

Научная статья
УДК 614.8
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2024.63.55.009

Методика балльной оценки факторов влияния на возникновение пожароопасной ситуации для надземных емкостей автомобильных газозаправочных станций

Пётр Сергеевич Орловский¹

Антон Прокопьевич Бызов²

¹Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь,

<https://orcid.org/0009-0008-0435-5788>

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург,

Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8572-4697>

Автор ответственный за переписку: Антон Прокопьевич Бызов, byzov_ap@spbstu.ru

Аннотация. Целью данной статьи является разработка методики балльной оценки факторов, влияющих на вероятность разгерметизации надземного резервуара со сжиженным углеводородным газом (СУГ). В основу формирования правил балльной оценки факторов влияния была положена нормативная документация в области проектирования и эксплуатации оборудования автомобильной газозаправочной станции (АГЗС), использующей надземные резервуары. В работе были применены методы аналогии, изучения документов и результатов деятельности. Результатом работы является разработанная методика балльной оценки факторов, влияющих на вероятность возникновения пожароопасной ситуации. Полученные результаты могут быть использованы при оценке пожарного риска для объектов, на которых возможны аварии, связанные с образованием взрывопожароопасной ситуации.

Ключевые слова: пожарный риск, резервуар, сжиженный углеводородный газ, эксплуатация

Для цитирования: Орловский П.С., Бызов А.П. Методика балльной оценки факторов влияния на возникновение пожароопасной ситуации для надземных емкостей АГЗС // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 2 (33). С. 157-167. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.63.55.009>

Original article

Methodology for scoring factors influencing the occurrence of a fire hazardous situation for above-ground gas station tanks

Piotr S. Orlovsky¹

Anton P. Byzov²

¹Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus,

<https://orcid.org/0009-0008-0435-5788>

²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,

<https://orcid.org/0000-0001-8572-4697>

Corresponding author: Anton P. Byzov, byzov_ap@spbstu.ru

Abstract. The purpose of this article is to develop a methodology for scoring factors affecting the probability of depressurization of an above-ground liquefied petroleum gas tank. The basis for the formation of rules for scoring influence factors was based on regulatory documentation in the field of design and operation of equipment for an automobile gas filling station using above-ground tanks. The work used methods of analogy, study of documents and results of activities. The result of the work is a developed methodology for scoring factors influencing the likelihood of a fire situation. The results obtained can be used in assessing fire risk for facilities where accidents associated with the formation of an explosion and fire hazard are possible.

Keywords: fire risk, tank, liquefied petroleum gas, operation

For citation: Orlovsky P.S., Byzov A.P. Methodology for scoring factors influencing the occurrence of a fire hazardous situation for above-ground gas station tanks // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 2 (33). С. 157-167. (In Russ.)<https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.63.55.009>

С учетом широкого распространения использования газового топлива для автомобилей наметился тренд на увеличение количества объектов по приему, хранению и отпуску СУГ. В создавшихся условиях следует особое внимание уделять уровню безопасности при проектировании и эксплуатации подобных объектов [1-3]. Для оценки частоты иницирующих пожароопасную ситуацию событий на АГЗС, предлагается разработать методику оценки пожарного риска [4], учитывающую особенности эксплуатации газового оборудования АГЗС, а также иные технические, технологические и организационные мероприятия, которые не предусмотрены в ныне применяемых методиках оценки пожарного риска [5-9].

В ранее проведенных исследованиях по разработке методики балльно-факторной оценки пожарного риска на АГЗС [4] была получена система факторов, влияющих на возникновение пожароопасной ситуации. Система включает 31 фактор, объединённый в 6 групп. Также для каждой группы и каждого фактора с помощью метода анализа иерархий были рассчитаны весовые коэффициенты, которые необходимы при расчете ожидаемой частоты аварии на рассматриваемом объекте.

Цель данного исследования – разработать правила расчета баллов для определенных ранее факторов [4]. Формирование правил расчета баллов для определенных ранее факторов является следующим шагом в разработке методики оценки пожарного риска на АГЗС с надземными емкостями.

