть слишком напористым, отвлекая командование операцией от оперативных аспектов ликвидационной операции. У руководства могут возникнуть следующие трудности: переселение семей, обеспечение поставок питьевой воды, повторное открытие дорог, обработка претензий за ущерб и потерю доходов.

Локализация и сбор

Локализация разлитой нефти с последующим ручным или механическим сбором является основным методом ликвидации аварий на суше. Принципы достаточно просты, и многие операции не требуют специального оборудования, что является важным фактором, если аварийный разлив может произойти на значительном расстоянии от места нахождения специализированного оборудования. Локализация используется для предотвращения распространения разлитой нефти и ее концентрации в количествах, которые могут быть легко собраны. Типы использования оборудования варьируются от местных строительных материалов и землеройного оборудования до уменьшенных вариантов боновых заграждений и скиммеров, используемых в морских и прибрежных разливах.

Рядом справа: отвалы земли, используемые для локализации разлитого бензина.

Справа: сорбенты, используемые для локализации нефти с целью ее последующего сбора.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Большинство разливов на материковых водоемах относится к наземным разливам. Первая задача ликвидаторов — предотвращение попадания нефти в поверхностные воды и ее проникновения под землю. Если разливы происходят на непроницаемых поверхностях, ликвидаторы создают насыпи и другие преграды, позволяющие локализовать нефть. Во время небольших разливов для выполнения этой задачи также применялись сорбирующие боны. Стоки ливневых вод зачастую защищаются путем их блокировки специальными крышками или пластиковыми листами, накрываемыми грудами песка или мешками с песком.

Небольшие потоки и канавы часто перегораживаются с помощью местных строительных материалов, таких как глина и гравий. Это особенно полезно, когда боновые заграждения недоступны или не могут быть развернуты из-за узости потока, высокой скорости течения или слишком мелкой глубины. В подводных плотинах используются трубы, проходящие сквозь плотину, благодаря которым вода может проходить дальше, а нефть будет собираться на поверхности. В глубоких каналах проводящие воду трубы должны устанавливаться в нижней части русла. Особое внимание должно быть уделено обеспечению пропускной способности воды, в ином случае плотины могут быть просто смыты. Для узких потоков, где возводимые плотины возвышаются над уровнем воды, трубы или, по крайней мере, некоторые из них, могут располагаться под углом (верх по потоку), что позволит регулировать уровень воды. Увеличение стока из-за дождя или тающего снега может превысить пропускную способность этих временных плотин, поэтому рекомендуется следить за погодными условиями для контроля состояния и целостности

Ближе справа: подводные плотины с расположенными под углом трубами для поднятия уровня воды и обеспечения сбора нефти на поверхности.

Справа: подводные плотины из листов фанеры.

BP

Веб-сайт U.S. EPA OSC

плотины, а также ее обслуживания. Места расположения плотин должны выбираться таким образом, чтобы вода не могла выплескиваться из потока на прилегающую территорию, что может привести к непреднамеренному загрязнению воды вверх по течению.

Для эффективного заграждения водоводов, рвов и небольших потоков можно применять листы фанеры. Они обрезаются по величине потока и надежно фиксируются. Если в потоке или пруду имеется течение, листы можно приподнимать для обеспечения тока воды. Некоторые деревянные плотины можно подготавливать заранее, устанавливая в нужных местах, или строить на месте установки. Зачастую в них имеется центральная секция, способная опускаться и подниматься для управления уровнем воды и остановки движения нефти. Как в любой методике создания плотин, эти конструкции требуют постоянного контроля над изменениями течения и структурной целостности.

Для сбора нефти с поверхности воды применяются боновые заграждения. Существуют различные типы боновых заграждений для различных условий. На реках и в прудах обычно используются небольшие боны, так как они обладают относительно небольшим надводным бортом и проще в обращении.

Ниже: боновые заграждения, используемые для защиты от попадания нефти в боковые каналы.

Hansen 2001

Физика воды, протекающей под боновым заграждением, заключается в том, что при очень малой скорости воды (ниже одного узла или 0,5 метра в секунду), протекающей под боном, нефть может захватываться водой. Поэтому боновые заграждения устанавливаются под углом к потоку воды, что позволяет сократить эффективную скорость воды и собрать всю нефть. Однако даже расположенные под острым углом боны не смогут задержать нефть при скорости потока более трех узлов (1,5 метра в секунду). Когда скорость потока и направление изменяются из-за устьевых приливных циклов, наводнений и других отклонений от нормального уровня воды, развертывание бонов, которые будут задерживать протекающую нефть, может стать трудной задачей. На боны будут действовать большие силы проточной воды, и для успешного развертывания боновых заграждений, подбора правильной конфигурации и их технического обслуживания потребуется опытная команда. В некоторых случаях, например при наводнениях, развертывание бонов может оказаться нецелесообразным по причинам, связанным с безопасностью работ. Развернутые боны должны постоянно контролироваться для обеспечения правильной работы и регулировки по мере необходимости.

