

УДК 614.84

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-2-74-85>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2020

Оценка безопасности функционирования автомобильной газозаправочной станции посредством анализа техногенного риска

Емельянова В. А.,

Северо-Кавказский
федеральный университет,
355017, Россия, г. Ставрополь,
ул. Пушкина, д. 1

Аннотация

С каждым годом все больше возрастает актуальность проблем снижения техногенного риска не только опасного объекта, но и региона, где он расположен, решение которых позволит снизить как показатели риска чрезвычайных ситуаций, так и масштабы их последствий. Эффективная реализация данного направления возможна лишь при согласованности деятельности органов государственной власти и ответственности собственников подобных объектов. В работе проведен анализ возникновения аварийных ситуаций, связанных с функционированием автомобильной газозаправочной станции, разработаны возможные сценарии их развития, рассчитаны поражающие факторы с построением «дерева событий». Оценка базовых рисков является основой для принятия объективных управленческих решений, обеспечивающих безопасное и устойчивое развитие объекта экономики и территориального образования в целом.

Ключевые слова: безопасность, техногенный риск, поражающие факторы, ущерб.

Для цитирования: Емельянова В.А. Оценка безопасности функционирования автомобильной газозаправочной станции посредством анализа техногенного риска // Проблемы анализа риска. Т. 17. 2020. № 2. С. 74—85, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-2-74-85>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Safety assessment of the functioning of an automobile gas filling station through analysis of technological risk

Victoria A. Emelyanova,
North Caucasus Federal
University (NCFU),
355017, Russia, Stavropol,
Pushkin str., 1

Annotation

Every year the relevance of the problems of reducing the technological risk of not only a dangerous facility, but also of the region where it is located, the solution of which will reduce both the risk indicators of emergency situations and the extent of their consequences, is growing more and more. Effective implementation of this direction is possible only with the coordination of the activities of state authorities and the responsibility of the owners of such objects. The paper analyzes the occurrence of emergencies associated with the operation of a gas filling station, developed possible scenarios for their development, calculated the damaging factors with the construction of a "tree of events". Assessment of basic risks is the basis for making objective management decisions that ensure the safe and sustainable development of the economy and territorial entity as a whole.

Keywords: safety, technological risk, damaging factors, damage.

For citation: Emelyanova Victoria A. Safety assessment of the functioning of an automobile gas filling station through analysis of technological risk // Issues of Risk Analysis. Vol. 17. 2020. No. 2. P. 74—85, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-2-74-85>

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Оценка техногенного риска ЧС
2. Идентификация основных причин возникновения и поражающих факторов аварийных ситуаций на АГЗС
3. Определение наиболее вероятных и наиболее опасных аварий на АГЗС
4. Описание аварий на АГЗС, связанных с разгерметизацией резервуара с СУГ или емкости автоцистерны
5. Определение риска наиболее опасной аварии на АГЗС и поражающих факторов, связанных с ней

Заключение

Литература

Введение

Научно-техническое развитие страны предопределяется наличием в городах критически и стратегически важных и потенциально опасных объектов техносферы. Проявляются две тенденции: с одной стороны — формирование критической инфраструктуры техносферы и, как следствие, выдающиеся достижения в различных областях, с другой стороны — наличие объектов техносферы приводит к возникновению угроз среде обитания, человеку и обществу в целом. Существующая концепция приемлемого допустимого риска отражает тот факт, что полностью

избежать возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций невозможно. Поэтому необходимо минимизировать их количество и уменьшить масштабы последствий посредством мониторинга рисков.

1. Оценка техногенного риска ЧС

Оценка уровня техногенных рисков — основа регулирования природно-техногенной безопасности региона. Аварийная ситуация приводит к одному или совокупности негативных последствий. Удельный вес техногенных опасностей в структуре риска для жизнедеятельности человека имеет тенденцию к росту.

В табл. 1 представлены основные виды (объекты) техногенных ЧС и их доля в общем количестве ЧС, возникших на территории РФ¹.