Для проведения наиболее объективной оценки факторов и уровня влияния различных элементов была изучена и проанализирована нормативная документация Российской Федерации и Республики Беларусь в области транспортировки и хранения нефтепродуктов, использования оборудования под давлением: Правила промышленной безопасности [10], Приказы Ростехнадзора [11-15], Государственные стандарты [16], Методики оценки риска аварий и другие НПА [17-19].

При совпадении факторов предлагаемой системы с факторами в существующих методиках балльно-факторной оценки брались во внимание уже применяемые правила их оценки с учетом особенностей эксплуатации АГЗС. Так факторы F1.1 - «Отношение фактической толщины стенки резервуара к требуемой», F1.6 - «Возможность возникновения гидравлических ударов» и правила их расчета были взяты по аналогии с Приказами Ростехнадзора от 29.12.2022 N 478 [11] и от 17.02.2023 N 69 [12], F1.5 - «Гидроиспытания», F1.7 - «Система автоматизированного контроля», «Аварии и отказы, произошедшие на рассматриваемой АГЗС по причине ...», F3.1 - «Климатические условия», F4.1 - «Температура среды», F5.1 - «Эксплуатационная документация», F5.3 - «Квалификация персонала», F6.1 - «Подвижки и деформации грунта», F6.2 - «Состав грунта с точки зрения его несущей способности» из Приказа Ростехнадзора от 22.12.2022 N 454 [13] в данной статье не приводятся.

Кроме того, формирование правил оценки базировалось на опросе специалистов организаций, эксплуатирующих АГЗС.

Объект исследования – АГЗС с размещённым надземно резервуаром СУГ.

Предметом исследования является методика балльной оценки факторов, влияющих на частоту иницирующего пожароопасную ситуацию события.

Для получения балльной оценки факторов применим балльно-факторную функцию (БФФ). Метод экспертных оценок используем, чтобы получить баллы для каждого фактора в диапазоне от 0 до 10. 0 – при максимальном выполнении требований для обеспечения безопасности, 10 – когда безопасные условия не обеспечены [4].

В соответствии с ранее проведенными исследованиями частота реализации пожароопасных ситуаций на емкости с СУГ в надземном исполнении определяется как [4]:

$$P = P_{cp} \cdot \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_i \cdot q_{ij} \cdot B_{ij}}{B_{cp}},$$

где P_{cp} – частота разгерметизации среднестатистической емкости хранения веществ под давлением;

B_{cp} – балльная оценка среднестатистической емкости хранения СУГ, разгерметизация которой соответствует среднестатистической частоте аварий;

B_{ij} – балльная оценка наблюдаемого на объекте фактора F_{ij} , определяемая с помощью соответствующей балльно-факторной функции;

p_i – весовой коэффициент i -той группы факторов;

q_{ij} – доля (весовой коэффициент) j -го фактора в i -той группе;

I – общее число групп факторов влияния;

$J_{(i)}$ – общее число факторов влияния в i -ой группе.

Ниже приведены правила расчета баллов для факторов из системы [4], которые не были предусмотрены в существующих методиках, или правилах их расчета значительно отличаются и были сформированы по результатам проведенных исследований.

1. БФФ для факторов влияния первой из шести групп «Механические разрушения»

1.2. Фактор F_{12} «Дефекты сварных швов»

Оценка фактора F_{12} , связана с наличием дефектов, обнаруженных в результате диагностики.

$B_{12} = 10$, если обнаружены дефекты;

$B_{12} = 0$, если дефектов не обнаружено.

1.3. Фактор F_{13} «Рабочее (избыточное) давление»

Балльная оценка определяется из отношения рабочего расчетного и фактического давления внутри резервуара.

$$\begin{aligned} &\text{Если } P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}} > 1,25, \quad \text{то } B=10; \\ &B = 20(P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}}) - 15 \text{ при } 1,0 < P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}} \leq 1,25; \\ &\quad \text{если } P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}} = 1, \quad \text{то } B=5; \\ &B = 20(P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}}) - 15 \text{ при } 0,75 \leq P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}} < 1,0; \\ &\quad \text{если } P_{\text{факт}}/P_{\text{раб}} < 0,75, \quad \text{то } B=0. \end{aligned}$$

Значения взяты на основании пунктов из Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения РБ [10].

