

УДК 004.942:614.841

sergey-subachev@yandex.ru

**РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА ОТ ТРУБОПРОВОДОВ  
С ГОРЮЧИМИ ЖИДКОСТЯМИ И ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ****CALCULATION OF POTENTIAL FIRE RISK FROM PIPELINES  
WITH FLAMMABLE LIQUID AND FLAMMABLE GASES**

*Карькин И.Н., кандидат физико-математических наук,  
Контарь Н.А., Pyrosim.ru, Екатеринбург,  
Субачев С.В., кандидат технических наук, доцент,  
Субачева А.А., кандидат педагогических наук,  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Kar'kin I.N., Kontar N.A.,  
Pyrosim.ru, Yekaterinburg,  
Subachev S.V., Subacheva A.A.,  
Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В работе представлен алгоритм расчета потенциального пожарного риска вблизи трубопроводов с горючими жидкостями и газами, учитывающий равновероятное возникновение разгерметизации по всей длине трубопровода. Этот метод необходим при анализе пожарной опасности таких трубопроводов со значительной протяженностью. Алгоритм реализован в компьютерной программе PromRisk, предназначенной для расчета пожарных рисков на производственных объектах.

*Ключевые слова:* моделирование пожаров, расчет пожарного риска, пожарная опасность производственных объектов.

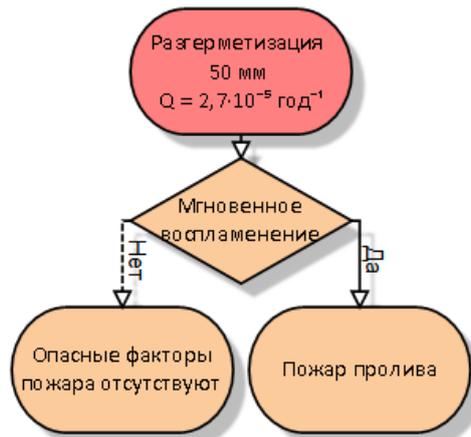
The paper presents an algorithm for calculating the potential fire risk near pipelines with flammable liquids and gases, taking into account the equally probable occurrence of depressurization along the entire length of the pipeline. This method is necessary when analyzing the fire hazard of such pipelines with a considerable length. The algorithm is implemented in the computer program PromRisk, designed to calculate fire risks at industrial facilities.

*Keywords:* modeling of fires, calculation of fire risk, fire hazard of industrial facilities.