Ниже слева: боны для направления нефти в точку сбора.

Ниже справа: дефлектор для расположения боновых заграждений под нужным углом.

Hansen and Coe, 2001

Hansen and Coe, 2001

Боновые заграждения могут быть развернуты для отвода нефти от чувствительных ресурсов или направления нефти в точку сбора. Например, для отвода нефти от относительно небольших, но особо чувствительных зон (например, водозаборы), могут быть применены дефлекторные заграждения. Для этих целей можно устанавливать несколько боновых заграждений по течению, один за другим. Для предотвращения смещения боновые заграждения требуют крепления. Развертывание правильно сформированных длинных участков боновых заграждений с якорями и канатами может быть трудоемкой и затратной по времени операцией. Боновые дефлекторы созданы для того, чтобы использовать силу течения воды для обеспечения неподвижности заграждения.

Во время некоторых инцидентов на крупных реках, где эффективное развертывание боновых заграждений невозможно, в качестве барьеров использовались баржи. Однако нефть может проходить под баржами, и они должны быть расположены под определенным углом к течению, как и боновые заграждения.

Ниже: передвижная вакуумная насосная установка, используемая с барабанным скиммером для сбора разлитой нефти.

BP

Сбор разлитой нефти может быть осуществлен с помощью обычной передвижной вакуумной насосной установки. Насосные установки лучше подключать к скиммерам или другим устройствам для сбора, хотя они могут использоваться и индивидуально, если слой нефти обладает достаточной толщиной и легко доступен. Тем не менее, открытый всасывающий шланг вакуумной насосной установки может забирать и большие объемы воды. Эта вода значительно увеличивает объемы отходов и сопутствующие расходы на утилизацию.

Наиболее распространенными являются скиммеры гидрофобного типа, в которых нефть адсорбируется на поверхности скиммера, что позволяет сократить объемы собираемой воды. Среди них популярны барабанные и дисковые скиммеры, а в местах с большими объемами мусора могут применяться щеточные скиммеры. В процессе обычных операций всасывания могут применяться плоские плавающие напорные скиммеры, которые позволяют уменьшить объемы собираемой воды. Среди ресурсов для проведения ликвидационных операций обычно имеются наиболее эффективные скиммеры для имеющихся условий окружающей среды и возможных типов нефти.

Ниже слева: гидрофобный («чувствительный к нефти») барабанный скиммер.

Ниже справа: гидрофобный щеточный скиммер на сильно загрязненном участке.

Нефть, попавшая в стоячую воду, может быть физически направлена в место работы скиммеров под напором воды. Задача здесь состоит в направлении слоя нефти в сторону боновых заграждений и скиммеров. Во время этой операции необходимо следить, чтобы нефть не смешалась с толщей воды, где она может соединиться с отложениями, что создаст дополнительные трудности в сборе.

NOAA

NOAA

Разливы на снегу и льду

Поиск нефти под снегом и льдом может оказаться непростой задачей, и единственным доступным методом поиска может оказаться бурение отверстий во льду. В процессе исследований технологий удаленного зондирования для поиска нефти был открыт ряд перспективных методов, однако ни один из них не был испробован в реальных ликвидационных операциях.

После обнаружения нефти в движущейся подо льдом воде ее можно собрать путем вырезания борозд или установки фанерных щитов во льду под нужным углом, чтобы направить нефть в место (аналогично боновым заграждениям), где ее можно собрать. Для вырезания льда может применяться мотопила, однако при этом следует учитывать риски безопасности, связанные с использованием пил в неблагоприятных условиях, когда рабочие носят тяжелую защитную одежду.

Ниже: вырез во льду для выхода нефти и ее стока в точку сбора.

Дополнительную информацию см. на веб-сайте Межотраслевой программы по технологиям ликвидации нефтяных разливов в арктических условиях (IOGP, 2012).

