

## **РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ ТЕРРИТОРИЙ ОТ РАЗЛИВОВ НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИВОВ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

Айсматуллин И.Р., Слепнёв В.Н., Шестаков Р.Ю.

Научный руководитель - С.А. Половков

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта» (ООО «НИИ Транснефть»),  
SlepnevVN@niitnn.transneft.ru

### **Введение**

При оценке риска аварии с разливом нефти и нефтепродуктов (далее – ННП), в части прогнозирования развития аварии, важное место занимает определение основных характеристик разлива ННП для определения зон действия поражающих факторов и дальнейшего планирования и разработки мероприятий по локализации и ликвидации разливов. В практике российских компаний, относящихся к топливно-энергетическому комплексу и имеющих в обращении такие опасные вещества как ННП, распространение разлива условно принимается в форме круга. Однако подобный подход не учитывает многих факторов, оказывающих влияние на разлив ННП, носит весьма условный характер и зачастую приводит к неверному прогнозированию распространения ННП, ошибочному определению зон повышенного риска, и, как следствие, увеличению ущерба от возможной аварии. Подобных недостатков лишен подход с использованием компьютерного моделирования.

### **Применение компьютерного моделирования для прогнозирования развития аварий, связанных с разливом ННП.**

В докладе представлены результаты исследований по вопросам применения компьютерного моделирования разливов ННП при возможных авариях на объектах трубопроводного транспорта с целью определения площади разлива и соответственно зон воздействия поражающих факторов аварии и разработки предложений по защите территорий и персонала от разлива.

Согласно нормам законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности, в частности федеральному закону №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» на опасных производственных объектах (далее - ОПО) должны быть запланированы и при необходимости осуществлены мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий. Планирование подобных мероприятий должно происходить на основе разработки и анализа возможных сценариев возникновения и развития аварий.

На ОПО, на которых обращаются такие опасные вещества, как ННП, к которым и

относятся объекты трубопроводного транспорта, важным при проведении процедуры оценки риска является определение параметров разлива ННП. К таким параметрам можно отнести площадь разлива, места наибольшего скопления, направления распространения. Эти характеристики оказывают влияние на ход развития аварии, величину ущерба.

К примеру, площадь разлива ННП определяет объём и интенсивность испарения углеводородов с поверхности пятна разлива. Чем больше площадь, тем больше вероятность образования взрывоопасных концентраций легких фракций ННП в составе газозооной смеси. Это, в свою очередь, приводит к увеличению зон действия поражающих факторов, что необходимо принимать во внимание при разработке мероприятий по защите объектов и по обеспечению безопасности персонала и территорий. Зонами приоритетной защиты можно считать:

а) на территории промышленной площадки:  
- административные здания, цеха и пр. здания с большим количеством постоянных рабочих мест;  
- пожарные депо, объекты системы пожаротушения, склады со средствами ликвидации аварии, пути эвакуации персонала при аварии и другие объекты, связанные с обеспечением локализации и ликвидации аварии;

б) за территорией промышленной площадки - территория жилой застройки, места массового отдыха населения, соседние ОПО, водные объекты, особо охраняемые природные территории и пр.

Промышленные площадки, как правило, спланированы, их территория представляет собой относительно ровную поверхность. Но стоит отметить, что при разливе, в особенности при значительных объёмах, область распространения ННП не будет выглядеть как идеальный круг. На форму разлива и направление распространения ННП будут оказывать влияние даже небольшие неровности рельефа. Наиболее ярко выраженным это влияние будет для объектов, расположенных в горной местности, где присутствуют значительные перепады высот по территории, которые способствуют быстрому распространению разлива и ускоренному вовлечению в зону аварии новых площадей.

Всё вышеизложенное позволяет сделать вывод о значимости и актуальности определения площади распространения разлива ННП с достаточной точностью с учётом рельефа местности.

Данную задачу возможно решить только с применением специализированных программных средств, способных на основе цифровой модели местности проводить моделирование разлива ННП. Большое значение при этом имеет возможность моделирования разлива при различных условиях окружающей среды и участии в аварии различных видов ННП.

На рисунке 1 приведена иллюстрация результатов моделирования разлива ННП на 3D модели местности промышленного объекта – нефтебазы (группы резервуаров, технологические трубопроводы). Рисунок 1 показывает возможности моделирования разлива ННП для наиболее опасных сценариев аварий.

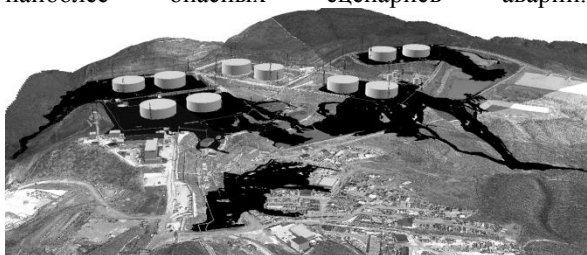


Рис. 1. Пример разлива ННП на территории нефтебазы

Помимо прогнозирования основных параметров возможной аварии моделирование разлива имеет и другое практическое применение. На основе подобных ситуационных моделей можно разрабатывать предложения защитных сооружений и мероприятий, снижающих вероятность эскалации аварии и повышающих защищенность объектов приоритетной защиты. Моделирование позволяет провести первичную проверку эффективности таких инженерных защитных сооружений как заградительные стенки, обвалования, отводящие желоба, перехватывающие емкости. Подобные исследования были проведены для разработки защитных сооружений арктического нефтепровода «Заполярье – Пурпе» [1,2].

Компьютерное моделирование позволяет более точно спрогнозировать характеристики разлива ННП, в отличие от классической упрощённой схемы представления разлива в виде круга. Учёт рельефа, характеристик ННП, условий окружающей среды позволяют более определённо устанавливать необходимые места размещения защитных сооружений, что позволяет в

перспективе снизить затраты на их установку в связи с более тщательным определением потенциальных последствий и уменьшением количества объектов приоритетной защиты, которым может быть нанесён ущерб в ходе развития аварии. Пример предложений защитных сооружений, сделанных на основе моделирования, представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример проверки эффективности предложенных на основе моделирования защитных сооружений.

#### Заключение

Подводя итог, следует отметить следующее. Применение моделирования разливов ННП при возможных авариях позволяет:

- повысить точность прогнозирования развития аварии с разливом ННП, с учетом рельефа местности, для эксплуатируемых и проектируемых объектов;
- обосновывать предложения по оснащению территории защитными сооружениями от разлива ННП.

#### Список использованных источников

1. Половков С.А., Гончар А.Э., Максименко А.Ф., Слепнёв В.Н. Оценка риска возникновения повреждений трубопроводов, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации. Моделирование разлива и определение возможного объёма нефти с учётом рельефа местности// Территория Нефтегаз. - 2016. - №12. - С. 88-93.
2. Половков С.А., Шестаков Р.Ю., Айсматуллин И.Р., Слепнёв В.Н. Системный подход при разработке мероприятий по предупреждению и локализации последствий аварий на нефтепроводах в Арктической зоне РФ// Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. - №1(28) – С. 20-28.