

Научная статья

УДК 614.841.49; DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-182-193

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЧАСТИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАССТОЯНИЙ

✉Хорошев Андрей Александрович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉andrey.horoshev@list.ru

Аннотация. Изложены результаты исследования двух подходов к обеспечению пожарной безопасности производственных объектов газовой промышленности. В результате применения программного обеспечения PromRisk версии 2.30.1 на частном примере обосновано, что не всегда выполнение всех требований пожарной безопасности, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, обусловлено обеспечением требуемой величины пожарного риска. Разработан алгоритм определения противопожарного расстояния от производственного предприятия газовой отрасли до объектов селитебной зоны на основе расчета пожарного риска.

Ключевые слова: контрольные (надзорные) мероприятия, пожарный риск, пожарная безопасность, производственные объекты, пожарный надзор, риск-ориентированный подход, требования пожарной безопасности

Для цитирования: Хорошев А.А. Результаты исследования подходов к обеспечению пожарной безопасности производственных объектов газовой промышленности в части противопожарных расстояний // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 1 (69). С. 182–193. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-182-193.

Scientific article

THE RESULTS OF THE STUDY OF APPROACHES TO ENSURING FIRE SAFETY OF PRODUCTION FACILITIES OF THE GAS INDUSTRY IN TERMS OF FIRE PROTECTION DISTANCES

✉Khoroshev Andrey A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉andrey.horoshev@list.ru

Abstract. The article presents the results of a study of two approaches to ensuring fire safety of production facilities of the gas industry. As a result of the use of PromRisk software version 2.30.1, it is proved by a particular example that not always the fulfillment of all fire safety requirements established by regulatory documents on fire safety is due to ensuring the required amount of fire risk. An algorithm has been developed for determining the fire-fighting distance from a gas industry production facility to residential facilities based on the calculation of fire risk.

Keywords: control (supervisory) measures, fire risk, fire safety, production facilities, fire supervision, risk-oriented approach, fire safety requirements

For citation: Khoroshev A.A. The results of the study of approaches to ensuring fire safety of production facilities of the gas industry in terms of fire protection distances // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2024. № 1 (69). P. 182–193. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-182-193.

Введение

Требуемый уровень пожарной безопасности объекта производственного назначения невозможно обеспечить без квалифицированного подхода, основанного на системном анализе происходящих на нем технологических процессов, а также пожарной опасности обращающихся при производстве веществ и материалов. Качество указанного анализа наиболее востребовано на этапе создания (проектирование, строительство) объекта. Результаты такого анализа и выводы из него необходимо учитывать при эксплуатации объекта. В качестве основы обеспечения пожарной безопасности следует принять один из способов обеспечения пожарной безопасности, основанный на двух основных подходах:

– нормативный, заключающийся в выполнении обязательных требований законодательства [1] и нормативных документов добровольного применения – национальных стандартов Российской Федерации, сводов правил, а также иных документов, содержащих требования пожарной безопасности (нормативная система противопожарной защиты);

– адресный, образованный совокупностью применения Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [1] и расчетов либо на основе исследовательского установления реальной опасности объекта, который позволит определить конкретные мероприятия, уменьшающие чрезмерную опасность для охраняемых законодательством ценностей (адресная система противопожарной защиты).

В таких условиях неизбежно возникает дилемма об оптимальности применения одного из приведенных выше подходов. Стоит отметить, что неквалифицированные действия в решении указанного вопроса, повлекшие неверный выбор подхода, неизбежно приведут к последствиям как правового характера для хозяйствующего субъекта, так и к избыточным затратам, а также к гибели и травматизму людей.

Нормативная система противопожарной защиты имеет недостатки, обусловленные универсальностью норм. Очевидно, что норматив не может учитывать всех особенностей каждого из отдельно взятых объектов защиты. В любом случае результат нормотворческой деятельности – это своего рода усреднение, баланс требований норматива между слишком высоким требованием для одного объекта и низким требованием для другого объекта. В противном случае разработка норматива будет основана на повышенном количестве особенностей объектов защиты, а значит, повлечет такую громоздкость нормы, что применение последней станет проблематичным.

Вышеизложенное и образует превалирование адресного требования, установленного для конкретного объекта, природа которого заключена в опасности, образованной особенностями объекта защиты.

В настоящее время наиболее распространен способ получения адресной нормы – требования, основанного на анализе расчетной величины пожарного риска. Расчетная величина пожарного риска производственных объектов имеет тесную связь с технологическими процессами, обращающимися веществами и материалами, а также условиями окружающей среды объекта защиты, образуя ту самую адресную систему противопожарной защиты, точечное воздействие которой снизит пожарную опасность объекта защиты до приемлемого значения.

Вопросы оптимального применения требований пожарной безопасности актуальны также и у зарубежных исследователей. Указанная проблематика через призму исследования норм приемлемости для борьбы с пожарами освещалась англоязычными исследователями [2]. В 2023 г. риторика доклада на конференции, проведенной в Германии для руководителей специализированного строительства в области пожарной безопасности, указывала на экономическую нецелесообразность применения норм, прямо не влияющих на безопасность людей при пожаре [3].

Установлено, что применение отдельно взятых требований пожарной безопасности не всегда обеспечивает необходимый уровень пожарной безопасности объекта защиты, что было исследовано в ранее опубликованной работе [4].

Более того, практика показывает на обратное явление, при котором положения норм пожарной безопасности, установленные нормативными документами по пожарной безопасности, содержат избыточные требования пожарной безопасности. То есть частные

случаи отступлений от тех или иных положений норм, например в части противопожарных разрывов, установленных СП 240.1311500.2015 «Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности» [5], не влекут недопустимо высокого показателя пожарного риска.

Цель работы – определить наиболее эффективный подход к обеспечению пожарной безопасности в части противопожарных расстояний от производственного объекта до объектов защиты различного назначения.