Oskins, 2004

Сорбенты

Сорбенты (материалы, которые могут поглощать или абсорбировать нефть) часто используются для сбора нефти на твердых поверхностях. При небольших разливах это может быть единственным необходимым методом. Нефть, разливающаяся на дорогах, может быть очень скользкой, поэтому должна быть убрана, прежде чем дороги смогут быть открыты для движения. Зачастую используются минеральные материалы (такие как песок, вермикулит, смеси глины), так как они недороги, просты в применении и последующем сборе.

Использование соломы и других сорбирующих барьеров также представляют удобный метод сбора, особенно в условиях доступности исключительно природных материалов. Поперек узких потоков со слабым течением может помещаться сетка из проволок, к которой с напорной стороны будут крепиться сорбирующие материалы, удерживающие и поглощающие плавающую нефть, одновременно пропуская воду через такое заграждение. Эти заграждения не могут остановить большие потоки нефти, но вполне применимы для небольших объемов. Чаще всего в качестве сорбента используется солома, но могут применяться и другие материалы. Основной оперативной задачей является сбор, обработка и утилизация загрязненного сорбента. Иногда возможным вариантом является управляемое сжигание на месте.

Рабочие собирают сорбирующий материал, использованный для очистки загрязненной дороги.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

В качестве вспомогательных средств для локализации и сбора нефти могут применяться традиционные синтетические сорбенты. Они могут располагаться за местами слива и вдоль боновых заграждений для поглощения небольших объемов нефти. Использование этих сорбентов может быть излишним, что создаст дополнительные проблемы по сбору и утилизации отходов, когда, например, лучше применить скиммеры или контролируемое сжигание. Использованные загрязненные сорбенты образуют отходы, которые обычно утилизируется как опасные отходы. Поэтому следует заблаговременно рассмотреть логистические вопросы, связанные с их транспортировкой на место разлива, использованием, сбором и последующей утилизацией.

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Веб-сайт U.S. EPA OSC

Выше слева: солома для сдерживания и поглощения небольших объемов нефти.

Выше справа: загрязненная солома утилизируется путем сжигания на месте.

Отвердители

Отвердители — это продукты, которые смешиваются с нефтью и снижают ее подвижность. Они состоят из сухих, гранулированных полимеров, частично расплавляющихся при взаимодействии с нефтяными маслами и действующих для связывания или поглощения нефти. Тяжелые, вязкие и эмульгированные виды нефти плохо вступают в реакцию из-за слабой способности к проникновению и смешиванию. Производители часто рекомендуют распылять вещества над разлитой нефтью как порошок. Эти порошки представляют трудности для сбора на воде, однако в случае с небольшими разливами на земле или твердой поверхности их легче распространить и собрать.

Отвердители также могут применяться на утилизируемых боновых заграждениях, подушках, многозвенных заграждениях и т.д., с распространением и сбором подобно сорбентам. Они создают более прочные связи с нефтью по сравнению с сорбентами, и не протекают, что характерно для сорбентов. Они могут удалять нефтяную пленку с поверхности воды. Следует обратить внимание, что могут действовать законы, запрещающие использование отвердителей, особенно в форме порошков.

Контролируемое сжигание нефти на месте разлива

Имели место многочисленные случаи непреднамеренного воспламенения разливов нефти с последующим нанесением ущерба объектам и судам. С другой стороны, в вопросе контролируемого сжигания удалось добиться успехов в плане ограничения распространения разлитой нефти, быстрого ее удаления с воды, снега или льда, тем самым смягчая последствия с точки зрения АСЭВ. Сжигание на суше успешно и регулярно используется в Северной Америке.

Вопрос применения метода управляемого сжигания на месте разлива обычно рассматривается при ограниченном доступе к месту аварии или если существует необходимость быстрого удаления нефтяного пятна. Доступ к месту разлива для механического оборудования может быть ограничен, в случае, например, слишком рельефной местности, лесистости или затопления. В то время как механическая очистка может занять много времени, управляемое сжигание позволяет удалять большие объемы нефти за несколько часов. Эта экономия времени может иметь большое значение при прогнозах ливней, которые могут размыть нефть по большой и более чувствительной территории. Другим вопросом является утилизация отходов. В случае образования большого количества отходов и/или при отсутствии подходящих мест утилизации контролируемое сжигание может стать наилучшим вариантом удаления нефти.

Болотистая местность и другие чувствительные места обитания в высокой степени уязвимы к повреждению в результате действий ликвидаторов. Влажные земли могут стать препятствием для доступа техники на участок, что усугубит деструктивное влияние ликвидаторов, но при этом влага защитит корни растений и почву от повышенных температур во время горения.

