

Научная статья

УДК 614.8.027.1; DOI: 10.61260/1998-8990-2024-4-62-69

ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПОЖАРОВ

✉ Рашоян Ирина Игоревна.

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

✉ rashoyan_i@mail.ru

Аннотация. Целью настоящей работы является общая оценка уровня рисков для работников промышленных предприятий России при чрезвычайных ситуациях и пожарах для выявления общей тенденции их развития и определения направлений последующего анализа потенциальных угроз в отдельных промышленных отраслях и объектах экономики. В статье проведен сбор и анализ статистических данных по количеству пожаров и чрезвычайных ситуаций в промышленности России за последние годы. Изложен основной подход, используемый при определении основных показателей риска при чрезвычайных ситуациях и пожарах. Приводятся результаты исследования, которые показывают, что риск возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций ежегодно увеличивается при одновременном снижении численности работающих на производстве людей и при снижении общего числа промышленных предприятий за период 2017–2021 г. Риск травмирования персонала производственных объектов и риск их гибели на пожаре практически ежегодно увеличивается. В целом показатели риска гибели и риска пострадать при чрезвычайных ситуациях за исследуемый период также значительно увеличились. Результаты работы показывают, что для выявления конкретных путей снижения показателей риска пожаров и чрезвычайных ситуаций в промышленности России необходим дальнейший анализ статистики и причин рисков по отдельным промышленным отраслям или объектам экономики.

Ключевые слова: статистические данные, пожар, пожарный риск, чрезвычайная ситуация, риск чрезвычайной ситуации, промышленные предприятия

Для цитирования: Рашоян И.И. Оценка рисков для работников промышленных предприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций и пожаров // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 4 (72). С. 62–69. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-4-62-69.

Scientific article

ASSESSMENT OF RISKS FOR EMPLOYEES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE EVENT OF EMERGENCIES AND FIRES

✉ Rashoyan Irina I.

Togliatti state university, Tolyatti, Russia

✉ rashoyan_i@mail.ru

Abstract. The purpose of this paper is to make a general assessment of risks in Russian industry during emergencies and fires in order to identify the general trend of their development and determine the directions of subsequent risk analysis in individual industrial sectors and economic facilities. The article collects and analyses statistical data on the number of fires and emergencies in Russian industry in recent years. The basic approach used in determining the main indicators of risk in emergencies and fires is outlined. The results of the study are given, which show that for the period 2017–2021 the risk of fires and emergencies increases annually. At the same time,

the number of people working at the production facilities and the total number of industrial enterprises decreases. The risk of injury to the personnel of industrial facilities and the risk of their death in a fire increases annually. In general, the indicators of the risk of death and the risk of being injured in an emergency during the study period also increased significantly. The results of the work show that in order to identify specific ways to reduce the risk of fires and emergencies in Russian industry, it is necessary to further analyse the statistics and causes of risks for individual industrial sectors or economic facilities.

Keywords: statistical data, fire, fire risk, emergency situation, emergency risk, industrial enterprises

For citation: Rashoyan I.I. Assessment of risks for employees of industrial enterprises in the event of emergencies and fires // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2024. № 4 (72). P. 62–69. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-4-62-69.

Введение

Обеспечение безопасности общества относится к одному из важнейших приоритетов государственной политики в России. Возникновение аварий, пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС) в промышленности является одним из основных аспектов, который требуется анализировать и оценивать для последующей разработки различных профилактических и защитных мероприятий по обеспечению безопасности персонала промышленных объектов. Это обусловлено тем, что промышленное производство различных отраслей экономики часто связано с эксплуатацией взрывопожароопасного и химически опасного оборудования и технологических установок, которые являются потенциальными источниками аварийных и пожароопасных ситуаций. Также стоит отметить, что актуальность оценки рисков подтверждается тем, что основной задачей по обеспечению общественной безопасности является «повышение эффективности мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»¹, для решения которой нужно стремиться к снижению рисков гибели, травмирования работников промышленного сектора экономики, а также к уменьшению материального ущерба [1–3]. При этом анализ рисков ЧС и пожаров в целом по стране позволяет выявлять основные направления возникновения потенциальных угроз и совершенствовать в дальнейшем методы их прогнозирования и предупреждения.