Предложенный адресный подход может стать дополнением к ранее изложенной в научном труде [6] математической модели, определяющей уровень коллективного риска для людей в зоне потенциальных негативных последствий возможного пожара.

Научной новизной выступает предложение установления противопожарных расстояний на основе результатов оценки пожарного риска.

Практическая значимость работы – возможность обоснования противопожарного расстояния не на основе имеющихся нормативов, а исходя из фактических зон поражения или результатов расчета пожарного риска.

Метод исследования

Исследование влияния отступлений от требований пожарной безопасности в части установленных нормами противопожарных расстояний на уровень пожарной безопасности, представленным расчетной величиной пожарного риска, проведено на основе теоретического метода по существующей Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Методика) [7]. Проведение расчета осуществлено с использованием программы для персонального компьютера PromRisk версии 2.30.1.

Развивая предположение о чрезмерности отдельно взятых требований пожарной безопасности, для исследования принята норма, устанавливающая требование пожарной безопасности к противопожарному расстоянию между наружной установкой хранилища газа – резервуаром с природным газом (резервуар вертикальный стальной (РВС), РВС со сжиженным природным газом (СПГ) и жилым зданием. Такое требование предусмотрено строкой 7 табл. 2 [5] и составляет 500 м.

В соответствии с Методикой установим ряд пожаровзрывоопасных ситуаций [8, 9], связанных с двумя наземными металлическими емкостями с природным газом, объем каждого из которых составляет $10\,000\text{ м}^3$, размещенных на расстоянии около 360 м от жилого дома, что не соответствует указанным выше требованиям пожарной безопасности. Затем рассчитаем величину пожарного риска для людей – жителей многоквартирного дома на указанном расстоянии.

Построенная модель будет иметь вид, приведенный на рис. 1.

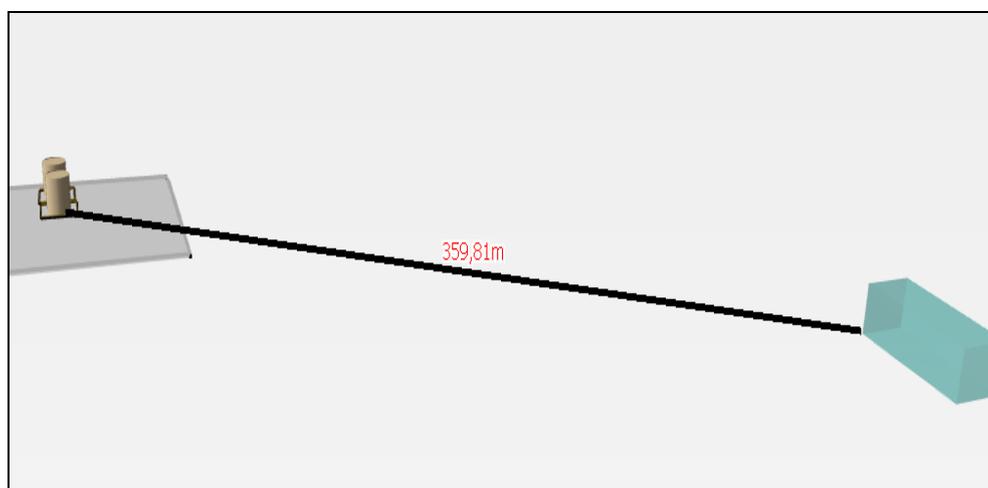


Рис. 1. Общий вид модели, построенной в программе

В качестве исходных данных используются следующие параметры окружающей среды:

- максимальная температура воздуха в климатической зоне – 36 °С;
- повторяемость ветра – согласно табл. 1;
- вероятность штиля – 10 % [10].

Таблица 1

Повторяемость ветра

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Вероятность, %	15	12	6	11	10	11	18	17
Скорость ветра, м/с	4	3,4	2,7	3	2,5	2,7	4	4

Территория предполагаемого производственного объекта будет характеризоваться условиями согласно табл. 2, 3.

Таблица 2

Характеристика границы объекта

Класс загроможденности пространства	IV – слабое загромождение и свободное пространство
Тип поверхности	Спланированное грунтовое покрытие
Площадь	7 456,6 м ²

Таблица 3

Характеристика обвалования наружной установки

Класс загроможденности пространства	IV – слабое загромождение и свободное пространство
Тип поверхности	Спланированное грунтовое покрытие
Площадь	784 м ²
Высота обвалования	0,8 м

Из технологического оборудования внесем в модель два резервуара с природным газом, характеристики которых идентичны и приведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики РВС с СПГ

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Природный газ
Давление газа	1 600 кПа
Температура газа	-165 °С
Объем	10 000 м ³
Диаметр	18 м
Высота	15 м

При моделировании взрывопожароопасных ситуаций принимались типовые аварийные события, предусмотренные для указанных выше наружных установок [7, 11]:

- разгерметизация резервуаров с образованием пролива в обваловании;
- полное разрушение резервуаров с образованием пролива в обваловании и переливом части жидкости за пределы обвалования [12].

Сценарии для резервуаров идентичны и будут характеризоваться следующими деревьями событий, представленными на рис. 2–7.

