



III ОХРАНА ТРУДА

DOI: 10.25558/VOSTNII.2022.16.77.005

УДК 614.8.067

© Л.А. Иванова, Э.К. Гридина, Н.С. Голубева, Е.А. Попова, 2022

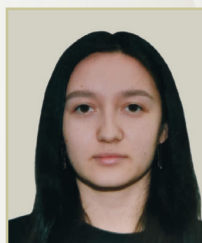
Л.А. ИВАНОВА

канд. техн. наук,
доцент кафедры КемГУ
г. Кемерово
e-mail: lyuda_ivan@mail.ru



Э.К. ГРИДИНА

студент КемГУ
г. Кемерово
e-mail: elvira.gridina@mail.ru



Н.С. ГОЛУБЕВА

канд. техн. наук,
доцент кафедры КемГУ
г. Кемерово
e-mail: golnadya@yandex.ru



Е.А. ПОПОВА

канд. техн. наук,
доцент кафедры КемГУ
г. Кемерово
e-mail: popovakedrovka@gmail.ru



ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПО ОЦЕНКИ АВАРИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ

Статья посвящена проблеме управления рисками на предприятиях с повышенной опасностью. Применение риск-ориентированного подхода на сегодняшний день является неотъемлемой частью системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятии. В связи с высокой важностью задачи внедрение риск-ориентированного подхода является актуальным при осуществлении эффективного прогнозирования и оценки пожарной опасности различных объектов хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД, ОХРАНА ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ФАКТОРЫ РИСКА.

Введение. Важной составляющей деятельности любого предприятия является неопределенность. Там, где есть неопределенность, появляются риски. Риск можно определить как меру опасности, которой нужно управлять. Неопределенность, в свою очередь, связана с информацией. Чем больше информации (или частота реализации события), меньше неопределенность о данном событии или явлении, а, значит, меньше риск. Любая задача управления риском сводится к тому, чтобы убрать (исключить) неопределенность.

Можно выделить два вида риска:

1. Риск, который мы учитываем на основе статистических данных прошлых лет — таким риском мы не управляем, мы его принимаем как должное.

2. Риск, который мы не знаем (будущий риск) — таким риском нужно управлять.

Таким образом, деятельность в области оценки и профилактики риска на опасном производстве направлена именно на предотвращение несчастных случаев и смертельных исходов. Вышеизложенное свидетельствует, что риск-ориентированный подход — это самый грамотный подход к безопасной организации труда.

Риск-ориентированный подход дает возможность обнаружить «узкие места» в системе обеспечения промышленной безопасности и охраны труда, не принятые во внимание действующими нормативными актами по причине апостериорности последних, а также осуществлять фиксацию угроз, связанных с вероятными отступлениями от требований безопасности. Использование риск-ориентированного подхода обеспечивает [6]:

- обнаружение угроз, наступление которых вероятно в исследуемой системе;
- исследование вариантов развития событий, в результате которых наступают выявленные угрозы;
- обнаружение самых существенных событий и факторов, способствующих возникновению нежелательных событий;
- оценку степени тяжести последствий

нежелательных событий;

– выработку проектов решений, базирующихся на результатах анализа и нацеленных на минимизацию выявленных угроз.

Риск-ориентированный подход продемонстрировал высокую эффективность в зарубежной практике анализа, на основании этого данное направление было оценено как актуальное в российской профессиональной практике.

В зарубежной практике использование риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда и производственной безопасности в деятельности предприятий является далеко не новым направлением. Управление рисками в ведущих зарубежных компаниях нацелено в первую очередь на достижение нулевого уровня травматизма, а также на предотвращение несчастных случаев на производстве. Например, в 2018 г. на предприятиях компании Shell в нескольких странах произошли крупные разливы нефти. Для предотвращения повторных случаев было проведено обучение сотрудников действиям во время разлива нефти. Кроме обучения за рубежом активно ведется разработка планов и программ для предотвращения различных видов происшествий [2].

Цель и объект исследования. Цель данной исследовательской работы является анализ риска на предприятии с повышенной опасностью.

Объектом исследования является — АО «Кузбасгазификация».