2. БФФ для факторов влияния второй группы «Внешнее воздействие»

2.1. Фактор F_{21} «Наличие взрывопожароопасных веществ вблизи емкости»

Балльная оценка рассчитывается по формуле:

$$B = P \cdot 10,$$

где P – вероятность разрушения емкости под воздействием поражающих факторов от соседнего оборудования, в котором обращаются взрывопожароопасные вещества.

Если пожароопасные вещества отсутствуют, то $B = 0$.

2.2. Фактор F_{22} «Частота заправки потребителей (грузооборот)»

Табл.1 – БФФ для составляющих фактора F_{22}

№	Подфакторы фактора F_{22} и их возможные значения		$B_{22}^{(m)}$
1	$F_{22}^{(1)}$	Количество заправок в сутки: - свыше 250	6
		- $B_{22}^{(1)} = -0,81818 + 0,027273 \times n$, где $30 \leq n \leq 250$ - ниже 30	0
2	$F_{22}^{(2)}$	Одновременная заправка нескольких автомобилей при наличии двух и более колонок (рукавов/пистолетов): - более трёх автомобилей	4
		- три	3
		- два	2
		- один	1

$$B_{22} = B_{22}^{(1)} + B_{22}^{(2)}$$

2.3. Фактор F_{23} «Региональный фактор культуры вождения»

Степень влияния данного фактора на вероятность возникновения аварии зависит от коэффициента территории (КТ), который учитывает место регистрации транспортного средства. За основу взяты коэффициенты, используемые для определения страхового тарифа обязательного страхования гражданской ответственности [19]. Чем выше коэффициент, тем больше балл. Балльную оценку определяем по Табл.2.

Табл.2 – Балльная оценка фактора F_{23}

№	Наименование населенных пунктов/ территории	(КТ)	B_{23}
РБ			
1	Город Минск, Минский район	1,5	10
2	Города Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Могилев	1,2	7
3	Города с численностью населения более 50 тыс. человек (за исключением Минского района)	1	5
4	Прочие населенные пункты (за исключением Минского района)	0,8	3
РФ			
1	Москва, Пермь	2	10
2	Санкт-Петербург, Екатеринбург, Уфа, Краснодар, Новороссийск	1,8	8
3	Московская область	1,7	7
4	Владимир	1,6	6
5	Ленинградская область	1,3	3
6	Якутск	1,2	2

При наличии ограждения балльная оценка уменьшается в два раза.

2.4. Фактор F_{24} «Нарушение требований пожарной безопасности при выполнении огневых работ»

$B = 10$, если расстояние от места ведения огневых работ до резервуара меньше 20 метров;

$B = 5$, если расстояние от места ведения огневых работ до резервуара более 20 метров [14];

$B = 0$, если огневые работы не проводятся.

2.5. Фактора F_{25} «Диверсионный акт (теракт)»

Табл.3 – БФФ для составляющих фактора F_{25}

№	Подфакторы фактора F_{25} и их возможные значения		$B_{25}^{(m)}$
1	$F_{25}^{(1)}$	Регион: - высокая террористическая активность - средняя террористическая активность - низкая террористическая активность	4 2 0
2	$F_{25}^{(2)}$	Ведение боевых действий в регионе: - высокая вероятность - маловероятно - исключено	5 2 0
3	$F_{25}^{(3)}$	Дежурство персонала (охрана): В одну смену Круглосуточно	2 0
4	$F_{25}^{(4)}$	Система видеонаблюдения: Отсутствует Недостаточно камер С ограниченной функциональностью С широким спектром возможностей	5 4 2 0

$$B_{25} = B_{25}^{(1)} + B_{25}^{(2)} + B_{25}^{(3)} + B_{25}^{(4)} .$$

2.6. Фактор F_{26} «Защита от пожара»

Табл.4 - Балльная оценка фактора F_{26}

№	F_{26} – защита от пожара	B_{26}
1	Защита отсутствует	10
2	Оборудована система водяного орошения	4
3	Защитный экран из металла	2
4	Защитный экран из кирпича или бетона с соответствующими проекту шириной и высотой	0

3. БФФ для факторов влияния третьей группы «Хрупкие разрушения при низких температурах»

3.2. Фактор F_{32} «Исполнение материала»

При несоответствии маркировки и климатического исполнения материала изделия [16] условиям эксплуатации $B_{32} = 10$;

Если соответствует, то $B_{32} = 0$.