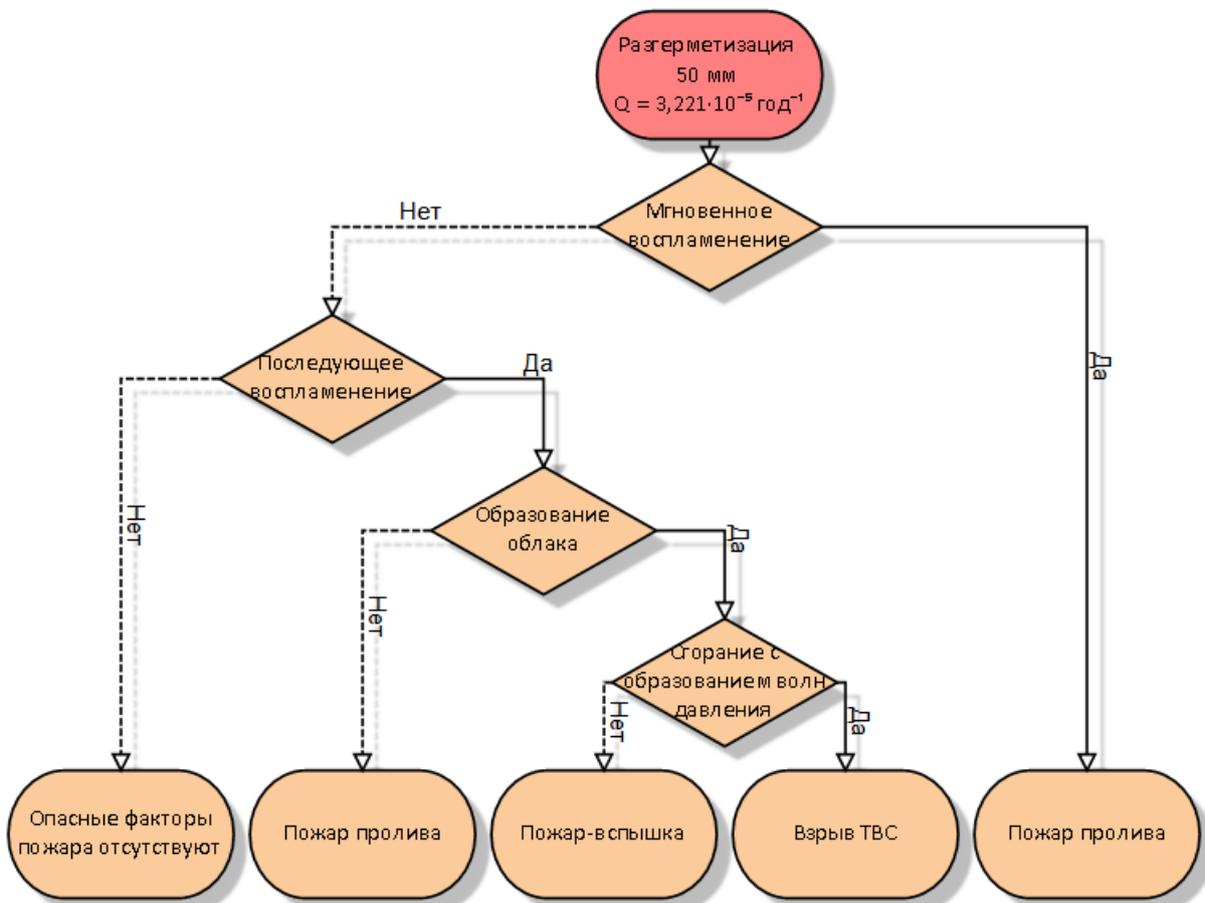
Согласно методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [1, 2] при расчете количества горючих веществ, выходящих из поврежденного трубопровода в результате аварии, в качестве инициирующих событий рассматривается возникновение утечек с разными диаметрами отверстий истечения, а также случай разрушения трубопровода (разгерметизация по всей площади сечения). Удельные

(по длине трубопровода) частоты этих событий приведены в таблице П1.2 [1].

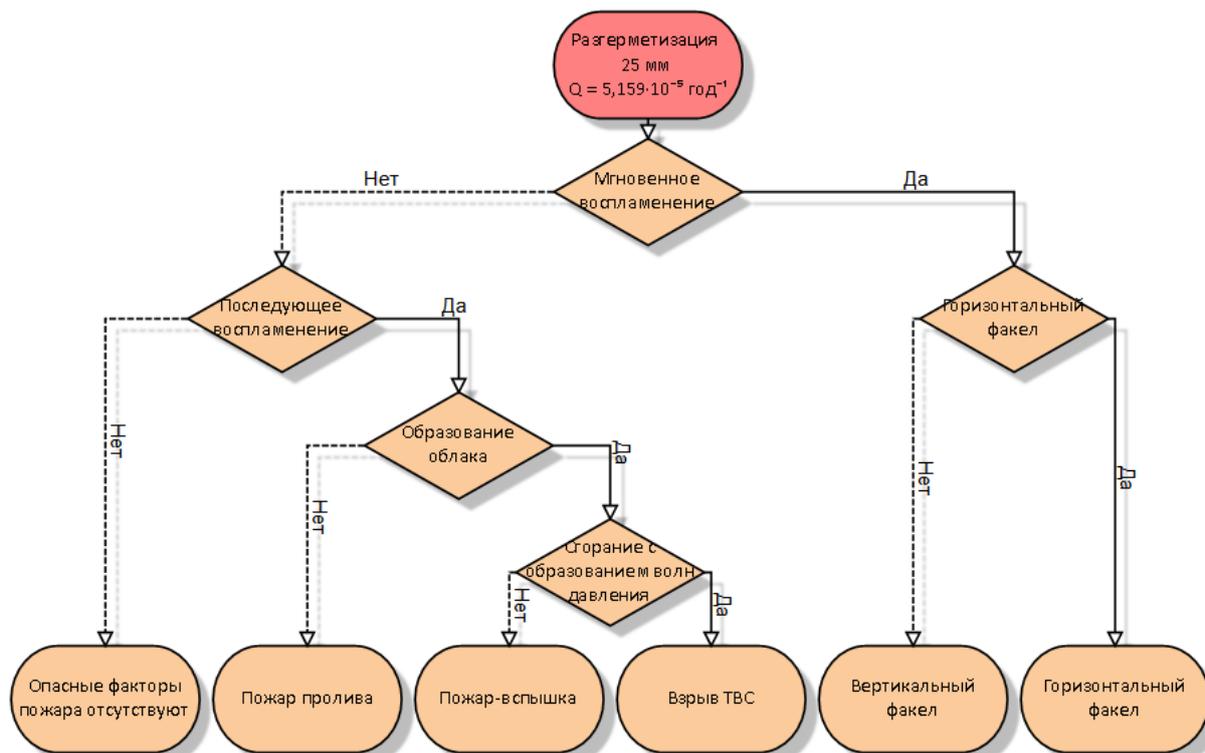
Дальнейшее развитие аварии в большинстве случаев происходит согласно типовому логическому дереву событий (прил. 3 [2]) в зависимости от вида горючего вещества и его состояния и приводит к таким результирующим событиям, как пожар пролива, возникновение факельного горения, взрыв, пожар-вспышка (рисунок 1).