Для выбора методики оценки производственного риска с возможностью смертельного исхода работников газонапорных станций при взрывах сжиженного углеводородного газа выполнено исследование методической базы оценки рисков, по итогам которого выявлены области ее использования в зависимости от располагаемого массива информации статистического исследования. Статистические методы оценки рисков дают возможность измерить взаимосвязь и функциональную зависимость факторов и показателей угроз, а

также получить максимально объективные результаты с минимальным количеством допущений. Достаточно распространенными являются методы исследования риска аварий для опасных производств, базирующиеся на ретроспективном статистическом анализе [3]. В частности, результаты корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа оценивают воздействие конкретных факторов на риск, эти возможности могут применяться для обоснования степени рискованности проводимых работ. Но существующие условия информационной неопределенности из-за дефицита и неточности исходной информации, а также различия в методах их обработки затрудняют применение статистического анализа для выполнения комплексного исследования техногенного риска, так как для оценивания редких событий требуется использование вероятностных или экспертных приемов. Вероятностные методы базируются на применении инструментов математических имитационных моделей, включающих компоненты теорий вероятности, надежности и дают возможность моделирования достаточно редких событий, учитывающих взаимосвязь получаемых при оценке источников потенциальных опасностей показателей, а также исследуют факторы, недоступные статистическим методам оценки риска.

Риск-ориентированный подход оценки возможности аварий на исследуемом объекте. Для характеристики рисков возникновения аварий на изучаемом объекте следует использовать следующие понятия: опасные и вредные производственные факторы; факторы риска, под которыми следует понимать: опасные вещества, опасные нагрузки, опасные действия смежников и другие опасные условия работ.

К факторам риска можно отнести также:

- места, где происходит утечка газа;
- нерациональное применение оборудования;
- хранение не в специально отведенных комнатах газовых баллонов, резервуаров, ёмкостей, газгольдеров;
- расположение всех видов газов в одном помещении;

- работы, связанные с использованием открытого огня вблизи складов газовых объектов;

- изменение температуры в складском помещении.

Опасными веществами, обращающимися на АО «Кузбассгазификация» – «Станция газонаполнительная», являются сжиженные углеводородные газы (СУГ): пропан, бутан и их смесь.

К возможным причинам и факторам, способствующим возникновению и развитию аварий на исследуемом объекте, относятся опасности, связанные с типовыми процессами (процессы слива-налива СУГ, хранение СУГ). Эти опасности представляют значительные количества взрывопожароопасных веществ, высокое давление в оборудовании (до 1,6 МПа). Железнодорожные и автоцистерны являются источником повышенной опасности из-за наличия в них больших количеств пожаровзрывоопасных веществ, периодических ручных операций по подстыковке и расстыковке цистерн и наличия «временных» (т. е. нестационарных) соединений.

Пары сжиженных углеводородных газов образуют с воздухом взрывоопасные смеси в пределах от 1,8 до 9,4 % (об.), что и определяет взрывоопасность производства.

Трубопроводные системы (газа) являются источником повышенной опасности из-за большого количества сварных соединений, запорной и регулирующей арматуры, жестких условий работы (высокое давление) и значительных объемов веществ, перемещаемых по ним.

Немаловажные причины аварий связаны с ошибочными действиями персонала.

Наиболее значимыми факторами, влияющими на показатели риска для сооружений АО «Кузбассгазификация», являются:

- наличие в технологическом оборудовании опасных веществ: сжиженного пропана, бутана и их смеси (воспламеняющиеся газы).
- в технологическом оборудовании, технологических трубопроводах опасные вещества находятся под повышенным давлением, что создает дополнительную опасность их

разгерметизации от превышения давления;

- наличие большого числа арматуры, тройников, переходников, т. е. мест с усложненной технологией изготовления и проведения строительно-монтажных работ;

- качество материала, качество производства оборудования и труб (технологии изготовления и марки стали, поставщика и продолжительности эксплуатации оборудования);

- коррозия (состояние изоляционного покрытия);

- качество строительно-монтажных работ;

- конструктивно-технологические факторы (несущая способность фундаментов технологического оборудования в зависимости от конструкции фундамента, усталость металла, системы автоматизации и телемеханики, адекватность выбора материалов и оборудования);

- природные воздействия (снежные заносы, экстремальные морозы, сильный ветер, наледь);

- человеческий фактор при техническом обслуживании и диагностике оборудования, ошибки персонала;

- человеческий фактор при эксплуатации технологического оборудования;

- возможность внешнего воздействия техногенного, в том числе вызванного возможными механическими повреждениями в результате ведения ремонтных, строительных работ.

В настоящее время существуют различные методы по оценке рисков. Исследования, проведенные в области менеджмента рисками, показывают, что наиболее приемлемыми для области нефтяной и газовой промышленности являются методы, которые связаны с производственными процессами.