Таким образом, целью настоящей работы является общая оценка уровня рисков для работников промышленных предприятий России при ЧС и пожарах для выявления общей тенденции их развития и определения направлений последующего анализа потенциальных угроз в отдельных промышленных отраслях и объектах экономики.

Задачами исследования являются:

- сбор и анализ статистических данных по количеству пожаров и ЧС в промышленности России за последние годы;
- сбор и анализ статистических данных по количеству работников, пострадавших, травмированных и погибших при пожарах и ЧС на промышленных объектах;
- оценка уровней риска гибели и травмирования работников промышленных объектов при пожарах и ЧС;
- выявление общей тенденции развития уровня рисков пожаров и ЧС в стране и определение направлений последующего анализа потенциальных угроз в отдельных промышленных отраслях Российской Федерации и объектах экономики.

¹ О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 июля 2021 г. № 400. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Методы исследования

Для оценки складывающейся обстановки по пожарам и ЧС по промышленной отрасли России необходимо собрать и проанализировать официальные статистические данные.

В табл. 1 представлены данные по пожарам и техногенным ЧС на промышленных объектах в Российской Федерации, а в табл. 2 – статистические данные по персоналу промышленных производств за последние годы.

Таблица 1

**Динамика основных статистических показателей по пожарам и ЧС
на промышленных объектах в Российской Федерации [4–7]**

Наименование показателя	Период наблюдения, год					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Пожары*						
Количество пожаров, $N_{п}$, ед.	3 567	3 590	5 326	5 358	5 388	3 153
Количество травмированных, $N_{тр}$, чел.	127	133	109	122	132	86
Количество погибших, $N_{гиб}$, чел.	89	96	117	111	133	50
Техногенные ЧС**						
Количество ЧС, $N_{ЧС}$, ед.	14	39	32	37	37	23
Количество пострадавших, $N_{постр}$, чел.	32	596	236	435	388***	98 360
Количество погибших, $N_{гиб}$, чел.	8	36	29	22	85	14

Примечание: *учитываются показатели по производственным зданиям и по сооружениям, установкам промышленного назначения [6, 7];

**учитываются показатели [4, 5]: «Аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах», «Аварии на магистральных газопроводах», «Взрывы в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных объектов», «Аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ», «Внезапное обрушение производственных зданий, сооружений, пород», «Гидродинамические аварии», «Аварии на коммунальных, электроэнергетических системах и тепловых сетях»;

***показатель не учитывает резкое увеличение количества пострадавших при электроэнергетических авариях до 12 415 чел., так как значительно превышает величину разброса данных на статистической выборке по данным авариям

Таблица 2

Общие данные промышленного производства [8, 9]

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Среднегодовая численность работающих, Q_p , млн чел.	13,7	13,6	13,4	13,1	13,4	13,5
Общее число промышленных предприятий и организаций, $Q_{пр}$, ед.	349229	327007	303463	282687	271877	269234

При этом, учитывая данные, представленные в табл. 1, стоит обратить внимание, что в соответствии с законодательством² к пострадавшим при ЧС относятся:

- лица, утратившие имущество в результате ЧС;
- родственники лиц, погибших (умерших) в результате ЧС;
- лица, получившие в результате ЧС вред здоровью различной степени тяжести.

Данные сведения показывают, что при ЧС на промышленных объектах может пострадать не только работающий персонал, но и в большей степени другое население Российской Федерации по вышеуказанной классификации, попавшее под непосредственное или опосредованное воздействие источников поражающих факторов.

Также стоит обратить внимание на резкое увеличение количества пострадавших при взрывах, коммунальных авариях в 2022 г., которое предположительно связано с учетом ЧС, возникших в результате обстоятельств при проведении специальной военной операции. Поэтому дальнейший анализ представленных данных будет проводиться без учета сведений по 2022 г.