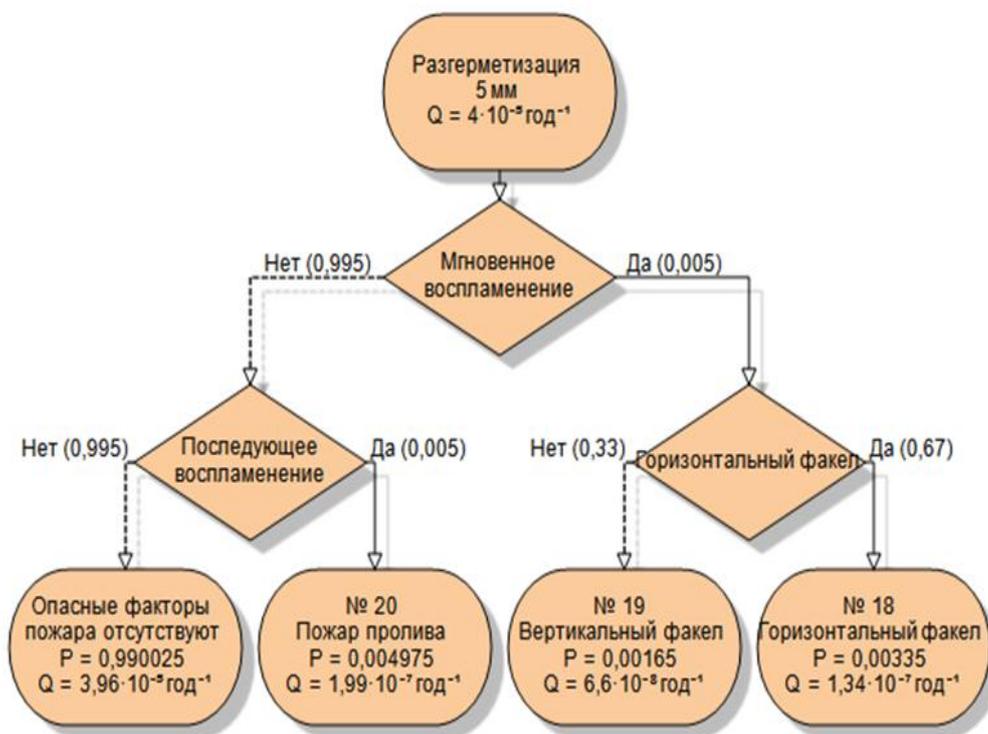


Рис. 2. Дерево сценариев события «Разгерметизация 5 мм»

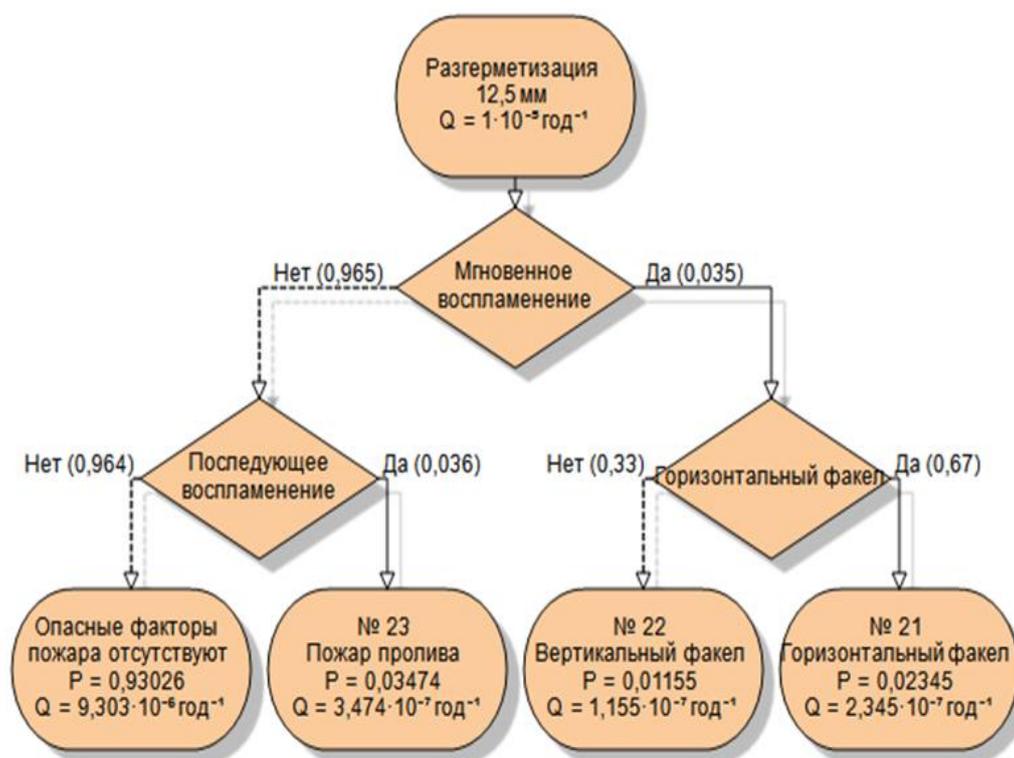


Рис. 3. Дерево сценариев события «Разгерметизация 12,5 мм»

