УДК 614.8:656.1:665.6/.7

Оценка возможных последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в результате дорожно-транспортных происшествий. Обоснование оптимального состава сил и средств локализации и ликвидации последствий аварий

ISSN 1996-8493
© Технологии гражданской безопасности, 2009

Б.В. Малышев, ООО «Системы управления производственными рисками»
Н.А. Ефимов, ООО «Системы управления производственными рисками»

Аннотация
Рассмотрены три сценария развития чрезвычайной ситуации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов при транспортировке автотранспортом и в автоцистернах; проведена оценка возможных последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и дано обоснование оптимального состава сил и средств локализации и ликвидации последствий аварий.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, комплексная безопасность, прогнозирование, риск, программный комплекс, трудоемкость, категорирование объекта, анализ, уровень защищенности, экспертиза, автоматизированная база, мониторинг, справочник, диалоговое окно.

Oil spills consequences estimation as a result of traffic accident. Justification of forces and means for localization and liquidation of accident consequences

ISSN 1996-8493
© Civil Securiti Technology, 2009

B.V. Malyshev, Industrial risks management systems Ltd
N.A. Efimov, Industrial risks management systems Ltd

Abstract
There are examined three scenarios of accident oil spills emergency situations development at oil products auto transportation. Estimation of possible consequences and justification of forces and means for localization and liquidation of accident consequences was done.

Key words: emergency situation, accident oil spill, transportation of oil products, traffic accident, localization and liquidation of oil spills, force.

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, возникающие при разведке предприятиями (организациями) месторождений, добыче нефти, а также при ее переработке, транспортировании, хранении, являются одними из наиболее опасных по своим последствиям видов чрезвычайных ситуаций (ЧС). Эти ЧС могут повлечь гибель людей или нанести ущерб здоровью, причинить колоссальный ущерб окружающей природной среде, привести к серьезным материальным потерям и нарушению условий жизни и работы людей.

Одним из основных источников опасности возникновения разливов нефти и нефтепродуктов является существующая в России система нефтепродуктообеспечения, в особенности система трубопроводного транспорта страны, которая к настоящему моменту изношена более чем на 70%. Помимо трубопроводного транспорта для транспортировании нефти и нефтепродуктов используют грузовой транспорт: водный (морской, речной), железнодорожный, автомобильный.

В перевозках на небольшие расстояния последний является наиболее оптимальным или единственно возможным средством доставки нефти или нефтепродуктов. Чаще всего нефтепродукты перевозят от нефтебазы до автозаправочных станций или транспортируют сырую нефть с малодебитных скважин до пункта сбора нефти. Несмотря на то, что доля автомобильных перевозок нефти и нефтепродуктов невелика в общем объеме транспортировании всеми видами транспорта, чрезвычайные ситуации при дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), связанные с разливами нефти и нефтепродуктов могут иметь довольно тяжелые гуманитарные, экологические и экономические последствия.

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов могут являться источниками чрезвычайных ситуаций, связанных со взрывами и возгораниями разливов. Маршруты транспортирования проходят по оживленным автомагистралям, через населенные пункты, вблизи водных объектов, лесных массивов, особо охраняемых зон. Поэтому, даже относительно небольшие объемы разлитых нефтепродуктов в некоторых условиях могут представлять серьезную опасность.

Лишнее тому подтверждение — недавняя чудовищная трагедия, произошедшая в населенном пункте Мало (Кения). Бензовоз попал в автодорожную аварию, образовалась утечка нефтепродукта. Сотни местных жителей стянулись к месту разлива, чтобы набрать топлива. В результате воспламенения бензина в огне погибло 111 человек. К сожалению, в России зачастую имеют место подобные, хотя и не столь трагичные, события при перевозке автомобильным транспортом опасных грузов, в том числе нефти и нефтепродуктов.

Рассмотрим гипотетическую аварию с разливом бензина в результате разгерметизации автоцистерны, перевозящей топливо от нефтебазы до АЗС, расстояние между которыми более 200 км. Для перевозок нефтепродуктов на такие расстояния обычно применяют автоцистерны-прицепы, объемом порядка 30 м^3 (3 секции по 10 м^3).