С другой стороны, при пожаре по установленным требованиям берутся на учет травмированные люди, получившие телесное повреждение (травму) на месте пожара, обусловивших их госпитализацию либо необходимость амбулаторного лечения³. Это говорит о том, что показатель травмированных на пожаре людей точнее учитывает именно пострадавший персонал промышленных (производственных) объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Произведем анализ статистических данных табл. 1, 2. Для этого произведем оценку фактических рисков возникновения ЧС и пожаров, а также рисков пострадать и погибнуть для работников промышленного сектора экономики за изученный период.

Риск возникновения ЧС и пожаров будем оценивать по формуле:

$$R_{\text{ЧС,П}} = \frac{N_{\text{ЧС,П}}}{Q_{\text{п}}} \quad (1)$$

Риск пострадать при ЧС определим по зависимости:

$$R_{\text{постп}} = \frac{N_{\text{постп}}}{Q_{\text{п}}} \quad (2)$$

а риск травмироваться на пожаре – по формуле:

$$R_{\text{тп}} = \frac{N_{\text{тп}}}{Q_{\text{п}}} \quad (3)$$

Риск погибнуть при пожаре и ЧС найдем по соотношению:

$$R_{\text{гиб}} = \frac{N_{\text{гиб}}}{Q_{\text{п}}} \quad (4)$$

² О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

³ Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий: приказ МЧС России от 21 нояб. 2008 г. № 714 (в ред. от 17 нояб. 2020 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Результаты расчетов по формулам (1–4) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет риска ЧС и пожаров на промышленных (производственных) объектах

Значения рисков	Период наблюдения					Средний риск
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Риск возникновения пожаров, $R_{\text{П}}$	0,01021393	0,010978	0,017551	0,018954	0,019818	0,01514
Риск возникновения ЧС, $R_{\text{ЧС}}$	0,00004009	0,000119	0,000105	0,000131	0,000136	0,000104
Риск погибнуть $R_{\text{гиб}} \cdot 10^{-6}$ при пожаре при ЧС	6,4964 0,5839	7,0588 2,6471	8,7313 2,1642	8,4733 1,6794	9,9254 6,3433	8,125 2,6786
Риск травмироваться на пожаре $R_{\text{тп}} \cdot 10^{-6}$	9,2701	9,7794	8,1343	9,313	9,8507	9,2708
Риск пострадать при ЧС, $R_{\text{постр}} \cdot 10^{-6}$	2,3358	43,8235	17,6119	33,2061	28,9552	25,1042

Приведенные в табл. 3 значения представляют фактические показатели рисков ЧС и пожаров на промышленных объектах в целом по России за последние годы.

Данные показатели показывают, что риск возникновения ЧС в промышленности ниже риска возникновения пожара практически в сотни раз. При этом в среднем на пожарах в промышленности риск гибели людей немного меньше, чем риск их травмирования, но выше риска гибели людей при ЧС в 3,03 раза. С другой стороны, средний риск пострадать при производственных ЧС также превышает значение среднего риска гибели людей при ЧС уже практически на порядок или в 9,34 раз, но это, скорее, связано с особенностями статистического учета количества пострадавших, о котором было сказано выше.

Полученное среднее значение индивидуального пожарного риска $R_{\text{гиб}} = 8,125 \cdot 10^{-6}$ можно дополнительно сравнить с допустимым значением пожарного риска $R_{\text{доп}} = 1 \cdot 10^{-6}$, установленным законодательством Российской Федерации⁴. Сравнение показывает, что фактическое значение пожарного риска превышает допустимое. Однако стоит учесть, что, если обеспечение значения пожарного риска в указанных выше пределах одной миллионной в год «невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной десятитысячной в год. При этом должны быть предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска». В этом случае среднее значение индивидуального пожарного риска $R_{\text{гиб}}$ не превышает допустимую величину одной десятитысячной в год, что характеризует уровень обеспечения пожарной безопасности в промышленности как относительно достаточный.