Очевидно, что доминируют техногенные ЧС на пожаро- и взрывоопасных объектах. К наиболее распространенным среди подобных объектов на территории региона относятся автомобильные газозаправочные станции (АГЗС).

На автомобильной газозаправочной станции выполняются следующие операции:

- прием от поставщика сжиженного углеводородного газа (СУГ), поступающего в автомобильных цистернах типа ППЦ;
- хранение СУГ в стационарной газовой установке УГМ-04;

- заправка легковых, грузовых автомобилей и автобусов СУГ с помощью заправочной колонки УЗСГ-1.

На АГЗС выполняются только операции по заправке автомобилей сжиженным газом. Другие виды работ на АГЗС не предусмотрены.

2. Идентификация основных причин возникновения и поражающих факторов аварийных ситуаций на АГЗС

При эксплуатации технологического оборудования АГЗС и трубопроводов могут быть выявлены следующие основные факторы, влияющие на показатели риска [1]:

- оборот токсичного вещества;
- избыточное давление в технологическом оборудовании и трубопроводах;
- исправность и надежность запорной и предохранительной арматуры, КИПиА;
- транспортировка токсичного вещества;
- ручные операции;
- отпуск нефтепродуктов в автоцистерны;
- надежность системы противоаварийной защиты;
- профессионализм и качественная противоаварийная подготовка персонала, уровень производственной и технологической дисциплины, в значительной степени определяющей как частоту

Таблица 1. Виды техногенных чрезвычайных ситуаций и их структура

Table 1. Types of technogenic emergencies and their structure

Вид (объект) техногенной ЧС	Структура, %
Ж/д транспорт	2
Воздушный транспорт	4
Аварии на объектах с АХОВ	4
ДТП	8
Коммунальные сети	10
Водный транспорт	2
Обрушения	2
Пожары и (или) взрывы на промышленных объектах	17
Пожары и (или) взрывы на социальных объектах	51

¹ Количество чрезвычайных ситуаций по характеру и виду источников возникновения. <http://www.realnoevremya.ru/attachments/574>

возникновения аварийных ситуаций, так и условия их развития и ликвидации последствий.

Основными поражающими факторами при возможных аварийных ситуациях являются [2]:

1) полное разрушение автомобильной цистерны на открытой площадке, пролив части легковоспламеняющейся жидкости на подстилающую поверхность;

2) разгерметизация технического трубопровода, автоматической заправочной станции вследствие неплотности фланцевых соединений, пролив части нефтепродуктов на подстилающую поверхность;

3) механическое или коррозионное повреждение резервуаров, технологического оборудования, пролив части нефтепродуктов на подстилающую поверхность;

4) механический износ уплотнения для перекачки топлива, пролив нефтепродуктов, пролив части нефтепродуктов на подстилающую поверхность;

5) полное разрушение резервуара для хранения нефтепродуктов с последующим проливом, токсическое поражение персонала парами нефтепродуктов, загрязнение грунта и грунтовых вод нефтепродуктами, загрязнение окружающей среды вследствие выброса в атмосферу большого количества паров углеводородов, образование нефтесодержащих шламов;

6) полное разрушение резервуара для хранения нефтепродуктов, истечение нефтепродуктов, образование паровоздушной взрывоопасной среды с последующим воспламенением и объемным взрывом.

Наиболее вероятными сценариями являются те, которые связаны с частыми ручными операциями, износом оборудования, большой протяженностью и разветвлениями трубопроводов и т. п.

При строгом соблюдении требований действующей нормативно-технической документации возникновение на АГЗС аварий, связанных с истечением больших объемов СУГ, объемным взрывом паров и пожаром, практически невозможно [3].

3. Определение наиболее вероятных и наиболее опасных аварий на АГЗС

Наиболее вероятными авариями могут быть незначительные утечки сжиженного газа через неплотности соединения или уплотнения оборудования во время заправки или технологического перекачивания из транспортной емкости в рабочую.