Агентство по контролю загрязнений штата Миннесота

При рассмотрении вопроса о применении управляемого сжигания следует учитывать следующие моменты:

- **Безопасность:** ликвидаторы и общественность должны быть защищены от риска распространения огня. Зачастую для увлажнения растительности с целью защитить от пожара, распространяющегося за пределы разлива, на месте присутствуют местные пожарные.
- **Воспламенение:** предпочтительно использовать простые и безопасные методы. На практике доказали свою эффективность ракеты, ракетные пистолеты и пропановые горелки.
- **Влага:** большинство экосистем переносят повышенные температуры, так как пожары являются частью их жизненного цикла (например, в болотах). Тем не менее, уровень тепла от сжигания нефти может быть выше допустимого для этих растений. Поэтому желательно поддержание высокого уровня влажности, в частности для защиты корней от воздействия тепла и ограничения риска распространения пожара за пределы области разлива.
- **Сезон:** в более высоких широтах экологическое воздействие при сжигании зимой ниже, так как многие растения находятся в состоянии покоя и закрыты снегом. Сжигание в конце лета может создать стресс для растений, так как они находятся в процессе отложения запасов для питания.
- **Погодные условия:** непредсказуемая погода может стать источником опасностей во время управляемого сжигания. Лучшей погодой являются слабые, устойчивые ветры без угрозы штормов или погодных фронтов, поскольку такие условия снижают риск распространения пожара. Инверсии температуры могут привести к блокированию дымового шлейфа и поэтому нежелательны, так как ограничивают рассеивание дыма.
- **Сбор остатков:** после сжигания всегда остаются некоторые объемы несгоревшей нефти и загрязненного мусора. Если эти объемы достаточно велики, то несгоревшая нефть может быть собрана и сожжена повторно. Остатки от сжигания сырой нефти могут иметь различную консистенцию, от смолистой до рассыпчатой. Эти остатки должны быть собраны. На воде при интенсивном сжигании нефти могут оставаться остатки, которые оседают по мере охлаждения. Возможно, оставлять такие остатки может быть неприемлемым.

Управляемое сжигание нефти в торфяной местности; белый порошок —это огнегасящий состав.

Ниже слева: снег и лед защищают болота от воздействия нефти и помогают управлять пламенем.

Ниже справа: большой столб дыма во время сжигания в болотах.

NOAA

Michel, 2002

Очистка/обработка береговой линии

Оценка береговой линии

Обследование для оценки нефтяного загрязнения береговой линии, также известное как «метод оценки очистки береговой линии» (SCAT), является важной частью ликвидационной операции. Руководители ликвидационной операции на основании информации, полученной от групп наблюдения, определяют цели, приоритеты, ограничения и ожидаемые результаты: все эти аспекты важны для планирования, принятия решений и осуществления эффективной программы ликвидации загрязнения береговой линии.

Обследование для оценки нефтяного загрязнения наземной водной среды выполняется для того, чтобы:

- определить и задокументировать масштаб и характер нефтяного загрязнения береговой линии;
- определить и задокументировать тип береговой линии и характер берега реки или озера в районе загрязнения;
- разработать рекомендации относительно ожидаемых результатов и методов восстановления, которые обеспечивают научно обоснованную суммарную экологическую выгоду;
- обеспечить поддержку в ходе выполнения программы восстановления, позволяющую персоналу, осуществляющему очистку береговой линии, понимать намерения и проблемы руководителей ликвидационных работ;
- провести процедуру закрытия после завершения восстановления;
- привлечь соответствующих представителей, чтобы обеспечить согласованные действия во время выполнения программы ликвидации разлива на побережье.

Более подробные сведения об имеющихся средствах анализа SCAT рассмотрены в практических рекомендациях IPIECA-IOGP по наблюдению и оценке загрязненной нефтью береговой линии (IPIECA-IOGP, 2014). Принципы SCAT равнозначно применяются к прибрежным и пресноводным инцидентам. Для обеспечения стандартизации или систематического подхода к оценке и сбору данных на местах разработан ряд форм для документирования данных о внутренних местах обитания (ORG, 2014).

Для успешной реализации SCAT требуется специализированная группа, знакомая с целями и терминологией. Эта группа должна быть полностью интегрирована в систему управления инцидентом, чтобы обеспечить применение их данных в процессах решения решений.