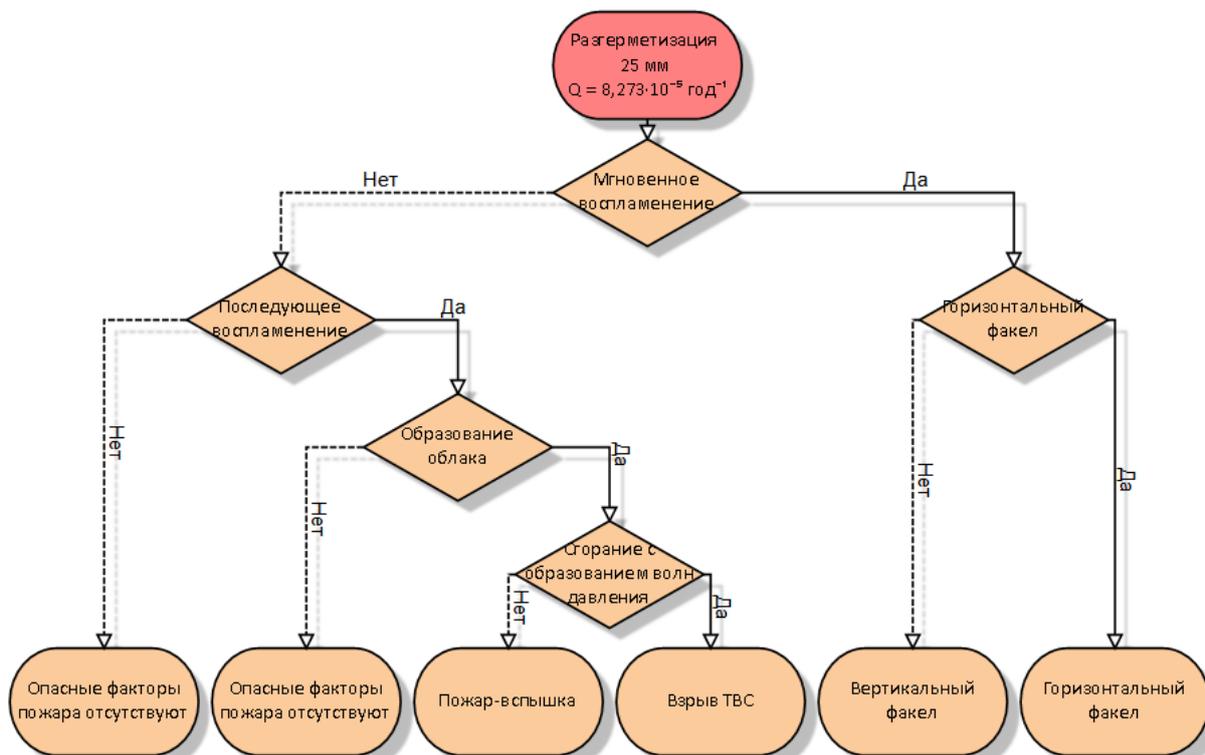
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1. Примеры логических деревьев событий при возникновении аварий на трубопроводах: а) с горючей жидкостью; б) с легковоспламеняющейся жидкостью; в) со сжиженным горючим газом; г) со сжатым горючим газом