Наиболее разрушительной на объекте может стать гипотетическая авария, связанная с полной

разгерметизацией емкости автоцистерны (АЦ) или резервуара с СУГ АГЗС или их вместе. Основными причинами этого могут стать:

- ошибочные действия обслуживающего персонала;

- механическое повреждение технологического оборудования от внешних воздействий (наезд, удар, падение и т. д.) и вследствие потери прочности (коррозия стенок, превышение допустимого давления, дефекты сварного шва и т. д.);

- нарушение требований пожарной безопасности при выполнении огневых работ;

- нарушение клиентами АГЗС инструкций по безопасной заправке автомобилей;

- поражение объектов АГЗС прямым ударом молнии;

- террористический акт;

- неисправность устройств защиты от статического электричества или нарушение инструкций при сливе СУГ из автоцистерны.

Обобщенный анализ аварий на технологическом оборудовании АГЗС и сведений, приведенных в периодической литературе, позволил определить основные причины подобных аварий, которые представлены в табл. 2 [3].

Ввиду незначительных последствий наиболее вероятной аварии более детально будут рассматриваться сценарии наиболее опасной аварии.

4. Описание аварий на АГЗС, связанных с разгерметизацией резервуара с СУГ или емкости автоцистерны

Статистическая вероятность полной разгерметизации резервуаров с одинарной оболочкой составляет $1 \cdot 10^{-4}$ /резервуаров в год, при этом в 90% случаев весь объем выбрасывается мгновенно [4]. Возможны два варианта развития событий.

1. Разгерметизация емкости АЦ.

Статистическая вероятность полной разгерметизации автоцистерны на территории АГЗС будет равна произведению вероятности нахождения автоцистерны на территории АГЗС на статистическую вероятность полной разгерметизации емкости АЦ. При годовой реализации СУГ 530 м³/год АЦ наполняет резервуар АГЗС 133 раза в год, среднее время нахождения автоцистерны

Таблица 2. Основные причины и последствия разрушения технологического оборудования

Table 2. The main causes and consequences of the destruction of technological equipment

№ п/п	Причины/последствия	Относительное количество, %
Причины		
1	Механические разрушения в результате гидроиспытаний, дефектов сварного шва, концентрации напряжений и др.	46,2
2	Хрупкие разрушения при низких температурах	15,4
3	Воздействие взрывной волны	15,4
4	Коррозия	10,8
5	Воздействие высоких температур при пожаре	7,7
6	Землетрясение	3,0
7	Диверсионный акт	1,5
Последствия		
1	Растекание по подстилающей поверхности	85
2	Выброс с мгновенным воспламенением	3
3	Выброс с последующим воспламенением	12

на территории АГЗС, с учетом времени маневрирования и слива, не превышает 1 часа, тогда статистическая вероятность реализации такого сценария составит $1,37 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

В этом случае возможно возникновение эффекта домино, то есть разрушение от теплового воздействия резервуара с СУГ АГЗС.

2. Разгерметизация резервуара с СУГ на АГЗС.

Статистическая вероятность полной разгерметизации резервуара с СУГ на АГЗС с мгновенным выбросом составит $9,0 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

В рассмотренных случаях объем СУГ, выброшенный в атмосферу, для аварии АЦ будет близок к максимальному — 10 м^3 , а в остальных случаях он может находиться в пределах от 0 до 10 м^3 .

В остальном развитие аварий будет похожим, различия будут только в месте выброса сжиженных газов и их количестве:

1. Сценарий С1 — авария при сливе СУГ (место — площадка АЦ) — вероятность $1,37 \cdot 10^{-6}$ 1/год, объем СУГ, выброшенный в атмосферу, — 10 м^3 .

2. Сценарий С2 — авария на резервуаре с СУГ АГЗС (место — площадка УГМ) — вероятность $9,0 \cdot 10^{-5}$ 1/год, объем СУГ, выброшенный в атмосферу, — от 0 до 10 м^3 .

Для сценария С2 будем считать, что количество СУГ в резервуаре уменьшается линейно от максимума до опорожнения во время и между заправками резервуара из АЦ.

