

Научная статья
УДК 614.841.3
doi: 10.34987/2712-9233.2022.30.66.009

Системы прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов

Артур Александрович Богданов
Светлана Александровна Ступина
Любовь Викторовна Долгушина

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск, Россия
Автор ответственный за переписку: Любовь Викторовна Долгушина, se@sibpsa.ru

Аннотация. В статье рассмотрены классификация, категории чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливом нефти, нефтепродуктов и их социально-экономических последствий для населения и окружающей среды, прилегающей территорий. Приведены ситуационные модели наиболее опасных чрезвычайных ситуаций, связанных с хранением, транспортировкой и перекачкой нефти и нефтепродуктов. На примере Республики Хакасии показан мониторинг за разливами (утечками) нефтепродуктов на территории.

Ключевые слова: нефтепродукты, системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, локализация и ликвидация разлива нефтепродуктов

Для цитирования: Богданов А.А., Ступина С.А., Долгушина Л.В. Системы прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2022. № 3 (7). С. 56-61. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.30.66.009>.

Forecasting and monitoring systems for emergency situations caused by oil and petroleum product spills

Artur A. Bogdanov
Svetlana A. Stupina
Liubov V. Dolgushina

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia
Corresponding author: Liubov V. Dolgushina, se@sibpsa.ru

Abstract. The article considers the classification, categories of emergencies caused by oil and petroleum products spills and their socio-economic consequences for the population and the environment, adjacent territories. Situational models of the most dangerous emergencies related to storage, transportation and transfer of oil and petroleum products are given. The example of the Republic of Khakassia shows the monitoring of spills (runaways) of petroleum products on the territory.

Keywords: petroleum products, emergency monitoring and forecasting systems, localization and elimination of ignition of petroleum products

For citation: Bogdanov A.A., Stupina S.A., Dolgushina L.V. Systems of forecasting and monitoring of emergency situations caused by oil and oil products spills // Actual problems of safety In the technosphere. 2022. № 3 (7). С. 55-61. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.30.66.009>.

В России хорошо развита нефтехимическая промышленность. Широко используется такое вещество как нефть. Его мировое потребление измеряется многими миллионами тонн.

Нефтедобыча, нефтепереработка, а также хранение нефти и нефтепродуктов занимают ведущее место в экономике России как сырьевой страны. Подобных объектов по стране имеется большое количество и на всех на них имеется достаточно высокий риск возникновения чрезвычайных ситуаций преимущественно техногенного характера.

Наряду с развитием научно-технического прогресса в промышленности имеет место устойчивая тенденция роста числа аварий с все более тяжкими экологическими, экономическими и социальными последствиями.

Статистические данные свидетельствуют, что каждый год в Российской Федерации в резервуарных парках имеют место пять-семь пожаров, а если брать по всей нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности – то в районе 10-12 пожаров. За последние десять лет по иностранным данным произошло 10-кратное увеличение стоимости нефтепродуктов, добываемых и хранящихся в резервуарах, что в случае пожара обуславливает огромные материальные потери и порой гибель людей. Длительный характер носят, как правило, пожары в резервуарах, а время их тушения может быть несколько дней. Для тушения требуется большое количество ресурсов и сил.

Защита промышленных предприятий от пожаров и взрывов неразрывно связана с изучением пожаро-взрывоопасности технологического процесса производства.

Чрезвычайные ситуации, связанные с аварийными разливами нефти, представляют высокую и реальную опасность для населения и территорий. При определении потенциальных источников разливов нефти и нефтепродуктов в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 2451 от 31.12.2020 г., особое внимание должно быть уделено максимально возможным разливам нефтепродуктов. В технологическом процессе слива-налива (отгрузки-выгрузки) опасного материала всегда существует потенциальная опасность подпитывающего влияния источников пожарной опасности [1].