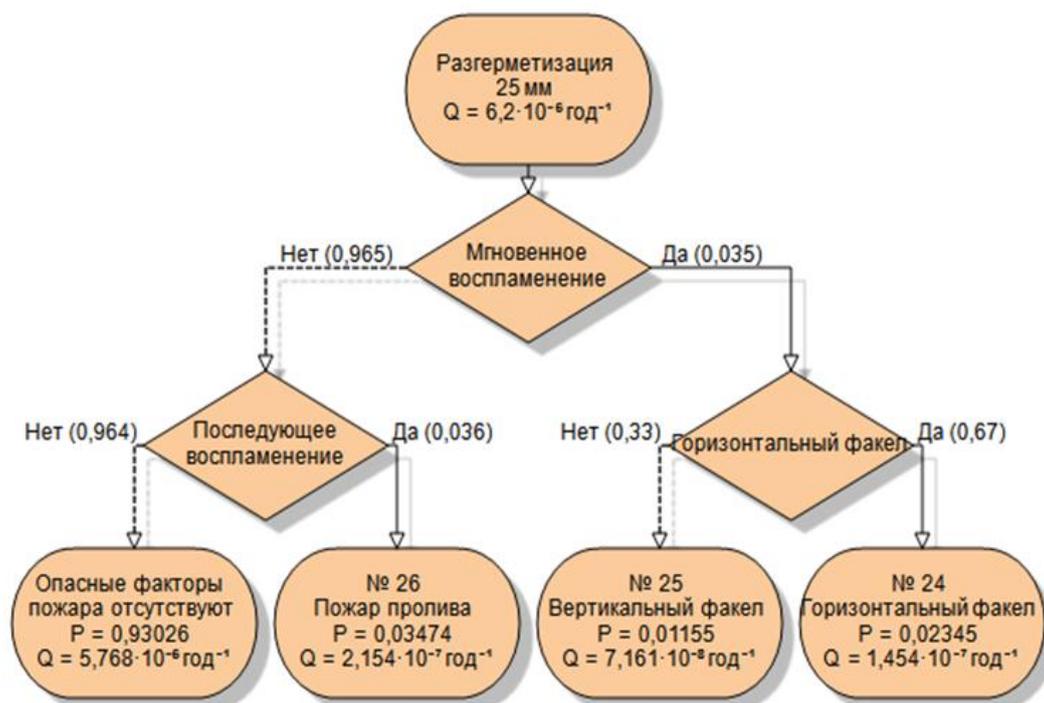


Рис. 4. Дерево сценариев события «Разгерметизация 25 мм»

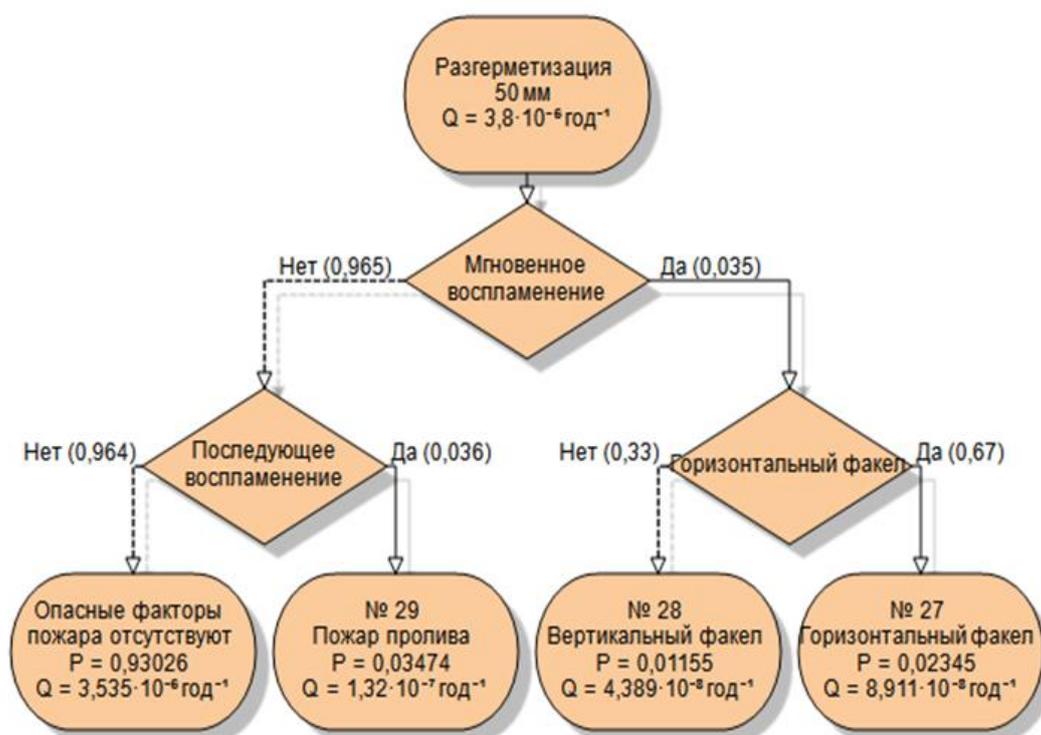


Рис. 5. Дерево сценариев события «Разгерметизация 50 мм»

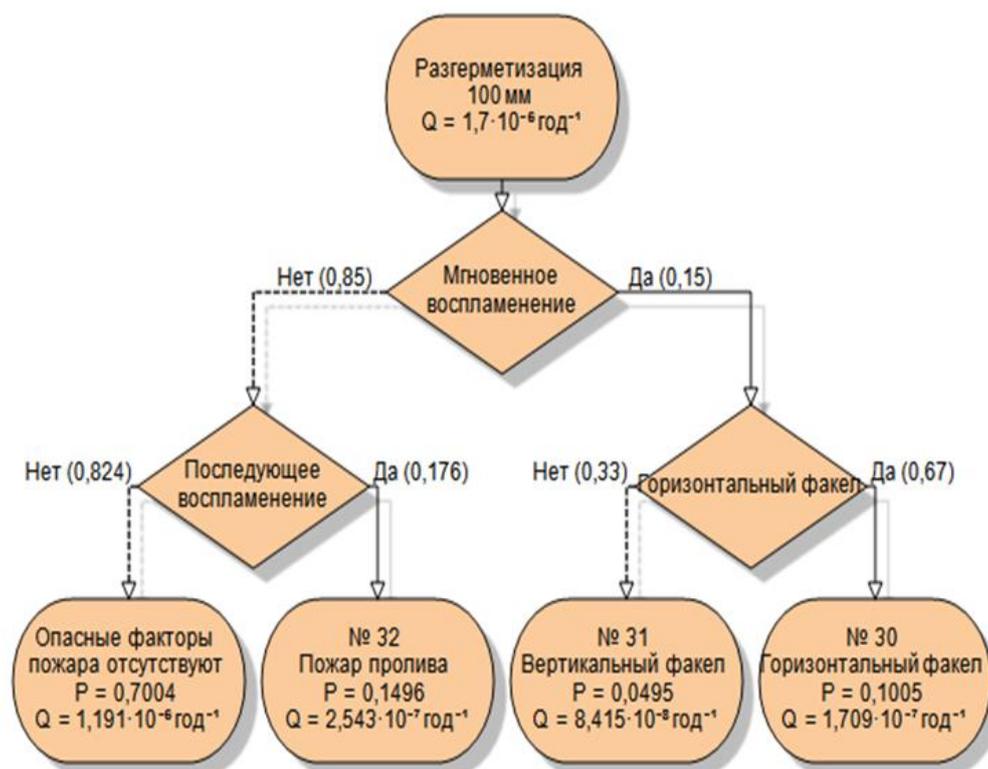


Рис. 6. Дерево сценариев события «Разгерметизация 100 мм»