Для определения степени опасности необходимо смоделировать последствия наиболее опасной по материальному и гуманитарному ущербу аварии на исследуемом объекте. Это взрыв облака топливно-воздушных смесей (ТВС) при полной разгерметизации ж/д цистерны и воспламенении. Количество погиб-

ших может составить 20 человек персонала, количество раненых из числа персонала — 29 человек. Максимально возможное количество потерпевших (физических лиц) — до 250 человек (включая персонал и посетителей соседних предприятий и мест скопления людей, автодороги и пр.). Материальный ущерб составит до 102 млн 578 тыс. руб. При дрейфе облака ГРС в сторону соседних предприятий возможно увеличение количества пострадавших от 300 до 400 человек.

При возникновении наиболее опасных аварий в АО «Кузбасгазификация» возможно развитие аварии (эффект домино) на соседнее оборудование. Учитывая характеристику оборудования и свойства опасных веществ, наиболее вероятно развитие аварии в виде возникновения «огненных шаров».

Вторая моделируемая ситуация наиболее опасного сценария аварии — образование «огненного шара» при эскалации аварии, вовлечении соседнего оборудования.

Вероятность реализации сценария: $1,24 \cdot 10^{-7}$ 1/год. Основные исходные расчетные данные: поражающий фактор — тепловое излучение. Расчет зон действия теплового излучения — согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012.

Наименование и количество вещества, участвующего в аварии: СУГ — 23,2 т, в «огненном шаре» — 7,5 т.

Величины зон действия основных поражающих факторов: диаметр шара (Dш) — 118 м, радиус зоны «непереносимая боль через 3–5 с., ожог 1 степени через 6–8 с., ожог 2 степени через 12–16 с.», $I = 10,5$ кВт/м² (R1) — 186 м; радиус зоны «непереносимая боль через 20–30 с., ожог 1 степени через 15–20 с., ожог 2 степени через 30–40 с.», $I = 7,0$ кВт/м² (R2) — 218 м; радиус зоны безопасной для человека в брезентовой одежде, $I = 4,2$ кВт/м² (R3) — 263 м; радиус зоны «без негативных последствий в течение длительного времени», $I = 1,4$ кВт/м² (R4) — 382 м (от центра шара).

Возможное число пострадавших: количество погибших: персонал — 10 человек, иные физические лица на территории ГНС — 3 человек. Максимально возможное количество потерпевших (физических лиц): 68 человек.

В соответствии с Положением «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 304 от 21.05.2007 можно отметить, что по критерию границы зон распространения поражающих факторов, по критерию «гуманитарный ущерб» и по критерию «материальный ущерб» на исследуемом объекте возможно возникно-

вание локальных и муниципальных ЧС.

В качестве критериев приемлемости риска используются критерии из приложения к Руководству по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утв. Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 г. № 144.

Таблица 1

Оценка риска на АО «Кузбассгазификация»

Частота возникновения событий, год ⁻¹	Тяжесть последствий событий			
	Катастрофическое событие	Критическое событие	Некритическое событие	Событие с пренебрежимо малыми последствиями
>1				
1 – 10 ⁻²				
10 ⁻² – 10 ⁻⁴				X
10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁶		X	X	
< 10 ⁻⁶	X			

Таблица 2

Характеристика возможных рисков

	Риск выше допустимого, требуется разработка дополнительных мер безопасности
	Риск ниже допустимого при принятии дополнительных мер безопасности
	Риск ниже допустимого при осуществлении контроля принятых мер безопасности
	Риск пренебрежимо мал, анализ и принятие дополнительных мер безопасности не требуется

Сравнив результаты анализа риска с вышеуказанными таблицами, можно сделать вывод, что территория объекта относится к зоне, в которой риск ниже допустимого при осуществлении контроля принятых мер безопасности.

Значения показателей индивидуального риска гибели для персонала ГНС и иных физических лиц приведены в таблице (таблица 3).

Индивидуальный риск гибели для персо-

нала, обслуживающего объект, и иных физических лиц менее среднестатистической величины поражения персонала техногенных объектов, равной $1,9 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Показатели индивидуального риска на территории производственного объекта больше 10^{-6} год⁻¹, но меньше 10^{-4} год⁻¹, вне общественно-деловой зоны вблизи объекта — больше 10^{-8} год⁻¹, но меньше 10^{-6} год⁻¹. ГНС относится к зоне допустимого риска.