В соответствии с классификацией определяют уровень возможной чрезвычайной ситуации [2], исходя из объема разлива нефти и нефтепродуктов. Так при аварии на автоцистерне выливается 100 % объема нефтепродукта. В случае железнодорожного состава предполагают, что происходит разлив 50 процентов общего объема цистерн в железнодорожном составе. При аварийных ситуациях на трубопроводах уровень ЧС определяют исходя из величины воздействия. Так при порыве нефтепровода учитывают 25 процентов максимального объема прокачки в течение 6 часов и объем нефти между запорными задвижками на порванном участке трубопровода. А при проколе трубопровода уровень определяют, как 2 процента максимального объема прокачки в течение 14 дней. При разливе нефти и нефтепродуктов на стационарных объектах хранения уровень определяется из расчета 100 процентов объема максимальной емкости одного объекта хранения.

На размеры площади разлива нефтепродуктов и направление движения пятна влияют:

- время года в момент разлива;
- объём разлитого нефтепродукта;
- наличие и расстояние защитных сооружений от распространения разлива;
- рельеф, подстилающая поверхность и грунты в месте разлива;
- наличие на болотах мочажин, водоёмов и их размеры;
- наличие стоков в водотоки из водоёмов, расположенных на болотах в месте разлива;
- уровень обводнённости местности, где произошёл разлив;
- наличие растительности;
- метеорологические условия;
- попадание разлитого нефтепродукта в водотоки;
- время локализации разлива нефтепродукта.

В зависимости от объема и площади разлива нефти и нефтепродуктов на местности [3], выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

- локального значения – до 100 тонн нефти и нефтепродуктов на территории объекта;
- местного значения – разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы муниципального образования либо разлив до 100 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы территории объекта;

– территориального значения – разлив от 500 до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы субъекта Российской Федерации либо разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы муниципального образования;

– регионального значения – от 1000 до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив от 500 до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы субъекта Российской Федерации;

– федерального значения – разлив свыше 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив нефти и нефтепродуктов вне зависимости от объема, выходящий за пределы государственной границы Российской Федерации, а также разлив нефти и нефтепродуктов, поступающий с территорий сопредельных государств (трансграничного значения).

При хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов возможно возникновение чрезвычайных ситуаций, связанных с перекачкой, транспортировкой и хранением [4].

Перекачка нефти и нефтепродуктов осуществляется как правило на магистральном нефтепродуктопроводе. Здесь могут произойти следующие аварийные ситуации:

– разрыв на магистральном участке или отводе на нефтебазу, утечка нефтепродукта с выходом на рельеф местности;

– выход нефтепродукта из-под сальниковых трещин, свищей запорной арматуры или нефтепродуктопровода с последующим возгоранием;

– несанкционированная врезка;

– авария на линейно-производственной диспетчерской станции, в том числе пожар или разлив нефтепродукта.

В результате аварии на магистральном нефтепроводе может образоваться в низких местах озеро нефтепродуктов, площадь которого будет зависеть от его производственных мощностей. В этом случае будет нанесен как прямой материальный ущерб, так и экологический ущерб, который не всегда можно сразу оценить.

Хранение нефти и нефтепродуктов осуществляется на нефтебазах и автозаправочных комплексах и станциях. При возникновении крупных аварийных разливов нефтепродуктов (более 4 м²) на заправочных площадках в случае разрушения резервуара и выхода, хранимого в нем нефтепродукта в окружающее пространство возможно 3 варианта развития событий:

1) происходит мгновенное воспламенение разлившегося нефтепродукта и пожар разлива;

2) мгновенного воспламенения разлива не происходит, разлив воспламеняется через некоторое время без образования волн избыточного давления, то есть возникает пожар разлива;

3) мгновенного воспламенения разлива не происходит, образуется паровоздушное облако, которое воспламеняется с образованием волн избыточного давления.

Первый сценарий развития аварии резервуара (мгновенное воспламенения разлива) возможен, когда в месте разлива образуется источник зажигания. В этом случае произойдет пожар по всей площади разлива с образованием интенсивного теплового излучения.

Второй сценарий развития аварии, когда мгновенного воспламенения не происходит, разлив воспламенится без образования волн избыточного давления. Сценарий по своему протеканию похож на первый, но отличается по времени возникновения (загорание разлива происходит через некоторый промежуток времени от момента выхода нефтепродукта из резервуара).