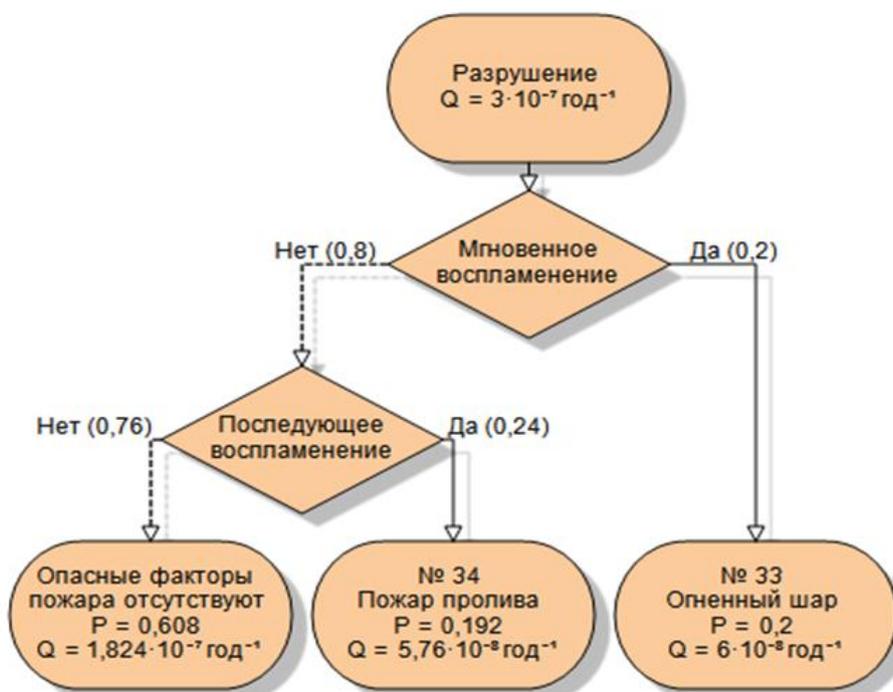


Рис. 7. Дерево сценариев события «Полное разрушение»

Сведения о частотах возникновения аварийных ситуаций приняты согласно табл. П1.1 [7].

Селитебная зона, прилегающая к производственному объекту, на расстоянии около 360 м содержит многоквартирный дом, имеющий следующие характеристики: площадь 1 000 м², высота 15 м, количество проживающих 225 чел. Вероятность пребывания в многоквартирном доме людей – 1.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении расчета получены следующие результаты:

1. Размещение резервуара с природным газом объемом 10 000 м³ на расстоянии 360 м не повлечет за собой недопустимо высокого уровня опасности, то есть более чем установлено законодательством Российской Федерации. Указанный вывод следует напрямую из расчета:

– индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и на территориях объекта составляет $1,266 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹, что не превышает нормативное значение 10^{-6} год⁻¹, установленное ч. 1 ст. 93 [1];

– индивидуальный пожарный риск в результате воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет $9,489 \cdot (10)^{-9}$ год⁻¹, что не превышает нормативное значение 10^{-6} год⁻¹, установленное ч. 4 ст. 93 [1];

– социальный пожарный риск воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет $7,2 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹, что не превышает нормативное значение 10^{-7} год⁻¹, установленное ч. 5 ст. 93 [1].

2. Размещение здания на расстоянии более чем на 327,2 м от резервуара с природным газом объемом 10 000 м³ обеспечит сохранность его конструкций при реализации наиболее опасного сценария, а именно взрыва топливно-воздушной смеси, поскольку это максимальное расстояние, на котором избыточное давление взрыва составляет 12 кПа и повлечет за собой умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.), что следует из графического результата расчета, приведенного на рис. 8.

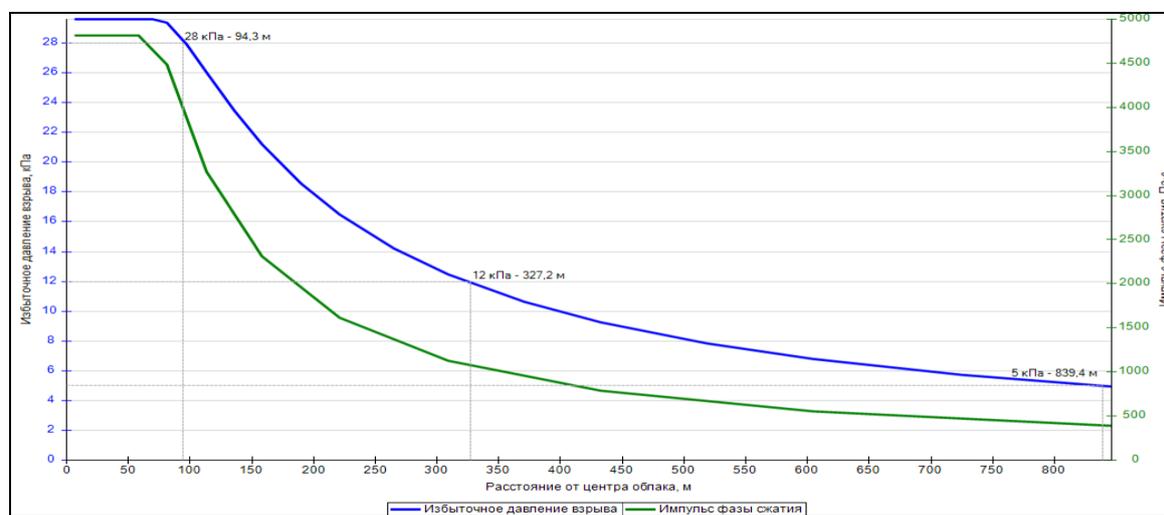


Рис. 8. График зависимости избыточного давления взрыва от расстояния (от аварии до точки измерения)