4. БФФ для факторов влияния четвертой группы «Коррозия»

4.2. Фактор F_{42} «Наличие дефектов лакокрасочного покрытия»

Оценка фактора F_{42} , связана с наличием дефектов, обнаруженных в результате диагностики.

$B_{42} = 10$, если суммарная площадь дефектных участков (трещины, пузыри) более 15%;

$B_{42} = 8$, если суммарная площадь дефектных участков менее 15%;

$B_{42} = 5$, если покрытие имеет неровности;

$B_{42} = 0$, если дефектов не обнаружено.

5. БФФ для факторов влияния пятой группы «Уровень технической эксплуатации»

5.2. Фактор F_{52} «Контроль воздушной среды на наличие утечек»

Табл.5 – БФФ для подфакторов фактора F_{52}

m	Составляющие фактора F_{52} и их возможные значения		$B_{52}^{(m)}$
1	$F_{52}^{(1)}$	Проводится ли контроль:	
		- не проводится	6
		- проводится	0
2	$F_{52}^{(2)}$	Частота проведения контроля:	
		- реже одного раза в смену;	6
		- раз в смену	4
		- каждый час;	2
		- автоматические сигнализаторы	0
3	$F_{52}^{(3)}$	Чувствительность приборов:	
		- диапазон измерений не соответствует концентрационным пределам распространения пламени;	4
		- соответствует.	0
4	$F_{52}^{(4)}$	Регулярность поверки:	
		- реже одного раза в год или не поверяется	6
		- раз в 12 месяцев	2
		- каждые 6 месяцев	0

$$B_{52} = B_{52}^{(1)} + B_{52}^{(2)} + B_{52}^{(3)} + B_{52}^{(4)} .$$

5.5. Фактор F_{55} " Защита от статического электричества ".

$B_{55} = 10$, если выявлены неисправности заземляющих устройств;

$B_{55} = 0$, если выполнение заземляющих устройств полностью соответствует требованиям обеспечения электробезопасности.

6. БФФ для факторов влияния шестой группы «Природные воздействия»

6.3. Фактор F_{63} «Грозовая активность»

Табл.6 – БФФ для фактора F₆₃

№	Возможные значения фактора F ₆₃	V ₆₃
1	При длительности грозы более 100 часов в год	10
2	От 60 до 100 часов в год	8
3	От 30 до 60 часов	6
4	От 10 до 30	4
5	Длительность до 10 часов в год	2
6	Гроз в регионе не наблюдалось	0

При наличии устройства молниезащиты балльная оценка уменьшается в два раза.

7. БФФ для факторов F₁₈, F₂₇, F₃₃, F₄₃, F₅₆, F₆₄ «Аварии и отказы, произошедшие на рассматриваемой АГЗС по причине ...» и F₅₄ «Нарушение клиентами АГЗС инструкций по безопасной заправке автомобилей» имеют следующий вид:

$$V_{ij} = 2N_{\text{утеч}} / \text{нар.инстр} + 10N_{\text{рзг}} / \text{нар.инстр.авар},$$

где: N_{утеч} - количество имевших место утечек на АГЗС по причинам, связанным с названием группы факторов / N_{нар.инстр.} - количество имевших место нарушений инструкций клиентами за весь период эксплуатации;

N_{рзг-прпр} - количество имевших место разгерметизаций на АГЗС по причине связанным с названием группы факторов / N_{нар.инстр.авар} - количество имевших место аварий на АГЗС по причине нарушений клиентами инструкций по заправке за весь период эксплуатации.