Варианты реагирования

Методы очистки загрязненных рек и наземных береговых линий схожи с техниками, применяемыми к морским береговым линиям (более подробную информацию о последних см. в методическом руководстве IPIECA-IOGP по очистке загрязненной нефтью береговой линии (IPIECA-IOGP, 2015a). В этом контексте широко применяется термин «очистка», который включает различные варианты промывки водой, ручное и механическое удаление нефти, а также удаление загрязненной растительности и мусора. Он может подразумевать как полное, так и частичное удаление нефти с береговой линии. Масштаб ликвидационных операций может быть различным для небольших наземных разливов, и в зависимости от конкретных обстоятельств разлива методы могут требовать некоторой корректировки.

В то время как взаимодействие морской береговой линии и нефти обуславливается энергией приливов и волн, в озерах эту роль выполняют волны, а в водотоках и реках — течение. Тот факт, что пресноводные системы более ограничены, чем морская среда, ведет к меньшей растворимости нефти в воде и более слабым характеристикам распространения. В результате в пресноводных местах обитания концентрация нефти может быть выше.

HDR

Удаление нефти из болот, загрязненных тяжелым дизельным топливом — для уменьшения эффекта вытаптывания применяются трапы.

Многие материковые места обитания трансформировались под влиянием человеческой деятельности, включая городское и пригородное строительство, создание коммерческих и промышленных объектов, а также изменение рельефа в результате сельскохозяйственной деятельности. В результате исходный ландшафт может исчезать или существенно изменяться. Эти факторы могут привести к уменьшению беспокойства об экологической чувствительности таких мест обитаний к воздействию нефти и применимости более агрессивных методов очистки.

В то время как морские береговые линии классифицируются на основе приливной зоны, материковые места обитания классифицируются следующим образом:

- Берега озер классифицируются по зоне наката от действия волн. Зоны наката соответствуют морским приливным зонам и включают надприбойную зону, зоны верхнего прибоя, нижнего прибоя и зону погружения (до места прекращения роста растений с корневой системой).
- Зоны речных берегов классифицируются по уровню воды и включают пойменные русла (заливные луга), реки с высокими берегами, низкими берегами и со средним течением (открытые валы или мели в канале).

Под воздействием приливов в морской среде обычно образуются более широкие береговые линии чем зоны наката на берегах пресноводных водоемов. В условиях пресной воды береговая линия шириной один метр считается широкой, тогда как в морских условиях это очень узкий берег. Берега пресноводных водоемов включают ил, глину и другие покрытые отложениями и растительностью береговые линии.

Изменения в уровне воды на морских береговых линиях обычно можно спрогнозировать (т.к. они зависят от приливов), в то время как изменения в уровне пресноводной воды непредсказуемы (например, из-за ураганов или стока после осадков). Эти непредсказуемые изменения уровня воды могут значительно повлиять на операции очистки, а также на естественные процессы удаления нефти. Небольшие потоки и мелкие водоемы могут загрязняться нефтью по всей длине канала, что определяет необходимость очистки всего дна водотока от берега до берега. Необходима оценка экологических последствий от такого распространения нефти и сравнение возможного ущерба от ручного и механического сбора и вариантом естественного разложения, не предусматривающим вмешательство.

Таблица 3 *Сводка относительных последствий от методов физического вмешательства в пресноводных местах обитания и береговых линиях при отсутствии разлитой нефти*

Метод физической очистки	Водная среда				Тип места обитания на береговой линии							
	Открытые воды	Небольшие озера/пруды	Большие реки	Небольшие реки/потоки	Материковый грунт	Искусственные строения	Песок	Заросший берег	Песок и гравий	Гравий	Ил	Болотистая местность
Естественное очищение	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Установка боновых заграждений	Н	Н	Н	Н	–	–	–	–	–	–	–	–
Сбор скиммерами	Н	Н	Н	Н	–	–	–	–	–	–	–	–
Барьеры/уступы	–	–	–	В	–	–	–	–	–	–	–	–
Физический сбор	Н	Н	Н	Н	–	–	–	–	–	–	–	–
Ручной сбор нефти/очистка	Н	В	Н	С	Н	Н	Н	В	С	С	В	В
Применение механических средств	Н	В	В	В	–	С	С	В	С	С	В	В
Сорбенты	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	С
Вакуумные установки	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	Н	Н	В	С
Уборка мусора	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	С
Промывка отложений	–	В	–	В	–	–	С	В	С	С	В	В
Уборка растительности	Н	В	С	В	–	–	–	В	–	–	–	В
Контролируемое сжигание нефти на месте разлива	Н	С	Н	С	Н	Н	С	С	С	С	В	С
Затопление	–	–	–	–	Н	Н	Н	Н	С	Н	Н	Н
Промывка холодной водой под низким давлением	–	–	–	–	Н	Н	С	Н	Н	С	В	Н
Промывка холодной водой под высоким давлением	–	–	–	–	Н	Н	В	В	В	В	В	В
Промывка горячей водой под низким давлением	–	–	–	–	С	Н	В	В	С	С	В	В
Промывка горячей водой под высоким давлением	–	–	–	–	С	Н	В	В	В	В	В	В
Пропаривание	–	–	–	–	С	Н	В	В	С	С	В	В
Пескоструйная обработка	–	–	–	–	В	С	–	–	–	–	–	–