Третий сценарий развития аварии, когда мгновенного воспламенения не происходит, а воспламенение происходит с образованием избыточного давления, заключается в том, что образовавшийся разлив не воспламенится сразу после выхода бензина из резервуара, а после того, как над поверхностью разлива образуется взрывоопасное облако. Затем во взрывоопасное облако попадает источник зажигания и происходит взрыв с образованием волн давления.

При автомобильных транспортировках возможны несколько вариантов развития событий. Так например, разгерметизация автоцистерны на внутренних путях нефтебазы может произойти в результате ее опрокидывания и повреждения котла при ударе о землю. Опрокидывание автоцистерны может произойти из-за наезда на препятствие достаточной высоты, либо гидродинамического удара при резком торможении в случае неполного заполнения емкости. Обе причины в той или иной степени связаны с ошибкой водителя автоцистерны, а также нарушением правил транспортировки нефтепродуктов. Кроме того, аварийная

разгерметизация автоцистерны может произойти в результате внешних повреждений, причинами которых могут стать соприкосновение автоцистерны с какими-либо препятствиями, имеющими острые выступы, либо наезд на другой большегрузный автомобиль. Причиной таких аварий является ошибка водителя автоцистерны, либо ошибка водителя другого большегрузного автомобиля. Также выход бензина в окружающее пространство возможен при разрыве соединительных рукавов при наливке автомобильной цистерны. Площадь разлива будет зависеть от объема автоцистерны.

В случае аварии железнодорожной цистерны и выхода перевозимого нефтепродукта в окружающее пространство возможно три варианта развития событий: мгновенное воспламенение нефтепродукта; мгновенного воспламенения разлива не произойдет, разлив воспламенится без образования волн избыточного давления; мгновенного воспламенения разлива не произойдет, разлив воспламенится с образованием волн избыточного давления.

Первый вариант развития аварии – мгновенное воспламенения разлива – возможен в случае, когда в месте разлива в окружающее пространство нефтепродукта образуется источник зажигания, способный зажечь этот разлив. В этом случаи произойдет пожар по всей площади разлива с образованием высокого теплового излучения.

Второй случай, когда мгновенного воспламенения не произойдет, разлив воспламенится без образования волн избыточного давления, очень похож на первый в схеме развития. Различия заключается лишь в том, что загорания разлива произойдет через некоторый промежуток времени от момента выхода нефтепродукта наружу.

Третий вариант развития аварии, когда мгновенного воспламенения не происходит, а воспламенение происходит с образованием избыточного давления, заключается в том, что образовавшаяся «лужа» нефтепродукта не воспламенится сразу после выхода ее из котла цистерны, а проходит определенное время, когда над ее поверхностью образуется взрывоопасное облако. Затем во взрывоопасное облако попадает источник зажигания и происходит взрыв с образованием волн давления.

Таким образом, кроме материального ущерба при чрезвычайных ситуациях на объектах хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов возникают значительные материальные потери, наносится ущерб окружающей природной среде, здоровью людей и создается реальная угроза человеческой жизни.

Мониторинг за разливами (утечками) нефтепродуктов на территории Республики Хакасии осуществляется в рамках территориальной системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ТСМП ЧС) и проводится на трёх уровнях:

- объектовым;
- местном;
- территориальном.

На местном уровне осуществляется мониторинг за разливами нефтепродуктов путём сбора информации через муниципальные единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС).

На территориальном уровне мониторинг за разливами нефтепродуктов осуществляют территориальные контрольные и надзорные органы:

- Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучию человека по Республике Хакасия;
- Управление федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Хакасия;
- Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Республике Хакасия;
- Министерство природных ресурсов и экологии Республики Хакасия;
- Гидрометеорологический центр по Республике Хакасия.

Расчет сил и средств ТП РСЧС на случай локализации и ликвидации возгорания нефтепродуктов определяется объемом возможного разлива и масштабами распространения пятна нефтепродукта по рельефу местности [5].