Если расчетное значение V_{ij} получается больше 10, то итоговое значение V_{ij} для таких факторов принимается равным 10 баллам.

Важным элементом корректного применения разработанной методики является определение средней балльной оценки. Под средней балльной оценкой будем понимать балльную оценку, соответствующую среднестатистическим условиям эксплуатации объекта исследования, которые создают условия возникновения аварии со среднестатистической частотой. Условия эксплуатации емкостей на АГЗС могут значительно отличаться, однако подавляющее большинство объектов эксплуатируются в условиях выполнения минимальных требований в области безопасности. В конечном счёте, может быть определено множество различных балльных оценок, которые реализуются с определенной вероятностью. Значения вероятностей реализации различных балльных оценок могут быть получены путем анализа условий эксплуатации некоторой выборки АГЗС, либо получены методом экспертного анализа.

В результате проведенных исследований предложена методика балльной оценки факторов влияния, на частоту инициирующих пожароопасные ситуации событий для надземных резервуаров СУГ.

На итоговую оценку ключевое влияние оказывает чувствительность некоторых факторов к правилам балльных оценок, следовательно, для недопущения высоких баллов для приведенных факторов необходимо максимально выполнять требования безопасности [20-23]. В случае вынужденного отступления от требований безопасности предложенная методика балльной оценки факторов влияния на возникновение пожароопасной ситуации для надземных емкостей автомобильных газозаправочных станций позволяет обосновать компенсирующие мероприятия.

Список источников

1. Полухович М. А. Риск-ориентированный подход в управлении промышленной безопасностью: Безопасность в чрезвычайных ситуациях // Сборник научных трудов IX Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 2017. С. 121-125. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32569516> (дата обращения 08.05.2024).
2. Ефремов С.В., Ульянов А.И., Ульянова А.Г. Разработка подхода к оценке эффективности управления профессиональными рисками // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11, № 4(60). С. 233-237. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49995708> (дата обращения 08.05.2024).
3. Румянцева Н.В., Логвинова Ю.В., Ульянов А.И. Подходы к оценке профессионального риска // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2019. № 3. С. 441-448. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38099016> (дата обращения 08.05.2024).
4. Орловский П.С., Бызов А.П., Андреев А.В. Методика балльно-факторной оценки частоты инициирующих пожароопасные ситуации событий для надземных емкостей АГЗС // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12. № 3(63). С. 141-146. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49995708> (дата обращения 08.05.2024).
5. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/196118/>. (дата обращения 25.03.2024).
6. Применение метода имитационного моделирования для расчета и оценки пожарного риска здания / Авдеева М.О., Узун О.Л., Доронин А.С., Заглядимов К.И. и др. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11, № 3(59). С. 170-175. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49454322>(дата обращения 08.05.2024).
7. Колесников Е.Ю. Способы количественной оценки и уменьшения неопределенности аварийного риска взрывопожароопасных объектов // Надежность. 2020. Т. 20, № 3. С. 61-67. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43991993> (дата обращения 08.05.2024).
8. Колесников Е.Ю. Филиппидис В. Проблемы риск-ориентированного подхода // Проблемы анализа риска. 2021. Т. 18, № 6. С. 84-92. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47602597>(дата обращения 08.05.2024).
9. Колесников Е.Ю., Необходимость учета неопределенности при количественной оценке пожарного риска // Пожарная безопасность. 2022. № 4(109). С. 89-98. Электрон. версия. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49592201>(дата обращения 08.05.2024).
10. Об утверждении Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь: Постановление МЧС РБ от 02.02.2009 № 6.
11. Об утверждении Руководства по безопасности "Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов": приказ Ростехнадзора от 29.12.2022 N 478. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406061041/>.
12. Об утверждении Руководства по безопасности "Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на конденсаторпроводах и продуктопроводах": приказ Ростехнадзора от 17.02.2023 N 69. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/406601481/> (дата обращения 08.05.2024).
13. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа": приказ Ростехнадзора от 22.12.2022 N 454. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406274547/> (дата обращения 08.05.2024).
14. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы": приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 532. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400064976/> (дата обращения 08.05.2024).

15. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением": приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 536. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/400165158/> (дата обращения 08.05.2024).
16. ГОСТ 15150-69. Межгосударственный стандарт. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (ред. от 27.11.2012).
17. СНБ 4.03.01-98. Строительные нормы Республики Беларусь. Газоснабжение//Белекстрой:- сайт – URL: <https://gazoprovod.by/snb-4-03-01-98-gas> (дата обращения 08.05.2024).
18. Постановление Минстройархитектуры РБ от 30.11.2020 N 96 «Об утверждении и введении в действие СН 3.02.14-2020 «Автозаправочные станции»//Эталон Онлайн:- сайт - URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=w22136505p>.
19. Указ Президента Республики Беларусь от 25.08.2006 N 531 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 11.05.2019 N 175) «Корректирующие коэффициенты к страховым взносам по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств по договорам внутреннего страхования (договорам комплексного внутреннего страхования) и правила их применения».
20. Орловский П. С. Анализ существующих норм и требований в области проектирования и эксплуатации объектов нефтепродуктообеспечения: Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности // материалы Междунар. науч.-техн. конф. мол. уч. Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2021. С. 130. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47155458>(дата обращения 08.05.2024).
21. Орловский П. С. Влияние особенностей проектов АЗС на величину риска аварии: Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности // материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2022. С. 125. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49615370>(дата обращения 08.05.2024).
22. Орловский П. С. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах нефтепродуктообеспечения в Республике Беларусь: Актуальные проблемы науки и техники. // Материалы II Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию ИМИ - ИжГТУ и 60-летию СПИ (филиал) ФГБОУ ВО "ИжГТУ имени М.Т. Калашникова". Ижевск, 2022. С. 841-843. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50075821>(дата обращения 08.05.2024).
23. Орловский, П. С. Оценка вкладов различных технических и организационных мероприятий в величину риска аварии: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2022) // материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию УГАТУ. Уфа, 2022. С. 59-61. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49575371> (дата обращения 08.05.2024).

References

1. Polyukhovich M. A. Risk-oriented approach to industrial safety management: Safety in emergency situations // Collection of scientific papers of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, 2017. pp. 121-125. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32569516> (date accessed 05/08/2024).
2. Efremov S.V., Ulyanov A.I., Ulyanova A.G. Development of an approach to assessing the effectiveness of professional risk management // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2022. Т. 11, No. 4(60). pp. 233-237. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49995708> (date accessed 05/08/2024).
3. Rumyantseva N.V., Logvinova Yu.V., Ulyanov A.I. Approaches to assessing professional risk // Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubSTU". 2019. No. 3. P. 441-448. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38099016> (date accessed 05/08/2024).