Общую тенденцию показателей рисков в промышленности России можно охарактеризовать следующими выводами.

Риск возникновения пожаров и ЧС за последние пять лет практически ежегодно увеличивается при одновременном снижении численности работающих на производстве людей в 2021 г. по сравнению с 2017 г. и при снижении общего числа промышленных предприятий и организаций за этот же период. Это говорит о том, что в последние годы в промышленности в целом снизился уровень по обеспечению техносферной безопасности.

⁴ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. от 25 дек. 2023 г.): Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

Риск травмирования персонала производственных объектов на пожаре, а также риск их гибели на пожаре тоже практически ежегодно увеличивается.

Риск пострадать или погибнуть на ЧС не показывает однозначного тренда на ежегодное увеличение или снижение, но в целом за период с 2017 по 2021 г. показатель риска гибели увеличился практически в 10,93 раз, а риск пострадать увеличился в 12,42 раза.

Стоит отметить, что на данном этапе исследования полученные результаты не позволяют в полной мере идентифицировать конкретные причины увеличения показателей уровня рисков в промышленности. Это показывает необходимость проведения дальнейших исследований, которые будут направлены на анализ статистики пожаров и ЧС по отдельным промышленным отраслям или объектам экономики, на выявление из них наиболее потенциально опасных и на определение причин, которые приводят к ежегодному увеличению уровня рисков ЧС и пожара.

Если в общих чертах предварительно проанализировать статистические показатели [4–7], составляющие количество ЧС и пожаров в каждом году за изучаемый период, то можно обратить внимание, что наиболее часто случаются аварии и пожары, связанные с технологическими причинами и нарушением эксплуатации электрооборудования. Эти данные позволяют нам говорить об отрицательной тенденции в промышленности Российской Федерации по снижению уровня производственной безопасности технологического оборудования и электроустановок, что может являться наиболее вероятной причиной увеличения риска возникновения аварий и пожаров.

Заключение

Выполненное исследование показывает актуальность проведения дальнейшей исследовательской работы по анализу эффективности осуществления на производственных (промышленных) предприятиях России организационных и технических мероприятий в области обеспечения техносферной безопасности и особенно в обеспечении безопасной эксплуатации технологического оборудования и электроустановок.

Например, далее целесообразным будет определить конкретный сектор производства или объект экономики, рассмотреть статистику пожаров и ЧС по ним за определенный период времени, рассчитать математическое ожидание числа погибших или пострадавших в результате техногенных ЧС, пожаров на рассматриваемой территории или объектах. Также важно установить конкретные факторы для наиболее проблемных промышленных отраслей или объектов, которые влияют на величину риска, и определить пути снижения вероятности их появления или повышения уровня обеспечения производственной безопасности.

Повышение уровня безопасности в промышленности можно обеспечить путем использования, например, методов количественной оценки риска для оценки воздействия выбранных опасных факторов технологического процесса и адекватности барьеров безопасности [10]. Также можно использовать методы определения приоритетности уплотнений (герметизации) противопожарных преград [11] или разрабатывать оптимальные системы обнаружения утечек из технологического оборудования и эффективных процедур их мониторинга на основе методов дисперсионного моделирования [12].

Современный уровень развития науки и техники предлагает широкий спектр различных методов, средств и технологий для обеспечения безопасности на промышленных объектах. Выбор и внедрение таких технологий нужно выполнять с учетом анализа конкретных особенностей осуществления отдельных производственных процессов, степени опасности применяемого при этом технологического оборудования и электроустановок.