Источник: API-NOAA, 1994

Н = низкий С = средний В = высокий

Любой метод очистки предполагает вмешательство в среду обитания и может нанести ей вред, даже если можно достичь отсутствия нефти. Лучше заранее, во время подготовки плана ликвидации аварийных разливов нефти, определить предпочитаемые методы. Для помощи в этом процессе существуют руководства по пресноводным местам обитания и соответствующим береговым линиям. Во время ликвидационной операции можно применять неформальный и ускоренный АСЭВ (см. стр. 15), который подтвердит выбор соответствующих методов реагирования, обеспечивая осуществимость, эффективность и минимальное вмешательство в окружающую среду при применении выбранного метода. Сводка относительных последствий от методов физического вмешательства в пресноводных местах обитания и береговых линиях при отсутствии разлитой нефти приведена в таблице 3 на странице 26.

Поверхностная мойка и средства для очистки берегов

Вещества для очистки берегов представляют собой продукты, которые упрощают или повышают эффективность удаления нефти при промывке водой. Нефть смывается или собирается с твердой поверхности, собирается боновыми заграждениями, скиммерами или сорбентами. Эти продукты предназначены для использования с тяжелыми видами нефти на твердых поверхностях, которые нельзя очистить простой водой, и их применение обычно не рассматривается как первоначальный метод очистки. Данные средства не эффективны в пористых местах обитания, таких как песчаные берега и болота.

Большая часть чистящих средств предназначена для поверхностной мойки. Некоторые из них также подходят для домашнего использования. Тем не менее, лишь некоторые из таких веществ обладают

a) Загрязненная каменная насыпь с сорбирующим боном на краю воды.
b) Распыляемое средство для очистки берегов.
c) Промывка после высыхания.
d) Очищенная каменная насыпь.

U.S. EPA

U.S. EPA

U.S. EPA

U.S. EPA

низкой токсичностью и не вызывают диспергирования удаленной нефти. Поскольку эти вещества обладают хорошими очистительными свойствами, некоторые из них могут применяться для очистки загрязненного оборудования на очистных сооружениях.

Накоплен большой опыт их использования местными ликвидаторами, такими как пожарные бригады, для быстрого удаления нефти с дорог и других твердых поверхностей. Предпочтение им отдается в случаях, когда требуется быстро открыть загрязненную область для безопасного общественного пользования. Тем не менее, для ограничения последующего распространения мобилизованной или диспергированной нефти требуется принятие соответствующих мер.

Лучшие вещества обладают высокой эффективностью удаления при низкой токсичностью в водной среде. Для надлежащего взаимодействия таких продуктов с нефтью перед промывкой водой обычно необходимо время на высыхание. В связи с этим, они не могут эффективно применяться при наличии волн или дождя, так как вода будет смывать эти вещества с загрязненной поверхности, прежде чем они начнут взаимодействовать с нефтью и мобилизовать ее.

Биоразложение

Хотя это не метод ликвидации разливов, позволяющий ограничить распространение нефти и собрать ее, последующие долгосрочные операции очистки могут включать задачи по стимулированию биоразложения. Микробы, разлагающие нефть, существуют повсюду, но для их роста требуется достаточно кислорода и питательных веществ, прежде всего азота и фосфора. В стоячей воде внутренних водоемов, где течение ограничено, например в некоторых болотах, прудах и озерах, обильный приток углеводородов может быть губительным для микробов, так как это приведет к ограничению кислорода и питательных веществ. Разложение разлитой нефти микробами протекает проще и быстрее, если компоненты нефти растворимы в воде. Тем не менее, такое наблюдается нечасто, поскольку большинство компонентов нефти плохо растворимы в воде или не растворимы вовсе. Легкие соединения, имеющиеся в нефтепродуктах, легкой сырой нефти и топливном этаноле отличаются лучшей растворимостью.