Многолетние исследования показывают, что возникновение и развитие аварий, как правило, характеризуется комбинацией случайных событий, которые возникают с различной частотой на различных стадиях аварии и схематично изображаются в виде «дерева событий». При этом вероятность каждого сценария аварии рассчитывается посредством умножения частоты основного события на вероятность конечного.

Результаты логико-графического анализа наиболее опасных аварий на АГЗС, связанных с полной разгерметизацией емкости с СУГ, представлены на рис. 1 (развитие аварий по сценариям С1, С2 будет одинаковым)².

² СТО РД-39-1.10-084-2003. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» / Утв. ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ» от 30.03.2009 № 83. http://www.sra-russia.ru/e_docs/tekhnogennye-chs/vzryvy/metodicheskie-ukazaniya-po-provedeniyu-analiza-riska-dlya-opasnykh-proizvodstvennykh-obektov-gazotra

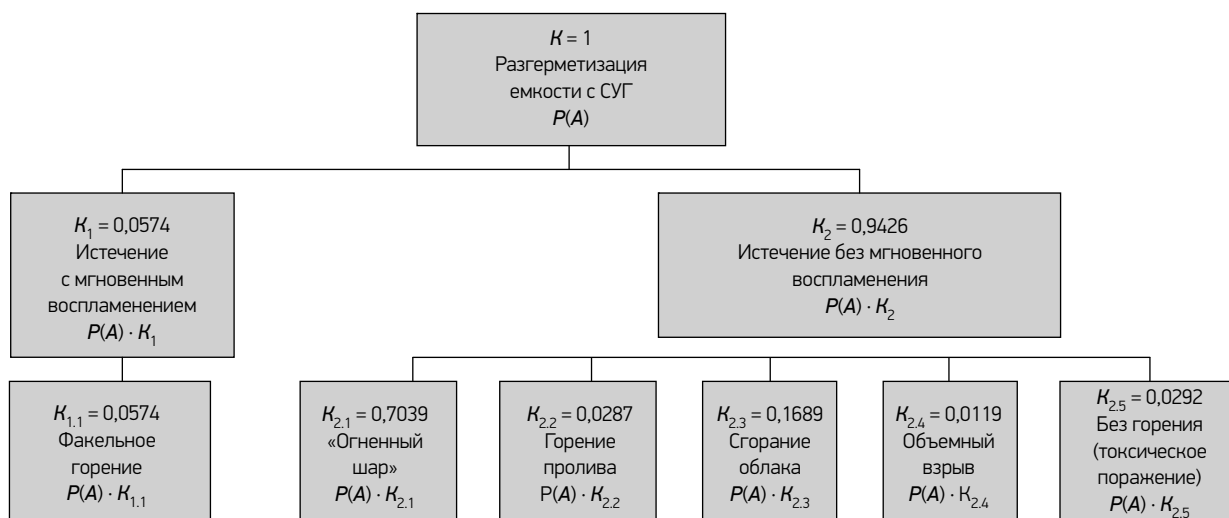


Рис. 1. «Дерево событий» аварии на автомобильной газозаправочной станции, связанной с полной разгерметизацией емкости со сжиженным углеводородным газом, где $P(A)$ — вероятность исходного события 1/год; K_i — условная вероятность возникновения сценария (табл. 3)

Figure 1. "Event Tree" of an accident at an automobile gas filling station associated with a complete depressurization of a tank with liquefied petroleum gas

Таблица 3. Статистические вероятности различных сценариев развития аварии с выбросом сжиженного углеводородного газа

Table 3. Statistical probabilities of various scenarios of the development of an accident with the release of liquefied petroleum gas

Сценарий аварии	Вероятность, K_i
Факел $K_{1,1}$	0,0574
«Огненный шар» $K_{2,1}$	0,7039
Горение пролива $K_{2,2}$	0,0287
Сгорание облака $K_{2,3}$	0,1689
Сгорание с развитием избыточного давления $K_{2,4}$	0,0119
Без горения $K_{2,5}$	0,0292
Итого	1