4. Orlovsky P.S., Byzov A.P., Andreev A.V. Methodology for point-factor assessment of the frequency of events initiating fire hazardous situations for above-ground gas station tanks // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2023. T. 12. No. 3(63). pp. 141-146. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49995708> (date accessed 05/08/2024).
5. On approval of the methodology for determining the estimated values of fire risk at production facilities: order of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation dated July 10, 2009 No. 404. [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru/196118/>.
6. Application of the simulation method for calculating and assessing the fire risk of a building / Avdeeva M.O., Uzun O.L., Doronin A.S., Zaglyadimov K.I. and others // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2022. T. 11, No. 3(59). pp. 170-175. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49454322> (date accessed 05/08/2024).
7. Kolesnikov E.Yu. Methods for quantitative assessment and reduction of uncertainty of emergency risk of explosion and fire hazardous objects // Reliability. 2020. T. 20, No. 3. P. 61-67. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43991993> (date accessed 05/08/2024).
8. Kolesnikov E.Yu. Filippidis V. Problems of a risk-oriented approach // Problems of risk analysis. 2021. T. 18, no. 6. pp. 84-92. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47602597> (date accessed 05/08/2024).
9. Kolesnikov E.Yu., The need to take into account uncertainty in the quantitative assessment of fire risk // Fire Safety. 2022. No. 4(109). pp. 89-98. Electron. version. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49592201> (date accessed 05/08/2024).
10. On approval of the Rules for ensuring industrial safety in the field of gas supply of the Republic of Belarus: Resolution of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus dated 02.02.2009 No. 6.
11. On approval of the Safety Guide “Methodological recommendations for conducting a quantitative analysis of the risk of accidents at hazardous production facilities of main oil pipelines and oil product pipelines”: order of Rostekhnadzor dated December 29, 2022 N 478. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406061041/> (date accessed 05/08/2024).
12. On approval of the Safety Guide “Methodological recommendations for conducting a quantitative analysis of the risk of accidents on condensate pipelines and product pipelines”: order of Rostekhnadzor dated 02.17.2023 N 69. [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru/406601481/> (date accessed 05/08/2024).
13. On approval of the Safety Guide “Methodology for assessing the risk of accidents at hazardous production facilities of main pipeline gas transport”: order of Rostekhnadzor dated December 22, 2022 N 454. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406274547/> (date accessed 05/08/2024).
14. On the approval of federal norms and regulations in the field of industrial safety “Safety Rules for facilities using liquefied hydrocarbon gases”: order of Rostekhnadzor dated December 15, 2020 N 532. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400064976/> (date accessed 05/08/2024).
15. 15. On approval of federal norms and regulations in the field of industrial safety “Industrial safety rules when using equipment operating under excess pressure”: order of Rostekhnadzor dated December 15, 2020 N 536. [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru/400165158/>.
16. GOST 15150-69. Interstate standard. Machines, instruments and other technical products. Versions for different climatic regions. Categories, conditions of operation, storage and transportation in terms of the impact of environmental climatic factors (as amended on November 27, 2012).
17. SNB 4.03.01-98. Building regulations of the Republic of Belarus. Gas supply//Belekstroy:- website – URL: <https://gazoprovod.by/snb-4-03-01-98-gas> (accessed 05/08/2024).
18. Resolution of the Ministry of Construction and Architecture of the Republic of Belarus dated 11/30/2020 No. 96 "On approval and entry into force of CH 3.02.14-2020 "Gas stations"//The Online Standard:- website – URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=w22136505p>

19. Decree of the President of the Republic of Belarus dated August 25, 2006 N 531 (as amended by Decree of the President of the Republic of Belarus dated May 11, 2019 N 175) "Adjustment coefficients for insurance premiums for compulsory civil liability insurance of vehicle owners under domestic insurance contracts (comprehensive domestic insurance contracts) and rules for their application."

20. Orlovsky P. S. Analysis of existing standards and requirements in the field of design and operation of oil product supply facilities: New materials, equipment and technologies in industry // materials of the International. scientific-technical conf. they say uch. Mogilev: Belarusian-Russian. univ., 2021. P. 130. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47155458> (access date 05/08/2024).

21. Orlovsky P. S. Influence of features of gas station projects on the magnitude of the accident risk: New materials, equipment and technologies in industry // materials of the International. scientific-technical conf. young scientists, Mogilev: Belarus.-Rus. univ., 2022. P. 125. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49615370> (access date 05/08/2024).

22. Orlovsky P. S. Analysis of the risk of accidents at hazardous production facilities supplying petroleum products in the Republic of Belarus: Current problems of science and technology. // Materials of the II International Scientific and Technical Conference dedicated to the 70th anniversary of IMI - IzhSTU and the 60th anniversary of SPI (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "IzhSTU named after M.T. Kalashnikov". Izhevsk, 2022. pp. 841-843. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50075821> (date accessed 05/08/2024).

23. Orlovsky, P. S. Assessment of the contributions of various technical and organizational measures to the magnitude of the accident risk: Problems of ensuring safety (Safety-2022) // materials of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of UGATU. Ufa, 2022. pp. 59-61. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49575371> (date accessed 05/08/2024).

Информация об авторах

А.П. Бызов - кандидат технических наук

Information about the author

A.P. Byzov - Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 06.06.2024; принята к публикации 13.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024, approved after reviewing 06.06.2024, accepted for publication 13.06.2024.