Основными причинами образования разлива нефтепродукта будут являться: ДТП по вине водителя автоцистерны или других участников дорожного движения, неудовлетворительное состояние дорожного покрытия, нарушение правил перевозки опасных грузов, неисправность запорной арматуры.

Объем разлившихся из автоцистерн нефти и нефтепродуктов может быть определен как максимально возможный, исходя из требований Постановления Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613, а также как проектный, исходя из технологических особенностей объекта. В настоящем расчете примем максимально возможный объем разлившихся из автоцистерн нефти и нефтепродуктов — 100% объема автоцистерны. При этом отдаем себе отчет, что такое развитее событий, с разгерметизацией сразу трех отсеков автоцистерны, представляется маловероятным. Тем не менее, принимая указанный объем утечки из автоцистерны, мы не занижаем последствия чрезвычайной ситуации, а следовательно и количество необходимых сил и средств для локализации и ликвидации разлива нефтепродукта. В результате расчета получим оценку превышающую показатели риска чрезвычайной ситуации и необходимых сил и средств для ее ликвидации. Разливы нефти и нефтепродуктов, которые могут иметь место при проведении сливо-наливных операций (поскольку большие объемы утечек маловероятны, процессы слива-налива происходят под контролем сотрудников площадного объекта, на котором производится операция), рассматривать не будем.

Предположим, что маршрут движения автоцистерны от нефтебазы до АЗС, расположенной в городе, проходит по дороге 3-й категории, с участками прохождения дороги вблизи рек. Основными причинами полной разгерметизации автоцистерны будем считать ДТП или плохое состояние автодороги и прилегающих к ней территорий.

Далее, независимо от причин аварий, рассматриваем 100% разгерметизацию автоцистерны и разлив содержимого (бензина) в следующих ситуациях:

– разлив на почву вдоль трассы (сценарий С1);

– разлив вблизи водных объектов, с условным попаданием всего объемы нефтепродуктов в водоем (сценарий С2);

– разлив нефтепродукта на твердую асфальтобетонную поверхность в населенном пункте (сценарий С3).

Рассматриваемые чрезвычайные ситуации, связанные с разливом нефтепродукта, являются ЧС муниципального значения, соответствующие 2-му уровню реагирования. Для работ по локализации и ликвидации разлива нефти или нефтепродуктов привлекаются аварийно-спасательные формирования или формирования, привлекаемые по договору транспортирующей организации, также могут быть привлечены силы и средства муниципальных образований, на территории которых образовался разлив нефтепродуктов.

Анализ сценария С1 (ЧС(Н) на грунте)

В результате разгерметизации автоцистерны все содержимое автоцистерны разольется по поверхности грунта. Площадь образовавшегося пятна будет зависеть от множества факторов, в том числе: рельефа поверхности, типа почвы, содержания в ней воды, температуры и др. Рассчитаем площадь пятна разлива бензина исходя из толщины слоя нефтепродукты на поверхности грунта равной — 5 см. Площадь разлива составит:

$F = 30 / 0{,}05 = 600$ м^2.

Диаметр разлива нефтепродукта определим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \approx 28 \text{ м.}$$

Нормативными требованиями (Постановление Правительства РФ № 240 от 15.04.2002 г.) установлено предельное время для локализации разлива нефти и нефтепродуктов на почве, которое составляет 6 часов. Время, в течение которого могут проводиться работы по ликвидации разлива нормативными документами, не регламентируется. Для рассматриваемого сценария аварии время ликвидации будем считать равным 24 часам.

Для локализации разлива нефтепродуктов возводят дамбу, окружающую разлив с одной из сторон. Принимаем, что длина дамбы должна равняться полупериметру загрязненной территории, исходя из максимально возможной расчетной площади загрязнения, высота дамбы принимается равной 0,5 м, ширина по основанию — 0,5 м. Если вытекание нефтепродукта из автоцистерны прекращено или завершено, возведение дамбы может не потребоваться, т.к. дальнейшего распространения пятна разлива не будет.

Количество землеройной техники (экскаваторов) (Nэ), необходимой для возведения дамбы для локализации ЧС(Н) в нормативное время, определяется по формуле:

$$N_э = \frac{W_д \times T_н}{1000 \cdot T_{лок}},$$

где $W_д$ — объем дамбы, м^3;

$T_н$ — нормативное время на возведение дамбы объемом 1000 м^3, принимаемое равным для грунтов 2 группы 42,0 маш. часа;

$T_{лок}$ — время, в течении которого проводится локализация, принимается равным 4 часам при условиях доставки техники к месту разлива за в течении 2 часов.