5. Определение риска наиболее опасной аварии на АГЗС и поражающих факторов, связанных с ней

Для оценки степени риска аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией и разрушением оборудования, использованы «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных

объектов» РД 03-418-01³. В табл. 4 представлена матрица «вероятность — тяжесть последствий» отказов:

1) А — повышенный риск, обязателен количественный анализ риска или требуются особые меры обеспечения безопасности;

³ РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов / Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.2001 № 30. <http://www.docs.cntd.ru/document/1200012878>

2) *B* — значительный риск, желателен количественный анализ риска или требуется принятие определенных мер безопасности;

3) *C* — умеренный риск, рекомендуется проведение качественного анализа опасностей, или принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуется;

4) *D* — минимальный (приемлемый) риск, анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуются.

Вероятность аварий на АГЗС представлена в табл. 5.

По тяжести последствий аварии критические. По частоте аварии практически невероятные (за исключением сценария С2 с образованием «огненного шара» и сгоранием облака СУГ). В соответствии с табл. 4 и 5 по тяжести последствий аварии можно отнести к категории *C* — умеренный риск, за исключением сценария С2 с образованием «огненного шара», факела и сгорания облака СУГ, которые относятся к категории *B*.

Основными поражающими факторами при аварии на АГЗС будут тепловое излучение, ударная волна и токсическое поражение людей парами СУГ или продуктами их горения.

Необходимо рассмотреть сценарии аварий, включающие аварии с максимальными последствиями (наиболее масштабную) и наиболее вероятную. Из вариантов поражения тепловым излучением (факельное горение, «огненный шар», горение пролива, сгорание облака) наиболее опасной является авария с образованием «огненного шара» (она же является и наиболее вероятной). Поэтому для нее будет проведен подробный количественный анализ риска, как и для другого по тяжести поражения сценария — сгорания с развитием избыточного давления.

Токсическое поражение и другие варианты поражения тепловым излучением (факельное горение, горение пролива, сгорание облака) являются менее тяжкими по последствиям или практически невероятными, поэтому подробно не рассматриваются.

Таблица 4. Матрица «вероятность — тяжесть последствий»

Table 4. Matrix “probability — severity of consequences”

Отказ	Ожидаемая частота возникновения, 1/год	Категория отказов по тяжести последствий			
		катастрофическая	критическая	некритическая	с пренебрежительно малыми последствиями
Частый	1	A	A	A	C
Вероятный	1—10 ⁻²	A	A	B	C
Возможный	10 ⁻² —10 ⁻⁴	A	B	B	C
Редкий	10 ⁻⁴ —10 ⁻⁶	A	B	C	D
Практически невероятный	10 ⁻⁶	B	C	C	D

A, B, C, D — ранги риска отказов

Таблица 5. Вероятность аварий на автомобильной газозаправочной станции

Table 5. Probability of accidents at an automobile gas filling station

Сценарий аварии	Вероятность	
	C1	C2
Факел	7,86E-08	1,29E-06
«Огненный шар»	9,64E-07	1,58E-05
Горение пролива	3,93E-08	6,46E-07
Сгорание облака	2,31E-07	3,80E-06
Сгорание с развитием избыточного давления	1,63E-08	2,68E-07
Токсическое поражение	4,00E-08	6,57E-07

Определим основные поражающие факторы наиболее опасных и вероятных сценариев.

Исходные данные для расчета:

- плотность жидкой фазы — 530 кг/м³;
- степень заполнения резервуара жидкой фазой — 85%;
- объем резервуара — 12,45 м³.

Радиус зоны концентрации СУГ, превышающий нижний концентрационный предел распространения пламени, определяется по методике, изложенной в ГОСТ Р12.3.047-98, и равен 163,81 м⁴.

1. «Огненный шар».

Время существования «огненного шара» и интенсивность теплового излучения от него при полной разгерметизации резервуара определяются по методике, изложенной в ГОСТ Р 12.3.047-98. Принятые в расчетах расстояния соответствуют удаленности от центра площадки АЦ (табл. 6).