3. Принятая в СП 240.1311500.2015 [5] норма не позволит в полной мере безусловно обеспечить безопасность человека в селитебной зоне, поскольку на открытой местности воздействие критического значения опасного фактора – теплового потока от огненного шара свыше 4 кВт/м^2 будет на расстоянии свыше 2 017 м, что значительно превышает расстояние, установленное нормой 500 м. Более наглядно это показано другим графическим результатом расчета, представленным на рис. 9. Результаты расчета сопоставимы с данными проведенных исследований аварий, связанных с горючим газом [13–15].

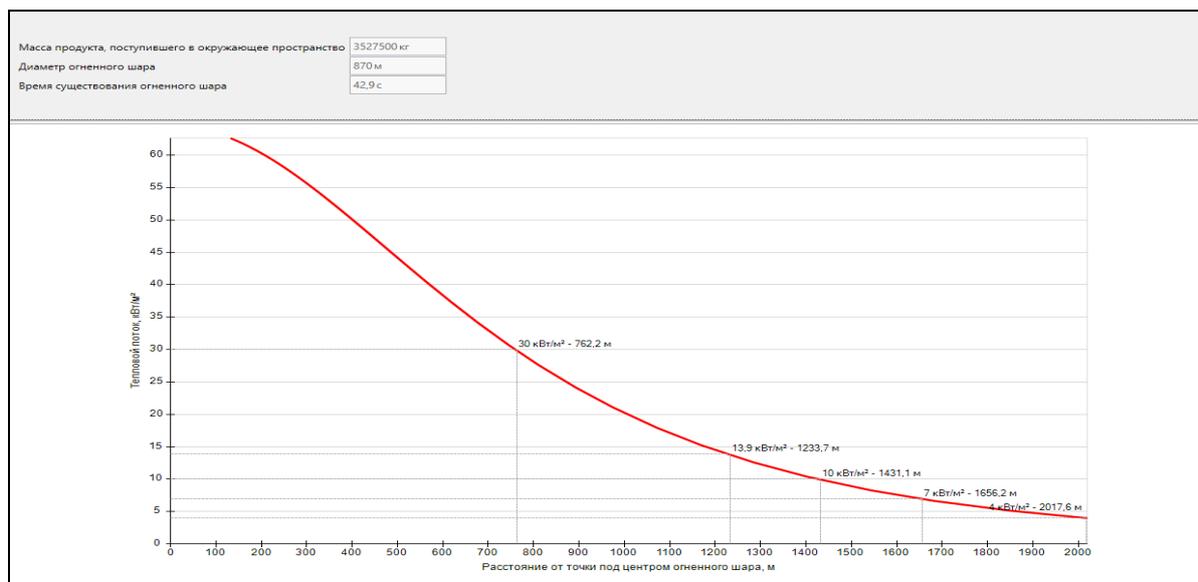


Рис. 9. Зависимость теплового потока от расстояния от центра огненного шара при полном разрушении емкости с СПГ

Наряду с этим, развитие такого сценария маловероятно (вероятность образования огненного шара $6 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹).

Справедливо и то, что в зоне, расположенной за пределами поля с суммарным показателем потенциального риска, возможно нахождение жилого здания (рис. 10). Радиус поля с недопустимо высоким уровнем суммарного потенциального риска составляет 374,7 м, что менее расстояния, требуемого нормой для размещения жилого дома 500 м.

На рис. 10 показано расстояние от емкости с газом до границы зоны потенциального риска с показателем одной стомиллионной в год, что при нахождении в указанной зоне человека с вероятностью 1 позволит сделать вывод о том, что размерная величина индивидуального пожарного риска в любой точке далее указанной границы не превысит установленного СП 240.1311500.2015 [5] значения.