Объем дамбы $W_д$ вычисляется по формуле:

$$W_д = \pi \times d \times 0{,}125 = 11 \text{м3},$$

где 0,125 — площадь сечения дамбы, м^2.

Находим необходимое число экскаваторов:

$N_э = 11$ х 42/(1000 х 4) = 1 экскаватор,

Количество бульдозеров ($N_б$) для удаления загрязненного грунта определяется по формуле:

$$N_б = \frac{F \times T_г}{1000 \cdot T_{лик}},$$

где:

F — расчетная максимальная площадь загрязненной территории;

$T_г$ — нормативное время на срезание 1000 м^2 грунта толщиной 20 см, принимаемое равным 1,4 маш. часа;

$T_{лик}$ — нормативное время проведения работ по ликвидации ЧС(Н) принимаемое равным 24 часам.

Отсюда находим необходимое количество бульдозеров:

$N_б = 600$ х 1,4/(1000 х 24) = 1 бульдозер.

Количество экскаваторов для погрузки снятого нефтезагрязненного грунта определяется по формуле:

$$N_э = \frac{V_{грунта}}{Q_э \times T_{лик}},$$

где:

$V_{грунта}$ — объем снятого грунта;

$Q_э$ — производительность экскаватора (принимается равным 20 м3/час);

$T_{лик}$ — нормативное время проведения работ по ликвидации ЧС(Н) принимаемое равным 24 часам.

Отсюда для максимальной аварии на продуктопроводе:

$N_э = 600$ х 0,2 /(20 х 24) = 1 экскаватор.

Необходимое количество самосвалов N_c для перевозки нефтезагрязненного грунта определяется по следующему алгоритму. Время движения автомобиля по маршруту «место ЧС(Н) — полигон — место ЧС(Н)» $T_ц$ примем не более 4 часов. За один цикл автомобиль перевозит объем нефтезагрязненного грунта равный $V_{кузова}$.

За время операции по ликвидации АРН каждый автомобиль совершит $N_{поездок}$:

$$N_{поездок} = (\frac{T_{лик}}{T_ц} + 1),$$

где $T_{лик}$ — время ликвидации АРН.

Таким образом, необходимое количество самосвалов (объем кузова $V_{кузова}$ принят равным 12 м^3) определяется как отношение суммарного объема нефтезагрязненного грунта к объему грунта, которые способен перевезти один самосвал за время проведения локализационных работ:

$$N_c = \frac{V_{грунта}}{(\frac{T_{лик}}{T_ц} + 1) \times V_{кузова}} = \frac{600 \times 0.2}{(\frac{24}{4} + 1) \times 12} = 2 \text{ самосвала,}$$

где $V_{грунта}$ — объем собираемого грунта определяется исходя из площади пролива и толщины слоя снимаемого грунта, м^3.

Число всех работников, задействованных в работах ЛАРН зависит от количества единиц используемых технических устройств и должно учитывать посменный режим работы.

Для координации взаимодействия все подразделения АСФ должны быть обеспечены мобильными средствами связи, из расчета 1 станция на 5 человек членов аварийной бригады.

Для контроля загрязнения окружающей среды необходимо использовать приборы для оперативного химического анализа проб, а также проводить осмотр, отбор образцов и их анализ.

Суммарный экологический ущерб с учетом восстановления плодородного слоя земли не превысит 100 тыс. руб.

Анализ сценария С2 (ЧС(Н) в акватории реки)

В результате разгерметизации автоцистерны все 30 $м^3$ бензина попадут в реку. Ширину реки условно примем равной 50 м, скорость течения реки — 0,5 м/с.

Для 30 $м^3$ бензина, разлившегося на водной поверхности, первоначальная площадь может составить:

$F = k \times m = 2{,}5\ м^2/кг \times 30\ м^3 \times 720\ кг/м^3 = 54000\ м^2$,

где m — масса нефтепродукта, кг; k — эмпирический коэффициент, при растекании по водной поверхности — 2,5 $м^2$/кг.