Если растворимые компоненты (например, нефтепродукты) доступны для микробов в больших количествах, быстрый рост микробов может истощить кислород, растворенный в небольших водоемах и вызвать гипоксию, замедление роста и повлиять на другие виды, живущие в воде. Убыток растворенного в воде кислорода может привести к гибели рыб. Исследования показали, что добавление удобрений позволяет ускорить темпы разложения при нехватке питательных веществ. Однако это также может привести к эвтрофикации, увеличивая вероятность гипоксии.

Биоразложение не является новой методикой ликвидации нефтяных разливов. Этот процесс протекает естественным образом, независимо от стимулирования путем добавления питательных веществ. Скорость биоразложения зависит от четырех ключевых факторов: питательных веществ, кислорода, температуры окружающей среды и степени загрязнения. Разложение небольших объемов нефти может произойти за несколько недель или в течение вегетационного периода. Поскольку для биоразложения толстых слоев нефти могут потребоваться месяцы, этот процесс не относится к методам реагирования, однако представляет собой способ, который может быть задействован после удаления основных объемов нефти путем применения других методов очистки.

При обсуждении целевых результатов ликвидационной операции могут возникнуть трудности, так как заинтересованные стороны могут настаивать на удалении всех следов нефти во время очистки. Тем не менее, способность биологического разложения основных нефтяных соединений под действием естественных процессов является важным фактором в процессе АСЭВ, поэтому он должен учитываться при анализе наряду с возможным ущербом от применения других методов очистки.

Затонувшая нефть

Затонувшая в пресной воде плотная нефть ставит перед ликвидаторами особенные задачи. Найти затонувшую нефть может быть проблематично, так как ее попросту не видно. В рамках изучения толщи воды и гидрологии поверхностных вод можно сделать первоначальные прогнозы по участкам накопления осадков (батиметрия), чтобы выявить возможные естественные зоны осаждения (например, заводи от извилин на реке, края озера или впадины на дне потока). После этого выполняется отбор проб и разведка нефти. В некоторых случаях температурные изменения и сезонные факторы могут привести к появлению нефтяной пленки, что может указывать на наличие затонувшей нефти. Для помощи в поиске затонувшей нефти могут применяться сорбирующие барабаны (помпоны) или подушки, прикрепленные к грузу и протягиваемые по дну.

Действия по очистке могут включать перемешивание или аэрацию дна реки или озера для стимулирования выхода нефти с последующим ее сбором после выхода на поверхность. Также может быть рассмотрен вариант выемки загрязненных отложений. В любом случае обработка затонувшей нефти вероятнее всего станет долгосрочным проектом, выходящим за рамки чрезвычайного этапа ликвидационной операции.

U.S. EPA

Подача воды на отложения реки с целью выпуска затонувшей нефти с последующим вымыванием ее на поверхность.

Выводы

Наземные разливы обычно меньше по масштабам, чем разливы на море и морских береговых линиях, но происходят значительно чаще. Наземные разливы не получают такого внимания от широкой общественности и средств массовой информации, как крупные морские разливы.

К операциям по ликвидации наземных нефтяных разливов применяются те же принципы, что и для морских разливов, однако существуют и значительные различия. Даже небольшие наземные разливы зачастую оказывают прямое воздействие на население, причем точечность этого воздействия выше по сравнению с морскими разливами аналогичного масштаба. Эти разливы с большей вероятностью связаны с нефтепродуктами и поднимают вопросы безопасности не столько из-за вероятной близости к населению, сколько из-за опасений по поводу токсичных паров и опасности возгорания. Разливы могут происходить вблизи домов и предприятий, вдоль дорог, в больших и малых городах. Эта близость может, а зачастую должна, определять приоритеты, среди которых:

- рпредотвращение воздействия нефти на запасы питьевой воды;
- контроль паров углеводородов и дыма для защиты ликвидаторов и населения, блокировка запретных зон, где проводятся работы;
- предотвращение воздействия нефти на домашний скот и животных;
- ограничение перебоев морского движения, создание мест временного проживания и закрытие предприятий, при необходимости.

Ликвидационные мероприятия, особенно при небольших разливах, могут проводиться и/или контролироваться исключительно местными органами. Ликвидация небольших наземных разливов может быть осуществлена относительно небольшой группой и зачастую значительно быстрее, чем в случае с морскими разливами, а географическая зона воздействия может быть весьма ограниченной. В случаях, когда существует вероятность наземного нефтяного разлива из стационарных установок или других ресурсов, целесообразно разработать подробный план ликвидации аварийных разливов нефти на основании реалистичных сценариев разливов, что позволит повысить эффективность взаимодействия и координации в реальной ситуации.