Список источников

1. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Оценка опасности для работников угольных предприятий Кузбасса при возникновении чрезвычайных ситуаций // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 5. С. 48–56. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-5-48-56.
2. Горячева М.О., Актерский Ю.Е., Минкин Д.Ю. Анализ проблемы снижения пожарного риска на объектах водородной энергетики и нефтегазового комплекса // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 4 (64). С. 55–61.
3. Terje Aven. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation // European Journal of Operational Research. 2022. Vol. 253. Iss. 1. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.12.023.
4. Чрезвычайные ситуации и их последствия в 2021 г.: стат. сб. / А.А. Порошин [и др.]. М.: ВНИИПО МЧС России, 2022. 70 с.
5. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году: гос. доклад. М.: МЧС России, 2023. 59 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: стат. сб. Балашиха: ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналит. сб. Балашиха: ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
8. Промышленное производство в России. 2021: стат. сб. Росстат. М., 2021. 305 с.
9. Промышленное производство в России. 2023: стат. сб. Росстат. М., 2023. 259 с.
10. A risk-based method for determining passive fire protection adequacy / A. Ahmad [et al.] // Fire Safety Journal. 2013. Vol. 58. P. 160–169.
11. Dey M.K. An evaluation of risk methods for prioritizing fire protection features: a procedure for fire barrier penetration seals // Nuclear Engineering and Design. 2004. Vol. 232. Iss. 2. P. 165–171.
12. Accidental release of Liquefied Natural Gas in a processing facility: Effect of equipment congestion level on dispersion behaviour of the flammable vapour // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2019. Vol. 61. P. 237–248.

References

1. Fomin A.I., Besperstov D.A. Ocenka opasnosti dlya rabotnikov ugol'nyh predpriyatij Kuzbassa pri vzniknovenii chrezvychajnyh situacij // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2022. № 5. S. 48–56. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-5-48-56.
2. Goryacheva M.O., Akterskij Yu.E., Minkin D.Yu. Analiz problemy snizheniya pozharnogo riska na ob"ektah vodorodnoj energetiki i neftegazovogo kompleksa // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2022. № 4 (64). S. 55–61.
3. Terje Aven. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation // European Journal of Operational Research. 2022. Vol. 253. Iss. 1. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.12.023.
4. Chrezvychajnye situacii i ih posledstviya v 2021 g.: stat. sb. / A.A. Poroshin [i dr.]. M.: VNIIPPO MCHS Rossii, 2022. 70 s.
5. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogennogo haraktera v 2022 godu: gos. doklad. M.: MCHS Rossii, 2023. 59 s.
6. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2021 godu: stat. sb. Balashiha: VNIIPPO MCHS Rossii, 2022. 114 s.
7. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2022 godu: inform.-analit. sb. Balashiha: VNIIPPO MCHS Rossii, 2023. 80 s.
8. Promyshlennoe proizvodstvo v Rossii. 2021: stat. sb. Rosstat. M., 2021. 305 s.
9. Promyshlennoe proizvodstvo v Rossii. 2023: stat. sb. Rosstat. M., 2023. 259 s.

10. A risk-based method for determining passive fire protection adequacy / A. Ahmad [et al.] // Fire Safety Journal. 2013. Vol. 58. P. 160–169.
11. Dey M.K. An evaluation of risk methods for prioritizing fire protection features: a procedure for fire barrier penetration seals // Nuclear Engineering and Design. 2004. Vol. 232. Iss. 2. P. 165–171.
13. Accidental release of Liquefied Natural Gas in a processing facility: Effect of equipment congestion level on dispersion behaviour of the flammable vapour // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2019. Vol. 61. P. 237–248.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 05.07.2024; одобрена после рецензирования: 11.11.2024; принята к публикации: 19.11.2024

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 05.07.2024; approved after review: 11.11.2024; accepted for publication: 19.11.2024

Информация об авторах:

Рашоян Ирина Игоревна, доцент института инженерной и экологической безопасности Тольяттинского государственного университета (445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14), кандидат технических наук, e-mail: rashoyan_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9211-0172>, SPIN-код: 5309-1785

Information about the authors:

Rashoyan Irina I., associate professor at the institute of engineering and environmental safety of Tolyatti state university (445020, Tolyatti, Belorusskaya str., 14), candidate of technical sciences, e-mail: rashoyan_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9211-0172>, SPIN: 5309-1785