Диаметр первоначального нефтяного пятна, по существу, представляет собой длину фронта распространения пролитого нефтепродукта, которую необходимо локализовать. Для имеющегося разлива диаметр пятна определим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \approx \sqrt{F}\,.$$

Таким образом в условиях свободного разлива, диаметр пятна составил бы порядка 250 м. Вследствие наличия границ разлива в виде берегов реки, фронт распространения пятна будет равен ширине реки (d =50 м).

Для локализации разливов нефти и нефтепродуктов на воде используют боновые заграждения. Нормативными требованиями (Постановление Правительства РФ № 240 от 15.04.2002 г.) установлено предельное время для локализации разлива нефти и нефтепродуктов на акватории, которое составляет 4 часа. Таким образом, с момента поступления информации о разливе нефтепродукта в течение 4 часов аварийно-спасательное формирование должно установить боновые заграждения для предотвращения дальнейшего распространения загрязнения. Технология установки боновых заграждений предполагает спуск их на воду ниже по течению от пятна разлива. В целях оперативного вмешательства АСФ в развитие аварийной ситуации, заранее должно быть смоделировано распространение пятна разлива в зависимости времени, прошедшего с момента образования разлива. Существуют математические модели, позволяющие с большой точностью оценить распространение нефтепродуктов по поверхности водоема. В условиях решаемой задачи движение пятна нефтепродуктов на реке будет определяться в основном скоростью течения реки. Допустим, что время доставки сил и средств АСФ до места спуска боновых заграждений составляет 2 часа, тогда фронт нефтяного пятна будет находиться примерно в 4 км по реке от места первоначального разлива.

Для надежной локализации разлива потребуются боновые заграждения длиной:

$L_{БЗ} = 2 \times 50 \times 1{,}1 = 110$ м,

где $L_{БЗ}$ — длина боновых заграждений, м;

1,1 — коэффициент, учитывающий технические требования по процедуре установки заграждения, а также учитывающий дополнительно 10% длины бонового заграждения.

Для установки боновых заграждений потребуются 1 или 2 установщика боновых заграждений.

После проведения срочных работ по локализации разлива нефтепродуктов необходимо по возможности максимально полно ликвидировать разлив. Для рассматриваемого сценария аварии время ликвидации будем считать равным 10 часам.

Суммарная необходимая производительность нефтесборщиков/нефтесборных устройств определяется из условий сбора разлитой нефти за 10 часов по формуле:

$Q_{сбора} = V_{АРН} / (\alpha \times 10) = 30 / (0{,}2 \times 10) = 15\ м^3$/час,

где $V_{АРН}$ — расчетный максимальный объем разлива, $м^3$;

α — коэффициент эффективности работы технических средств сбора нефтепродуктов, характеризующий содержание нефтепродуктов в собираемой смеси (нефтепродукты с водой), принимается равным 0,2.

Необходимый объем емкостей для хранения собранной нефти определяется из условий обеспечения бесперебойной работы технических устройств и рассчитывается по формуле:

$V_{сбора} = V_{АРН} / (\alpha \times 0{,}8) = 30 / (0{,}2 \times 0{,}8) \approx 200\ м^3$,

где α — для расчетов принимать $\alpha = 0{,}2$;

0,8 — коэффициент, учитывающий, что заполнение емкости не должно превышать 80%.

Силы и средства для применения и сбора сорбентов используются при недостаточности сил локализации и механического сбора разлитых нефти и нефтепродуктов. Основная их задача — обработка тех участков нефтеразлива, которые вышли за пределы боновых заграждений и не могут быть ликвидированы силами и средствами механического сбора. Сорбенты применяются с помощью распылителей сорбента. Через три часа после применения сорбенты должны быть собраны и помещены в емкости для хранения и последующей переработки с целью регенерации сорбента и утилизации нефти. Способ применения сорбентов должен определяться, исходя из экономической целесообразности.

Необходимый объем сорбентов для разового применения определяется из условий сбора 50% от аварийного разлива нефти по формуле:

$V_{сорбента} = 0{,}5 \times V_{АРН} / j = 0{,}5 \times 30 / 5 = 3\ м^3$,

где j — сорбирующая способность сорбента, для расчетов принимаем j=5, $м^3/м^3$;

0,5 — коэффициент, учитывающий, что собирается 50% аварийного разлива нефти.