Наличие и величина возникающих при этом опасных факторов пожара (теп-

ловой поток при горении, избыточное давление взрыва, попадание в область

воздействия пожара-вспышки) и последствий их воздействия на людей зависят от расстояния от рассматриваемой точки территории до места разгерметизации трубопровода. Таким образом, при анализе риска важна не только частота возникновения разгерметизаций, но и места их возникновения.

При значительной длине трубопровода для объектов, расположенных даже в непосредственной близости от него, возможны случаи, когда расстояние до места возникновения утечки будет столь значительным, что опасные факторы пожара не будут оказывать воздействие на объект. Доля таких случаев в общем количестве возможных вариантов мест разгерметизации тем больше, чем больше длина трубопровода и чем меньше радиус воздействия ОФП.

Идеализируя, для расчета риска в рассматриваемой точке территории необходимо учесть возникновение всех видов утечек в каждой из бесконечно большого количества точек по всей длине трубо-

провода:

$$P_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_a^i, \text{ при } n \rightarrow \infty,$$

где  $P_a$  – суммарный потенциальный пожарный риск в точке  $a$ ;  $P_a^i$  – потенциальный пожарный риск в точке  $a$  в случае разгерметизации трубопровода в точке  $i$ .

Следуя этому положению, в программе PromRisk реализован алгоритм, разбивающий трубопровод на множество точек и суммирующий потенциальные риски от каждого случая разгерметизации (рисунок 2). Расстояние между точками выбирается пропорционально длине трубопровода и радиусу воздействия опасных факторов пожара. Для каждой из точек возникновения утечки выполняется весь комплекс необходимых вычислений: прогнозирование площади пролива, расчет количества паров, определение значений опасных факторов пожара с учетом направления ветра [3].

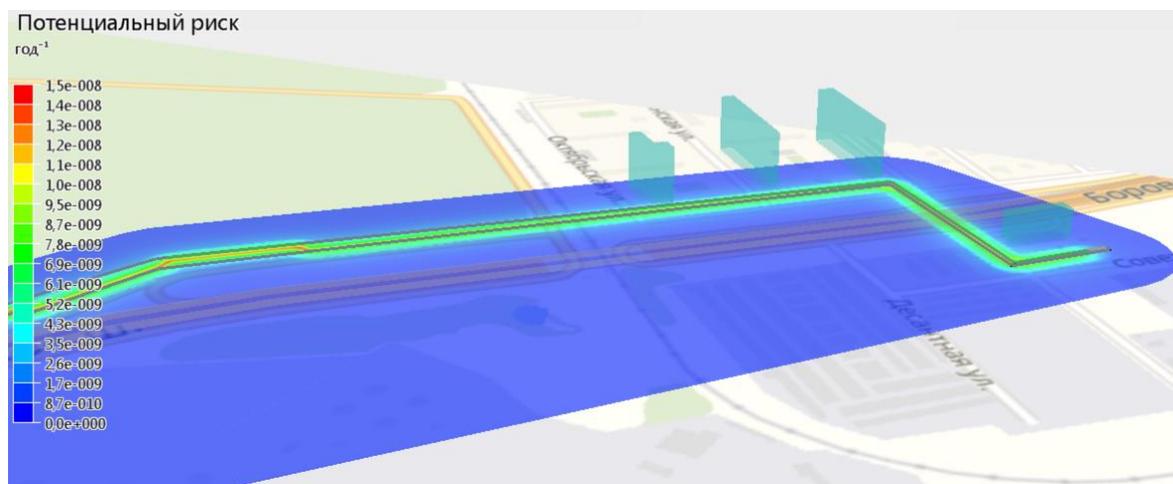


Рисунок 2. Поле потенциального риска от трубопровода со сжиженным газом с учетом возникновения утечек равновероятно по всей длине

При этом в настройках расчета остается возможность моделирования возникновения утечек в одной точке трубо-

провода, в середине его длины (рисунок 3).