При этом учитывается:

- максимально возможный объем разлива нефти и нефтепродуктов;
- площадь разлива;
- год ввода в действие и год последнего капитального ремонта объекта;
- максимальный объем нефти и нефтепродуктов на объектах;
- физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов;

- влияние места расположения объекта на скорость распространения нефти и нефтепродуктов с учетом возможности их попадания в речные акватории, во внутренние водоемы;
- гидрометеорологические, гидрогеологические и другие условия в месте расположения объекта;
- возможности имеющихся на объекте сил и средств, а также профессиональных аварийно-спасательных формирований, дислоцированных в регионе;
- наличие полигонов по перевалке, хранению и переработке нефтяных отходов;
- транспортная инфраструктура в районе возможного разлива нефти и нефтепродуктов;
- время доставки сил и средств к месту чрезвычайной ситуации;
- время локализации разлива нефти и нефтепродуктов, которое не должно превышать 4 часов при разливе в акватории и 6 часов – при разливе на почве.

Для принятия эффективных мер по локализации и ликвидации аварии создается оперативный штаб, о месте расположения которого сообщается всем исполнителям. Необходимость привлечения дополнительных сил и средств для ликвидации аварии зависит от масштабов произошедшей аварии.

С целью определения необходимого состава сил и специальных технических средств на проведение мероприятий организациями осуществляется прогнозирование последствий разливов нефти и нефтепродуктов и обусловленных ими вторичных чрезвычайных ситуаций. Прогнозирование осуществляется относительно последствий максимально возможных разливов нефти и нефтепродуктов на основании оценки риска с учетом неблагоприятных гидрометеорологических условий, времени года, суток, рельефа местности, экологических особенностей и характера использования территорий (акваторий).

Вывод. Чрезвычайные ситуации, связанные с аварийными разливами нефтепродуктов, представляют высокую и реальную опасность для населения и окружающей природной среды, так как при этом возможны утечка, загорание опасного вещества. Основными техническими причинами аварий являются разгерметизация и разрушение технических устройств вследствие дефектов, приводящие к взрыву и горению нефтепродуктов, в частности, дизельного топлива и бензина. Наиболее вероятной является разгерметизация железнодорожной или автоцистерны, резервуара хранения топлива, насосов его перекачки и режее - трубопроводов, что, тем не менее, может повлечь за собой травмы людей или человеческие жертвы. Часто это связано и с недостаточной организацией производственного процесса, нарушением требований промышленной безопасности и ошибками персонала. Именно данные обстоятельства обусловили необходимость поиска и обоснования мероприятий по организации системы прогнозирования и мониторинга разливов нефтепродуктов.

Список источников

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2002 г. № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2158681/?ysclid=18cqr3xry524022065/>.
2. Исаева Л. К., Сулименко В. А. Экологическая безопасность объектов топливно-энергетического комплекса / Л.К. Исаева, В.А. Сулименко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2013. – № 4. – С. 4–9.
3. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12120494/?ysclid=18cqu0yee3476866928/>.
4. Валуйский, В. Е. Ситуационные модели чрезвычайных ситуаций и их последствия, связанные с разливом нефтепродуктов / В. Е. Валуйский, Д. Ю. Плотников // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1-2(6). – С. 175-177. – EDN VPKUPN.
5. Горшков А.В. Защита населения и территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, и опасностей военного характера: учеб. пособие / А.В. Горшков, Д.Л. Мальцев, С.М. Корнеев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. – 280 с.

Информация об авторах

С.А. Ступина - кандидат юридических наук, доцент

Л.В. Долгушина - кандидат химических наук, доцент

Information about the author

S.A. Stupina - Ph.D. of Juridical Sciences, Docent

L.V. Dolgushina - Ph.D. of Chemical Sciences, Docent

Статья поступила в редакцию 20.08.2021; одобрена после рецензирования 18.09.2022; принята к публикации 29.09.2022.

The article was submitted 20.08.2021, approved after reviewing 18.09.2022, accepted for publication 29.09.2022.