На основании исследований наземных разливов и соответствующих ликвидационных операций, проводимых в отрасли, разработано руководство по методам реагирования, учитывающих типы нефти и чувствительность различных сред обитания. Это руководство содержит основные сведения о выборе подходящего метода реагирования, обладающего одновременно высокой эффективностью и суммарной экологической выгодой.

Дополнительная литература

API-NOAA (1994). *Inland Oil Spills: Options for Minimizing Environmental Impacts of Freshwater Spill Response*. American Petroleum Institute and National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington DC, June 1994. http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/shoreline_countermeasures_freshwater.pdf

CEDRE (2009). *Use of Sorbents for Spill Response: Operational Guide*. Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution, Brest, France. www.cedre.fr/en/publication/operational-guide/sorbent/sorbent.php

Energy Institute (2004). *Inland waters oil spill response: a guidance document incorporating the strategies and techniques for responding to inland surface water oil spills in the UK*. London, April 2004. www.energypublishing.org/publication/ei-technical-publications/environment/oil-spills/inland-waters-oil-spill-response-a-guidance-document-incorporating-the-strategies-and-techniques-for-responding-to-inland-surface-water-oil-spills-in-the-uk

IOGP (2012). Arctic Oil Spill Response Technology Joint Industry Programme (website). www.arcticresponsetechnology.org

IPIECA-IOGP (2012). *Oil spill responder health and safety*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 480. http://oilspillresponseproject.org

IPIECA-IOGP (2014). *A guide to oiled shoreline assessment (SCAT) surveys*. IPIECA-IOPG Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 504. http://oilspillresponseproject.org

IPIECA-IOGP (2015). *Response strategy development using net environmental benefit analysis (NEBA)*. IPIECA-IOPG Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 527. http://oilspillresponseproject.org

IPIECA-IOGP (2015a). *A guide to oiled shoreline clean-up techniques*. IPIECA-IOPG Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 521. http://oilspillresponseproject.org

ORG (2014). Inland SCAT Forms available for download at the 'Shoreline Cleanup Assessment Technique' website provided and maintained by Owens Response Group: www.shorelinescat.com/Inland.html

OSRL (2013). *Inland Operations Field Guide: An operational guide to the containment and recovery of oil spills in the inland environment*. Oil Spill Response Limited, Southampton, UK, September 2013. www.oilspillresponse.com/technical-development/technical-field-guides

Sergy, G. and Owens, E. H. (2011). 'Differences and Similarities in Freshwater and Marine Shoreline Oil Spill Response'. In *Proceedings of the International Oil Spill Conference*, March 2011, Vol. 2011, No. 1, pp. abs62. http://ioscproceedings.org/doi/full/10.7901/2169-3358-2011-1-62

От авторов

Текст этого документа подготовлен Давидом Фритцем (David Fritz) из HDR Inc и отредактирован Алексисом Стином (Alexis Steen, ExxonMobil) и Питером Тэйлором (Peter Taylor, Petronia).

Эта страница преднамеренно оставлена пустой

IPIECA

IPIECA — международная ассоциация представителей нефтегазовой промышленности по экологическим и социальным вопросам. Данная организация разрабатывает, распространяет и содействует распространению положительного опыта и знаний для улучшения экологической и социальной эффективности промышленности. IPIECA является главным каналом коммуникаций отрасли с Организацией Объединенных Наций. При помощи своих участников, возглавляющих рабочие группы, а также исполнительного руководства, IPIECA объединяет коллективный опыт нефтегазовых компаний и ассоциаций. Ее уникальное положение в промышленности позволяет ее участникам эффективно реагировать на ключевые экологические и социальные проблемы.

www.ipieca.org

International Association of Oil & Gas Producers

Международная ассоциация производителей нефти и газа (IOGP) представляет первичные нефтегазовые отрасли перед международными организациями, включая Международную морскую организацию, Конвенции региональных морей Программы ООН по окружающей среде (UNEP), а также другие группы под эгидой ООН. На региональном уровне IOGP является представителем промышленности в Европейской комиссии и парламенте, а также Комиссии ОСПАР в Северо-восточной Атлантике (OSPAR). Немаловажна роль IOGP в распространении передового опыта, особенно в областях здоровья, безопасности, экологической и социальной ответственности.

www.iogp.org

© IPIECA-IOGP 2015 Все права защищены.