Таблица 6. Расстояние до мест возможного нахождения людей

Table 6. Distance to places where people can be found

№ п/п	Наименование объекта	Расстояние, м
1	До колонки	35
2	До здания операторной	40
3	До автодороги	60

В результате расчетов получено:

- масса горючего в «огненном шаре» — $m = 5300$ кг;
- эффективный диаметр «огненного шара» $D_s = 88,02$ м;
- время существования «огненного шара» — $t_s = 12,37$ с;
- интенсивность теплового излучения «огненного шара» определяется по табл. 7.

Таблица 7. Интенсивность теплового излучения «огненного шара»

Table 7. The intensity of the thermal radiation of the "fireball"

Наименование объекта	Интенсивность тепл. излуч., кВт/м ²	Расстояние, м
До колонки	89,50	35
До здания операторной	83,97	40
До автодороги	62,13	60
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	320,02
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	235,71
Непереносимая боль через 20—30 с	7,0	195,31
Ожог 1-й степени через 15—20 с		
Ожог 2-й степени через 30—40 с		
Воспламенение хлопка-волокна через 15 мин		
Непереносимая боль через 3—5 с	10,5	166,51
Ожог 1-й степени через 6—8 с		
Ожог 2-й степени через 12—16 с		
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12%) при длительности облучения 15 мин	12,9	152,91
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17,0	135,41

⁴ ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. <http://www.docs.cntd.ru/document/1200003311>

Сооружения на территории АГЗС попадают в зону горения «огненного шара».

Учитывая время существования «огненного шара», ожог 1-й степени могут получить люди, находящиеся на открытой местности без средств защиты на расстоянии менее 195 м, ожог 2-й степени — на расстоянии менее 166 м. Безопасным для человека в средствах защиты является излучение интенсивностью 4,2 кВт/м². Соответствующее этой интенсивности расстояние составляет 236 м.

Строительные конструкции здания АГЗС, где находятся люди, выполнены из материалов, обеспечивающих устойчивость несущих элементов сооружения к воздействию огня в течение не менее 45 мин (2-я степень огнестойкости), а время существования «огненного шара» 12,37 с.

2. Сгорание с развитием избыточного давления.

Параметры ударной волны давления при взрыве паров СУГ определяются по методике ГОСТ Р 12.3.047-98. Результаты расчетов приведены в табл. 8.

Материальный ущерб в результате этой аварии определяется стоимостью объектов, которые будут разрушены:

- здание операторной;
- навес с ТРК;
- резервуар с СУГ и, возможно, автоцистерна.

Заправщик, оператор АГЗС, водитель заправляемого автомобиля или водитель АЦ при аварии

по описанным сценариям оказываются в зоне смертельной опасности.

Наиболее приемлемым критерием оценки степени опасности для жизни людей может служить индивидуальный риск [5], определяемый как вероятность смертельного исхода за год при стихийном бедствии или в процессе аварии (R_{Σ}). Этот показатель включает сочетание частоты аварийных ситуаций и их последствий.

В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 пожарная безопасность технологических процессов считается безусловно выполненной, если:

- индивидуальный риск меньше 10^{-8} ;
- социальный риск меньше 10^{-7} .

Эксплуатация технологических процессов является недопустимой, если индивидуальный риск больше 10^{-6} или социальный риск больше 10^{-5} .

Эксплуатация технологических процессов при промежуточных значениях риска может быть допущена после проведения дополнительного обоснования, в котором будет показано, что предприняты все возможные и достаточные меры для уменьшения пожарной опасности.