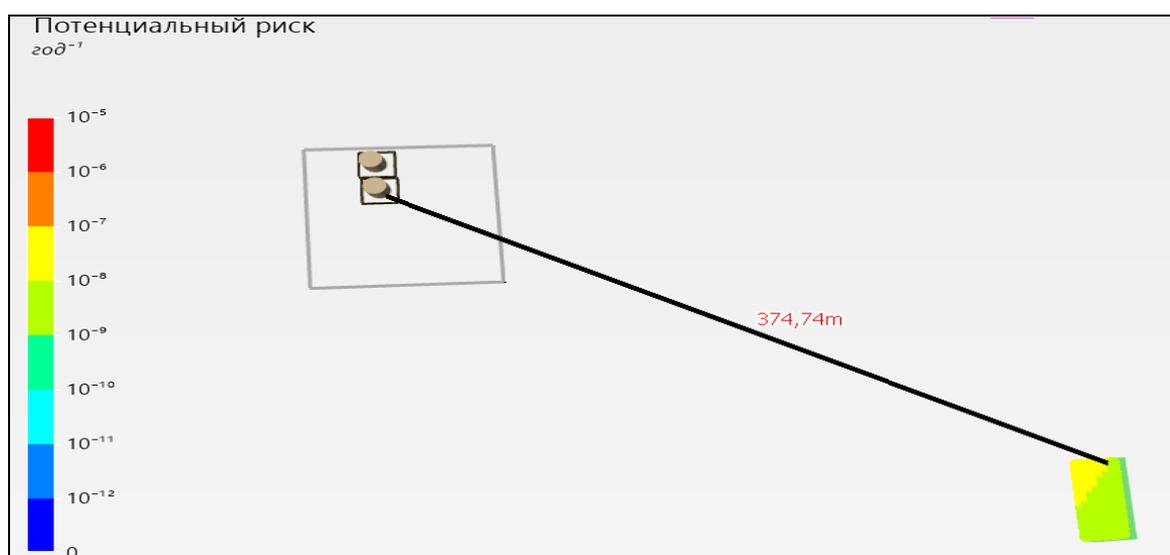


Рис. 10. Графическое отражение радиуса зоны потенциального риска

Здесь можно отметить также возможность определения необходимых противопожарных расстояний путем анализа графического результата расчета, представляемого программой полями риска (рис. 11).

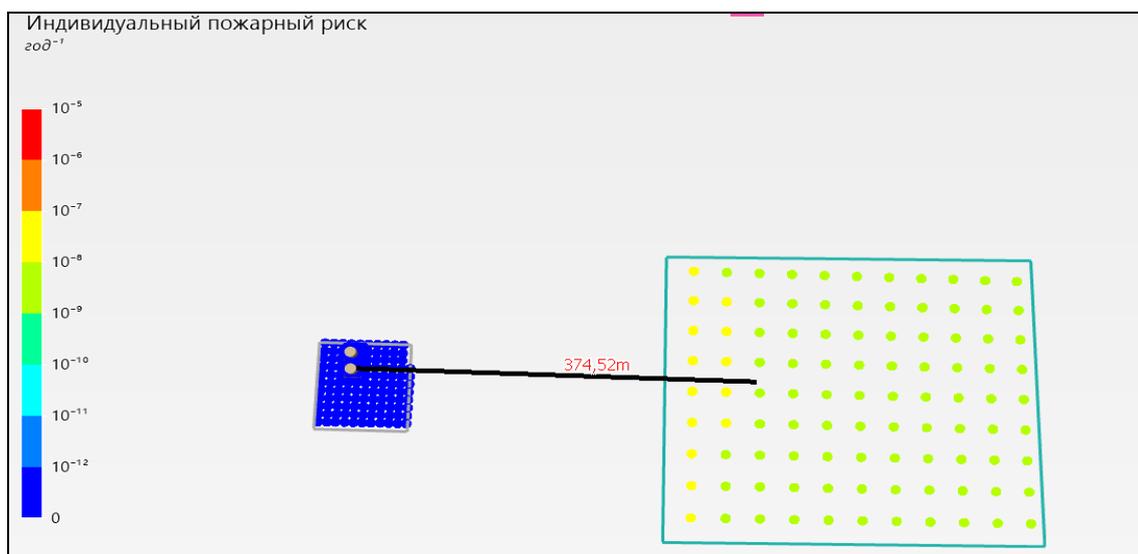


Рис. 11. Определение требуемого противопожарного расстояния от производственного объекта

Таким образом, предложен метод определения требуемых противопожарных расстояний между конкретным предприятием газовой промышленности и зданиями и сооружениями селитебной зоны, основанный на расчете пожарного риска, реализуемый посредством следующего алгоритма:

1. Построение модели, включающей в себя предприятие и область территории в селитебной зоне.
2. Проведение расчета с выводом графических результатов в виде цветных полей потенциального (индивидуального, социального) риска.
3. Определение расстояний от наружных установок (зданий, сооружений, трубопроводов) до цветных полей приемлемого риска.
4. Построение модели с размещением предприятия и зданий в селитебной зоне на расстоянии, определенном предыдущим расчетом.
5. Проведение поверочного расчета.

При проведении расчета приняты следующие допущения:

1. В части отсутствия иного (помимо емкостей) технологического оборудования – трубопроводов, эстакад для проведения сливо-наливных операций, цистерны и прочего оборудования. Указанное допущение обусловлено сравнительно малым радиусом опасных зон (при аварийных ситуациях на вышеприведенном технологическом оборудовании не превышал 78 м). В разрешении вопроса определения оптимального противопожарного расстояния (от 374 м и более) результаты расчетов аварийных сценариев на ином технологическом оборудовании не представляли научного интереса. Поле суммарного потенциального риска от указанного оборудования на удалении свыше 106 м в результатах расчетов представлялось цветом, соответствующим для потенциального риска, равного нулю.

2. В части исключения из перечня отдельных сценариев, которые не вносили весомого вклада в показатель суммарного потенциального риска на территории в радиусе более 191 м. Так, горизонтальный факел при 100 мм отверстия в резервуаре согласно расчету создавал тепловой поток $1,4 \text{ кВт/м}^2$ лишь на расстоянии до 112 м.

Заключение

Выводы из результатов исследования указывают, что адресная система противопожарной защиты в обеспечении пожарной безопасности более эффективна, чем нормативный подход, позволяя при этом применение действительно необходимых и обоснованных мер обеспечения пожарной безопасности в части противопожарных разрывов. Преобладание адресного подхода обеспечения пожарной безопасности над нормативным обусловлено способностью исключить применение к хозяйствующему субъекту избыточных требований, в том числе при

осуществлении федерального государственного пожарного надзора [11]. Подход к проектированию производственных объектов газовой промышленности, основанный на адресном подходе обеспечения пожарной безопасности объекта защиты, более оптимален. Разработан алгоритм определения необходимого противопожарного расстояния на основе расчета пожарного риска, а не на основе нормативных требований. В дальнейшем также следует рассмотреть применение адресной системы противопожарной защиты как критерий добросовестности хозяйствующего субъекта, ее применившего.

Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Jerry J. Vaske Acceptability Norms toward Fire Management in Three National Forests // *Environment and Behavior*. 2004. № 36 (4). P. 592–612.
3. Analyse der Brandtotenentwicklung in Deutschland (Teil 1 in Ausgabe 5.2022 und Teil 2 in Ausgabe 6.2022 des Feuertrutz Magazins). URL: <https://www.feuertrutz.de/analyse-der-brandtotenentwicklung-in-deutschland-07.11.2022> (дата обращения: 25.09.2023).
4. Фомин А.В., Хорошев А.А. О критериях добросовестности для производственных объектов и наружных установок // *Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXV Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО, 2023. С. 378–389.*
5. СП 240.1311500.2015. Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности» (утв. приказом МЧС России от 20 авг. 2015 г. № 452). URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-20082015-n-452/sp-240.1311500.2015/> (дата обращения: 26.02.2024).
6. Фомин А.В. Государственный пожарный надзор за расходными складами нефти и нефтепродуктов на основе риск-ориентированного подхода // *Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности*. 2020. № 1. С. 10–13.
7. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Оценка пожарного риска для крупномасштабного хранилища сжиженного природного газа / Д.М. Гордиенко [и др.] // *Пожарная безопасность*. 2017. № 3. С. 26–31.
9. Шевцов С.А., Каргашилов Д.В., Вогман Л.П. Определение величин пожарного риска на производственных объектах хранения сжиженного углеводородного газа: уч. пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2018. С. 89.
10. Алгоритм автоматического определения влияния ветра при оценке теплового потока пожара пролива горючей жидкости / И.Н. Карькин [и др.] // *Техносферная безопасность*. 2018. № 4 (21). С. 128–132.
11. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 12 апр. 2012 г. № 290. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. Исследование мероприятий по повышению пожаробезопасности производственных объектов / Л.Ф. Вахитова [и др.] // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 10-1. С. 64–68.
13. *Procedia Earth and Planetary Science* / Bhisham K. Dhurandher [et al.]. 2015. № 11. P. 499–506.
14. Mannan S. *Loss prevention in the process industries*. 3rd ed. USA, 2005.
15. Pietersen C.M. Analysis of the LPG disaster in Mexico City // *J. Haz. Mats*. 1988. Vol. 20. P. 85–107.

References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. Zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

2. Jerry J. Vaske Acceptability Norms toward Fire Management in Three National Forests // Environment and Behavior. 2004. № 36 (4). P. 592–612.
3. Analyse der Brandtotenentwicklung in Deutschland (Teil 1 in Ausgabe 5.2022 und Teil 2 in Ausgabe 6.2022 des FeuerTrutz Magazins). URL: <https://www.feuertrutz.de/analyse-der-brandtotenentwicklung-in-deutschland-07.11.2022> (data obrashcheniya: 25.09.2023).
4. Fomin A.V., Horoshev A.A. O kriteriyah dobrosovestnosti dlya proizvodstvennykh ob"ektov i naruzhnykh ustanovok // Aktual'nye problemy pozharnoy bezopasnosti: materialy XXXV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: VNIPO, 2023. S. 378–389.
5. SP 240.1311500.2015. Hranilishcha szhizhennogo prirodnogo gaza. Trebovaniya pozharnoy bezopasnosti (utv. prikazom MCHS Rossii ot 20 avg. 2015 g. № 452). URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-20082015-n-452/sp-240.1311500.2015/> (data obrashcheniya: 26.02.2024).
6. Fomin A.V. Gosudarstvennyj pozharnyj nadzor za raskhodnymi skladami nefi i nefteproduktov na osnove risk-orientirovannogo podhoda // Nadzornaya deyatel'nost' i sudebnaya ekspertiza v sisteme bezopasnosti. 2020. № 1. S. 10–13.
7. Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob"ektah (utv. prikazom MCHS Rossii ot 10 iyulya 2009 g. № 404). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. Ocenka pozharnogo riska dlya krupnomasshtabnogo hranilishcha szhizhennogo prirodnogo gaza / D.M. Gordienko [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2017. № 3. S. 26–31.
9. Shevcov S.A., Kargashilov D.V., Vogman L.P. Opredelenie velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob"ektah hraneniya szhizhennogo uglevodorodnogo gaza: uch. posobie. Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 2018. S. 89.
10. Algoritm avtomaticheskogo opredeleniya vliyaniya vetra pri ocenke teplovogo potoka pozhara proliva goryuchej zhidkosti / I.N. Kar'kin [i dr.] // Tekhnosfermaya bezopasnost'. 2018. № 4 (21). S. 128–132.
11. O federal'nom gosudarstvennom pozharnom nadzore: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 12 apr. 2012 g. № 290. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
12. Issledovanie meropriyatij po povysheniyu pozharobezopasnosti proizvodstvennykh ob"ektov / L.F. Vahitova [i dr.] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2022. № 10-1. S. 64–68.
13. Procedia Earth and Planetary Science / Bhisham K. Dhurandher [et al.]. 2015. № 11. P. 499–506.
14. Mannan S. Lee's loss prevention in the process industries. 3rd ed. USA, 2005.
15. Pietersen C.M. Analysis of the LPG disaster in Mexico City // J. Haz. Mats. 1988. Vol. 20. P. 85–107.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 13.12.2023; одобрена после рецензирования: 04.01.2024; принята к публикации: 11.01.2024

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 13.12.2023; approved after review: 04.01.2024; accepted for publication: 11.01.2024

Информация об авторах:

Хорошев Андрей Александрович, адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: andrey.horoshev@list, SPIN-код: 2997-1108

Information about the authors:

Khoroshev Andrey A., adjunct of the faculty of training highly qualified personnel of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: andrey.horoshev@list, SPIN: 2997-1108