Таблица 3

Значения показателей индивидуального риска гибели

Реципиент (субъект)	Индивидуальный риск гибели, 1/год
Персонал декларируемого объекта	$1,32 \cdot 10^{-06}$
Иные физические лица на территории ГНС: – водители автоцистерн и газобаллонных автомобилей	$6,21 \cdot 10^{-06}$
Иные физические лица за территорией ГНС	$2,20 \cdot 10^{-07}$

Заключение. Целью управления риском является предотвращение потерь и разрушений материальных объектов, неблагоприятного воздействия на окружающую среду и главное – снижение травматизма и в ряде случаев спасение человеческих жизней. Основой управления риском является его анализ и оценка. Риск можно проанализировать как количественно, используя расчетные показатели

риска, так и качественно, применяя методы анализа опасностей и экспертных оценок.

Использование принципов риск-ориентированного подхода имеет большое практическое значение при прогнозировании индивидуального риска влияния опасных производственных факторов в специфических условиях деятельности АО «Кузбассгазификации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илиев А.Г., Гончарова А.Г. Анализ методов совершенствования риск-ориентированного подхода к управлению охраной труда при обеспечении производственной безопасности // Наукосфера. 2021. № 5–2. С. 93–100.
2. Кондаурова И.А. Анализ зарубежных тенденций в сфере охраны труда // Вести Автомобильно-дорожного института. 2021. № 2 (37). С. 97–104.
3. Попов А.Н., Ивашова Н.С., Деулин А.А. и др. Риск-ориентированный подход в промышленной безопасности // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. 2015. № 2 (99). С. 20–22.
4. Овчинникова Т.И., Потоцкий Е.П., Фирсова В.М. Риск-ориентированный подход при оценке опасностей в горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 2–1. С. 199–208.
5. Рыков А.М., Ли Хи Ун, Филатов Ю.М. Риск-ориентированный подход в обеспечении безопасности угольных шахт // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2016 № 1. С. 73–76.
6. Тюленева Т.А., Кабанов Е.И. Использование риск-ориентированного подхода в управлении профессиональными рисками взрыва метана и пыли на угледобывающем предприятии // Техника и технология горного дела. 2021. № 2 (13). С. 13–32.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2022.16.77.005

UDC 614.8.067

© L.A. Ivanova, E.K. Gridina, N.S. Golubeva, E.A. Popova, 2022

L.A. IVANOVA

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department
KemSU, Kemerovo
e-mail: lyuda_ivan@mail.ru

E.K. GRIDINA

Student KemSU
Kemerovo
e-mail: elvira.gridina@mail.ru

N.S. GOLUBEVA

Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor of the Department
KemSU, Kemerovo
e-mail: golnadya@yandex.ru

E.A. POPOVA

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department
KemSU, Kemerovo
e-mail: popovakedrovka@gmail.ru

APPLICATION OF RISK-BASED APPROACH TO ACCIDENT ASSESSMENT AT HIGH-RISK ENTERPRISE

The article is devoted to the problem of risk management at the enterprise with increased danger. The application of a risk-based approach to date is an integral part of the occupational health and safety management system at the enterprise. Due to the high importance of the task of implementing a risk-oriented approach, it is relevant in the implementation of effective forecasting and assessment of fire danger of various objects of economic activity.

Keywords: RISK-ORIENTED APPROACH, OCCUPATIONAL SAFETY, INDUSTRIAL SAFETY, RISK FACTORS.

REFERENCES

1. Iliev A.G., Goncharova A.G. Analysis of methods for improving the risk-based approach to managing labor protection while ensuring industrial safety // Science sphere [Naukosphere]. 2021. No. 5–2. P. 93–100. [In Russ.].
2. Kondaurova I.A. Analysis of foreign trends in the field of labor protection // News of the Automobile and Road Institute [Vesti Avtomobilno-dorozhnogo instituta]. 2021. No. 2 (37). P. 97–104. [In Russ.].
3. Popov A.N., Ivashova N.S., Deulin A.A. and others. Risk-oriented approach in industrial safety // Industrial and environmental safety, labor protection [Promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost, okhrana truda]. 2015. No. 2 (99). P. 20–22. [In Russ.].
4. Ovchinnikova T.I., Pototsky E.P., Firsova V.M. Risk-based approach to assessing hazards in the mining industry // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal) [Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal)]. 2021. No. 2–1. P. 199–208. [In Russ.].
5. Rykov A.M., Lee Hee Un, Filatov Yu.M. Risk-based approach to ensuring the safety of coal mines // Bulletin of the Scientific Center for Work Safety in the Coal Industry [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti]. 2016 No. 1. P. 73–76. [In Russ.].
6. Tyuleneva T.A., Kabanov E.I. The use of a risk-based approach in the management of occupational risks of methane and dust explosions at a coal mining enterprise // Technique and technology of mining [Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela]. 2021. No. 2 (13). P. 13–32. [In Russ.].