Индивидуальный риск (R_{Σ}) находим на основе определенных сценариев и рассчитанных вероятностей их реализации ($Q_{(Ai)}$). Для сценариев С1 и С2 в качестве места аварии рассматривалась соответствующая емкость. Условная вероятность поражения человека (Q_{ni}) избыточным давлением,

Таблица 8. Параметры волны давления

Table 8. Pressure wave parameters

Расстояние/степень повреждения	Избыточное давл., кПа	Расстояние до объекта, м
До колонки	179,54	35
До здания операторной	135,80	40
Полное разрушение зданий	100	46,60
До автодороги	61,90	60
50%-е разрушение зданий	53	65,50
Средние повреждения зданий	28	95,80
Умеренные повреждения зданий	12	170,80
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	341,80
Малые повреждения зданий (разбита часть остекления)	3	532,29

развиваемым при сгорании СУГ, и тепловым излучением рассчитывается по методике, приведенной в Приложении Э к ГОСТ Р 12.3.047-98. Значения условной вероятности поражения человека вычислялись на основе рассчитанных значений «пробит» — функции Pr .

Индивидуальный риск в ячейке определялся по формуле (1):

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_{ni} \cdot Q_{(A_i)} \quad (1)$$

Условная вероятность поражения человека и индивидуальный риск определялись с шагом 1 м (размер ячейки 1×1 м) на поле поражения размером 200×200 м. В результате были получены интегральные поля уровней индивидуального риска $R_{\Sigma}(x, y)$.

С использованием полученных полей индивидуального риска в отдельных точках были определены максимальные и интегральные показатели индивидуального риска.

Результаты расчетов сведены в табл. 9.

Как видно из табл. 9, уровень суммарного риска меньше 10^{-5} , средний уровень индивидуального риска не превышает 10^{-6} . Максимальное значение индивидуального риска находится в районе 10^{-5} только на территории АГЗС. Максимальный уровень индивидуального риска отмечается в непосредственной близости от потенциально опасных объектов. В этой зоне могут находиться заправщик, оператор АГЗС, водитель автоцистерны или водитель заправляемой машины.

Уровни риска для населения на территориях, прилегающих к потенциально опасным объектам, составляют⁵:

- неприемлемый риск $R_{\Sigma}(x, y) > 10^{-5}$;
- контролируемый риск $10^{-5} > R_{\Sigma}(x, y) > 10^{-6}$;
- приемлемый риск $R_{\Sigma}(x, y) < 10^{-6}$.

Анализ результатов, представленных в табл. 9, показывает, что при нахождении в зоне контролируемого риска (жесткого контроля риска) человека должны выполняться следующие требования:

Таблица 9. Показатели индивидуального риска для сценариев развития аварий на автомобильной газозаправочной станции

Table 9. Individual risk indicators for accident scenarios at an automobile gas filling station

Сценарий	Краткое описание	Вероятность реализации сценария, $Q_{(A_i)}$, 1/год	Максимальный уровень индивидуального риска $R_{\Sigma}^{\max}$, 1/год	Средний индивидуальный риск $R^{\text{ср}}$, 1/год	Суммарный риск F , чел./год	Степень риска
С-1	Факел «Огненный шар» Горение пролива Сгорание облака Сгорание с развитием избыточного давления Токсическое поражение	7,86E-08 9,64E-07 3,93E-08 2,31E-07 1,63E-08 4,00E-08	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$3,71 \cdot 10^{-7}$	$2,04 \cdot 10^{-6}$	Низкая
	Факел «Огненный шар» Горение пролива Сгорание облака Сгорание с развитием избыточного давления Токсическое поражение	1,29E-06 1,58E-05 6,46E-07 3,80E-06 2,68E-07 6,57E-07				

⁵ ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. <http://www.docs.cntd.ru/document/1200003311>

- нахождение в зоне ограниченного числа людей в течение ограниченного отрезка времени (например, один-два объекта с наибольшей работающей сменой до 100 человек в течение рабочей смены);

- персонал таких объектов должен быть хорошо обучен и готов к проведению защитных мероприятий в случае крупной производственной аварии на потенциально опасном объекте;

- в зоне должна быть отработана система оповещения, позволяющая в кратчайшие сроки осуществить мероприятия по защите производственного персонала;

- объект, находящийся в такой зоне, сам не должен являться потенциально опасным объектом, поддерживающим эффект домино, и не должен содержать непрерывных технологических процессов.