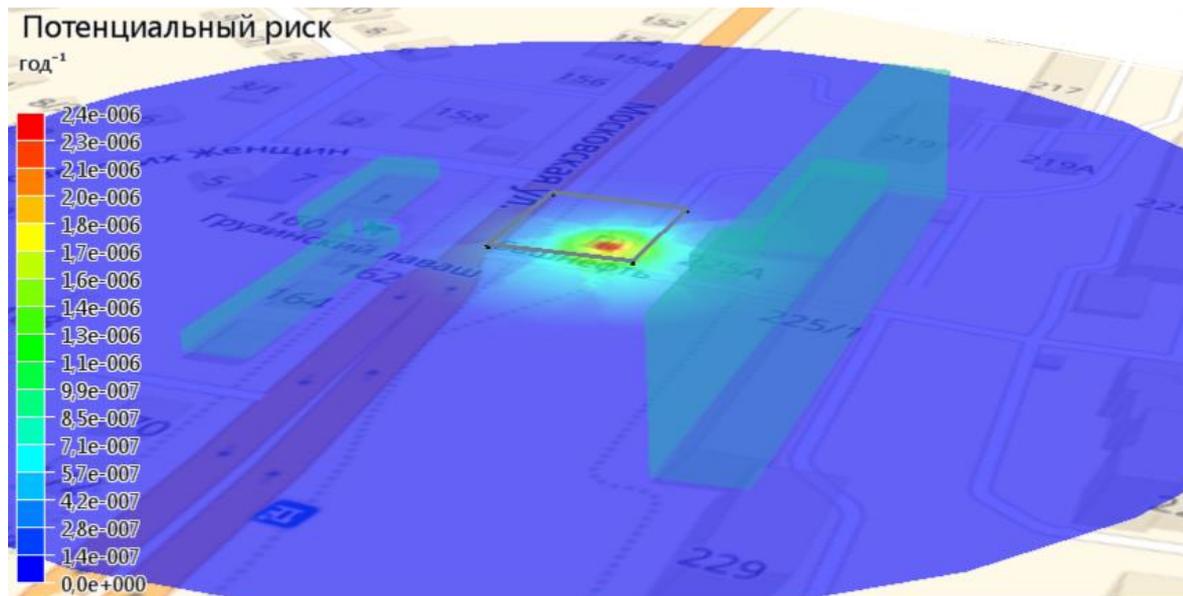


Рисунок 3. Поле потенциального риска от трубопровода на автозаправочной станции по результатам моделирования утечек в одной точке трубопровода

Такой метод требует в десятки раз меньше вычислений и, несмотря на значительные упрощения, во многих случаях является приемлемым. Например, его целесообразно применять при относительно небольшой длине трубопроводов, сконцентрированных на территории производственного объекта, и значительных расстояниях до территорий, для которых выполняется расчет пожарного риска.

Метод расчета, учитывающий равновероятное возникновение утечек по всей длине трубопровода, следует выбирать при значительной длине трубопровода (например, газопровод, проходящий вдоль нескольких зданий). Он требует больших вычислительных ресурсов, однако, позволяет получить более реалистичную, адекватную картину поля риска.

#### Литература

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 г. № 404, с изм.).
2. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / Д.М. Гордиенко и др. – М.: ВНИИПО, 2016.
3. Карькин И.Н. и др. Алгоритм автоматического определения влияния ветра при оценке теплового потока пожара пролива горючей жидкости // Техносферная безопасность. 2018. № 4 (21).

#### References

1. Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozhnarnogo riska na proizvodstvennykh obyektakh (utv. prikazom MChS Rossii ot 10.07.2009 g. № 404. s izm.).
2. Posobiye po opredeleniyu raschetnykh velichin pozhnarnogo riska dlya proizvodstvennykh obyektov / D.M. Gordiyenko i dr. – M.: VNIIPPO. 2016.
3. Karkin I.N. i dr. Algoritm avtomaticheskogo opredeleniya vliyaniya vetra pri otsenke teplo-vogo potoka pozhara proliva goryuchey zhidkosti // Tekhnosfernaya bezopasnost. 2018. № 4 (21).