Объем емкостей для использованных сорбентов должен обеспечить их хранение до переработки.

Производительность механических распылителей сорбента (соответственно их количество) определяется по формуле:

$Q_{расп.} = V_{сорбента} / 3 = 1$ м^3/час,

где $V_{сорбента}$ — объем необходимого сорбента для разового применения, м^3;

3 — время, в течении которого будет распылятся сорбент.

Для очистки загрязненных береговых поверхностей могут применяться устройства для смыва нефти/нефтепродукта, устройства для среза и вывоза грунта.

Принимается, что при вероятности загрязнения береговой черты свыше 0,1 на каждые 3 км загрязнения требуется наличие:

одного устройства для смыва нефти/нефтепродукта;

одного устройства для среза и вывоза грунта;

одного устройства для сбора смытой нефти/нефтепродукта.

Так как нефтяное пятно удалилось на 4 км от места разлива, максимально может потребоваться по 2 устройства: для смыва нефти/нефтепродукта; для среза и вывоза грунта; для сбора смытой нефти/нефтепродукта.

Число работников АСФ, задействованных в работах ЛАРН зависит от количества единиц используемых технических устройств и должно учитывать посменный режим работы.

Для координации взаимодействия все подразделения АСФ должны быть обеспечены мобильными средствами связи, из расчета 1 станция на 5 человек членов аварийной бригады.

Для контроля загрязнения окружающей среды необходимо использовать приборы для оперативного химического анализа проб, а также проводить осмотр, отбор образцов и их анализ.

Суммарный экологический ущерб бут складываться из ущерба загрязнения акватории реки и ущерба загрязнения атмосферного воздуха.

Оценим возможный экологический ущерб от загрязнения акватории реки по формуле:

$$\text{Ущерб}_{\text{вода}} = 5 \cdot 27550 \cdot 1{,}62 \cdot 0{,}2 \cdot m \approx 1 млн.руб,$$

где:

m — суммарная масса вылившихся в реку нефтепродуктов;

27550 — Базовый норматив платы за сброс в водные объекты нефти и нефтепродуктов, установленный в 2003 году;

1,62 — коэффициент, с которым применяется норматив в 2009 году;

5 — повышающий коэффициент;

0,2 — остаточное содержание нефтепродукта в воде после проведения работ по ЛАРН.

Значение ущерб от загрязнения воздуха будет много меньше ущерба от загрязнения акватории реки, поэтому его не оцениваем.

Анализ сценария С3 (ЧС(Н) в городе)

В результате разгерметизации автоцистерны в городе все содержимое автоцистерны разольется по твердой асфальтобетонной поверхности. Среднюю толщину слоя нефтепродуктов примем равной 5 см и допустим также, что сточные коллекторы отсутствуют или засорены. Площадь разлива составит:

$F = 30 / 0{,}05 = 600$ м^2.

Условный диаметр разлива определим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \approx 28 \text{ м}.$$

Чрезвычайная ситуация связанная с разливом нефтепродуктов (бензин) на твердую поверхность в городе отличается от разливов на почве и воде. При аварийном разливе нефти и нефтепродуктов создается угроза возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных со взрывами и пожарами пролива. В населенном пункте вероятность эскалации аварии, связанной с воспламенением разлива, более высокая нежели при разливах на почву или водную поверхность, так как с твердой поверхность испарение бензина происходит эффективнее и вероятность наличия источника воспламенения в городе довольно высока. В населенном пункте в результате эскалации аварии могут появиться пострадавшие и погибшие от действия поражающих факторов, повреждены или разрушены жилые дома и здания.

Оценим возможные зоны действия поражающих факторов: взрыва, пожара пролива.

Массу бензина в облаке топливно-воздушной смеси, которая испариться с поверхности пролива:

$m_{ТВС} = 0{,}00065 \text{ x } F \text{ x } 900 = 351$ кг,

где 0,00065 кг/(с х м^2) — масса бензина, испаряющаяся с поверхности 1м^2, за 1 с;

900 с — условное время, в течении которого будет происходить увеличение массы топлива в облаке ТВС.

Оценив по методике ТВС [5] зоны взрыва получим следующие размеры зон:

– зона сильных разрушений — 15 м;

– зона значительных разрушений — 43 м;

– зона минимальных повреждений — 144 м.