Все вышеизложенные требования для АГЗС выполняются, поэтому дополнительных мероприятий по снижению степени риска не требуется.

Остальная территория находится в зоне приемлемого риска, где допускаются любое строительство и размещение населения.

Из анализа опасностей и риска очевидно, что при нормальном режиме эксплуатации оборудования, соблюдении технологии, заданных параметров и грамотном обслуживании, добросовестном отношении персонала, своевременном освидетельствовании и осмотре технологического оборудования аварии и отказы на данных объектах маловероятны.

Заключение

Проведенный анализ показал, что для управления техногенным риском необходим комплексный подход как со стороны органов власти, так и непосредственно со стороны опасных объектов. Так как процесс возникновения ЧС является процессом системным, поэтому и снижение рисков и последствий аварий необходимо реализовывать путем прогнозирования и контроля технологических процессов на конкретных объектах. При этом важно учитывать степень их взаимодействия и влияния

природно-климатических факторов региона, что может свести к минимуму вероятность ЧС, а следовательно, предотвратить как материальный, так и социальный ущерб.

Литература [References]

1. Цагарели Д. В., Бондарь В. А., Зоря Е. И. Технологическое оборудование автозаправочных станций (комплексов). М.: ПАРИТЕТ-ГРАФ, 2000. 210 с. [Tsagareli D. V., Bondar V. A., Zorya E. I. Technological equipment of filling stations (complexes). M.: PARITY-GRAF, 2000. 210 p. (Russia).]
2. Швырков С. А., Горячев С. А., Сучков В. П. и др. Пожарная безопасность технологических процессов: Учебник / М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. 235 с. [Shvyrkov S. A., Gorichev S. A., Suchkov V. P., etc. Fire safety of technological processes: Textbook/S. A. Schwyrkov. Moscow: Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2012. 235 p. (Russia).]
3. Шебеко Ю. Н., Малкин В. Л., Гордиенко Д. М., Смолин И. М., Колосов В. А., Смирнов Е. В. Оценка пожарного риска для зданий, расположенных на территории автозаправочных станций // Пожаровзрывобезопасность. 2000. № 5. С. 19—24. [Shebeko U. N., Malkin V. L., Gordienko D. M., Smolin I. M., Kolosov V. A., Smirnov E. V. Fire risk assessment for buildings located at gas stations // Fire and Explosion Safety. 2000. No. 5. P. 19—24 (Russia).]
4. Лебская Т. А., Федосеев М. М. Проблемы обеспечения безопасности при эксплуатации контейнер-цистерн для транспортировки и хранения сжиженных природных газов // Технологии гражданской безопасности. Т. 14. 2017. № 2 (52). С. 52—57. [Lebskaya T. A., Fedoseev M. M. Safety Problems Related to the Use and Maintenance of Containers for LNG Transportation and Storage // Civil Security Technology. Vol. 14. 2017. No. 2 (52). P. 52—57 (Russia).]
5. Гордиенко Д. М. Исследование индивидуального риска для традиционной автозаправочной станции // Пожарная безопасность. 2001. № 4. С. 41—46. [Gordienko D. M. Study of individual risk for a traditional gas station // Fire Safety. 2001. No. 4. P. 41—46 (Russia).]

Сведения об авторе

Емельянова Виктория Александровна: кандидат экономических наук, доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (ФГАОУ ВО СКФУ)

Количество публикаций: 86, в т. ч. монографий — 1, учебных изданий — 8

Область научных интересов: экономическое обоснование инженерно-технических мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Контактная информация:

Адрес: 355045, г. Ставрополь, ул. Пирогова, д. 38Б

Тел.: + 7 (988) 741-64-16

E-mail: stavropol-nc@mail.ru

Дата поступления: 19.03.2020

Дата принятия к публикации: 06.04.2020

Дата публикации: 30.04.2020

Came to edition: 19.03.2020

Date of acceptance to the publication: 06.04.2020

Date of publication: 30.04.2020