В случае возгорания пролива бензины будут следующие зоны пожара:

– радиус разлития — зона очага пожара — 14 м;

– зона с интенсивностью теплового излучения I=10,5 кВт/м^2 — 6 м от границы разлива (сильные ожоги);

– зона с интенсивностью теплового излучения I=7,0 кВт/м^2 — 10 м от границы разлива (ожоги средней тяжести и слабые ожоги);

– зона с интенсивностью теплового излучения I=1,4 кВт/м^2 — 35 м от границы разлива (практически без негативных последствий).

В случае присутствия в указанных зонах скопления людей, зданий, объектов социального значения, число жертв и пострадавших может достигать нескольких десятков человек. В связи с этим, в условиях города осо-

бенной важна оперативность и слаженность действий оперативных служб, пожарных подразделений и аварийно-спасательных формирований. Операции по локализации и ликвидации аварийного разлива нефтепродуктов могут быть начаты только после полного исключения возможности возгорания разлива и ограничения доступа посторонних в зону ЧС(Н).

Работы по локализации и ликвидации разлива нефтепродукта на твердой поверхности, в зависимости от ситуации, могут проводиться различными способами. Наиболее простым и быстрым является смыв нефтепродуктов водой в ближайший коллектор дождевых вод. Иначе разлив может быть локализован специальными бонами, нефтепродукт откачан в емкости, а остатки нефтепродуктов засыпаны сорбентом или песком. В любом случае объем работ по ЛАРН много меньше, чем в случаях развития аварий по сценариям 1 и 2.

Экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха будет незначительным. Материальный и социально-экономический ущербы оценивать не имеет смысла, так как они могут находиться в очень широких пределах.

Были рассмотрены три типовых сценария развития аварийной ситуации, связанной с разливом нефтепродуктов на почве, акватории и твердой поверхности в условиях города. Очевидно, что сценарий аварии с разливом на почву наиболее вероятен, т.к. зоны пересечения или прохождения маршрута вблизи водоема занимают малую долю всей длины маршрута, вероятность аварии в городе также ниже чем на трассе, так как маршрут движения автоцистерны по городу заранее прокладывается таким образом, чтобы максимально сократить движение по центру, и густонаселенным районам города. Тем не менее, несмотря на низкую вероятность аварий в акваториях и городе, данные сценарии требуют более оперативного и эффективного реагирования, привлечения большого числа сил и средств. Разлив вследствие бездействия или не адекватных действий аварийно-спасательных формирований, может причинить серьезный экологический ущерб. Разлив бензина в городе с дальнейшей эскалацией аварии с образованием пожара разлития или взрыва облака топливно-воздушной смеси, может причинить большой материальный ущерб и вызвать гибель и ранения людей, находящихся в зоне действия поражающих факторов. Сценарий разлива нефтепродукта на почву наиболее вероятен, но причиняемый такого рода авариями ущерб обычно небольшой. Максимально возможная площадь загрязненной почвы не превысит 600 м2, объем загрязненного грунта не превысит 120 м3. В большинстве же случаев разлитый нефтепродукт концентрируется в придорожной канаве, откуда легко откачивается, загрязненный грунт вывозится на переработку или шламонакопитель и заменяется не незагрязненный.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: Разливы нефти и нефтепродуктов в результате аварий при их транспортировке автомобильным транспортом, в автоцистернах, представляют серьезную опасность лишь при некоторых редких неблагоприятных условиях, в том числе при эскалации (воспламенении разлива) аварийной ситуации.

Литература

1. Постановления Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» (в редакции Постановления Правительства РФ от 15.04.2002 г. № 240).
2. Постановления Правительства РФ от 15.04.2002 г. № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
3. Приказ МЧС России от 28.12.2004 г. №621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти на территории Российской Федерации».
4. ГОСТ Р 12.3.047-98. Определение радиуса зон поражения пожаров пролива и огненных шаров.
5. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей.
6. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. ВНИИПО МЧС России 17.03.2006 г.

Сведения об авторах

Борис Владленович Малышев: ООО «Системы управления производственными рисками».

Никита Андреевич Ефимов: ООО «Системы управления производственными рисками».

Тел.: (495) 941-90-89.