

Критерии допустимого социального риска при авариях на опасных производственных объектах



И.С. Жуков,
науч. сотрудник,
ilzhukov@safety.ru



М.В. Лисанов,
д-р техн. наук,
директор центра
анализа риска



Е.А. Самусева,
канд. техн. наук,
ст. науч.
сотрудник

АНО «Агентство исследований промышленных рисков», Москва, Россия

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

Введение

Установление критериев допустимого (приемлемого) риска поражения людей при промышленных авариях и техногенных происшествиях является одной из широко обсуждаемых проблем в России [1–6] и за рубежом [7–12]. В качестве основного показателя в применяемых с этой целью критериях используется индивидуальный риск [13–16], в отдельных случаях, в том числе в [17, 18], для населения также и социальный риск, отражающий возможность возникновения крупных аварий.

Согласно п. 34 [19] одним из показателей, рекомендуемых для оценки риска аварий, является социальный риск $R_{\text{соц}}$. В соответствии с приложением 1 [19] социальный риск (или риск поражения группы людей) — зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа; N — социальный риск, который характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации совокупности сценариев аварии и представляется в виде соответствующей F/N -кривой. Согласно п. 44 [19] социальный риск можно выразить в виде графика ступенчатой функции $F(x)$, задаваемой уравнением:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{N(x)} Q_i^x, \quad (1)$$

где $N(x)$ — число сценариев C_i , при которых гибнет не менее x человек; Q_i^x — ожидаемые частоты реали-

Проанализированы отечественные и зарубежные документы в области анализа риска, касающиеся социального риска при авариях на опасных производственных объектах. Предложено два подхода к установлению критериев допустимого социального риска при авариях на опасных производственных объектах.

Ключевые слова: опасный производственный объект, социальный риск, F/N -кривая, критерии, допустимый риск, приемлемый риск, авария, взрыв, гибель людей, анализ риска, требования промышленной безопасности, декларация промышленной безопасности, обоснование безопасности.

Для цитирования: Жуков И.С., Лисанов М.В., Самусева Е.А. Критерии допустимого социального риска при авариях на опасных производственных объектах// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 5. — С. 79–86. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-5-79-86

зации аварийных ситуаций C_i , при которых гибнет не менее x человек.

При этом в [19] рекомендуется построение кривой социального риска в виде ступенчатой функции $F(x)$ со ступеньками в целочисленных значениях аргумента $x = [N_j]$, когда:

$$F([N_j]) = F(N_j) \frac{N_j}{[N_j]}, \quad (2)$$

где $[N_j]$ — ближайшее большее целое число к значению ожидаемого числа погибших N_j при реализации j -го сценария; $F(N_j)$ — сумма частот сценариев с ожидаемым числом погибших не менее N_j .

Социальный риск применяется при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО) в соответствии с требованиями п. 42 [20].

Соответствие критериям допустимого социального риска также может являться одним из условий при определении взрывоустойчивости зданий и сооружений на ОПО [21].

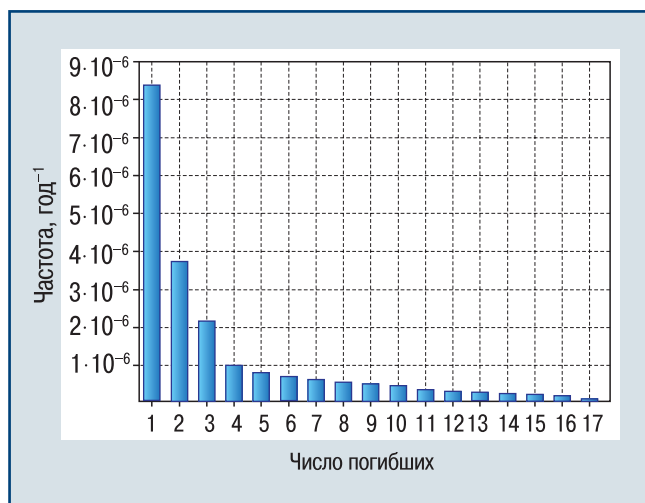
Однако в российских нормативно-методических документах в области промышленной безопасности условия допустимости, приемлемости социального риска отсутствуют.

Требования российских нормативно-методических документов

В российском законодательстве в области промышленной безопасности отсутствует критерий

допустимого социального риска, но подобные требования имеются в законодательстве в области пожарной безопасности. В [17] присутствуют критерии приемлемости социального пожарного риска. В пп. 4.1, 5 ст. 93 [17] отмечается, что величина социального пожарного риска для людей, находящихся в жилой, общественно-деловой зонах или зоне рекреационного назначения вблизи производственного объекта, должна находиться в пределах от $1 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ до $1 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹, т.е. фактически критерии допустимого социального пожарного риска установлены только для третьих лиц вне территории производственного объекта. Критерии допустимого социального пожарного риска для персонала производственного объекта и для третьих лиц на территории производственного объекта в [17] также отсутствуют. Однако, в соответствии со ст. 2 [17], социальный пожарный риск — степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара, т.е. при определении социального риска, согласно [17], учитываются только аварии, связанные с факторами пожара.

Пример кривой социального риска приведен на рис. 1.



▲ Рис. 1. Пример F/N -диаграммы
▲ Fig. 1. Example of F/N -diagram

Согласно [15, 16] социальный риск чрезвычайной ситуации (ЧС) — количественный показатель риска ЧС, определяемый как вероятность гибели на рассматриваемой территории за год одновременно более чем 10 человек в результате возможного воздействия всей совокупности поражающих факторов источников ЧС, а допустимый социальный риск ЧС — численное значение, являющееся критерием социального риска ЧС, характерных для определенной территории.

В соответствии с п. 4.4 [15] допустимый социальный риск ЧС для каждого субъекта Российской Федерации составляет $1 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹. Социальный риск ЧС

считается недопустимым, если он более чем в 10 раз превышает допустимый социальный риск ЧС [15].

Из приведенного выше определения социального риска, в соответствии с [15, 16], следует, что при числе погибших в результате аварии менее 10 социальный риск равен нулю.

В [18] определение социального риска соответствует [19]. Согласно п. 13.5.2 [18] рассчитанные значения социального риска в виде F/N -кривой рекомендуется сравнивать со следующими функциями:

для населения:

$$F = 1 \cdot 10^{-2} / N^2 \text{ — для действующих ОПО; (3)}$$

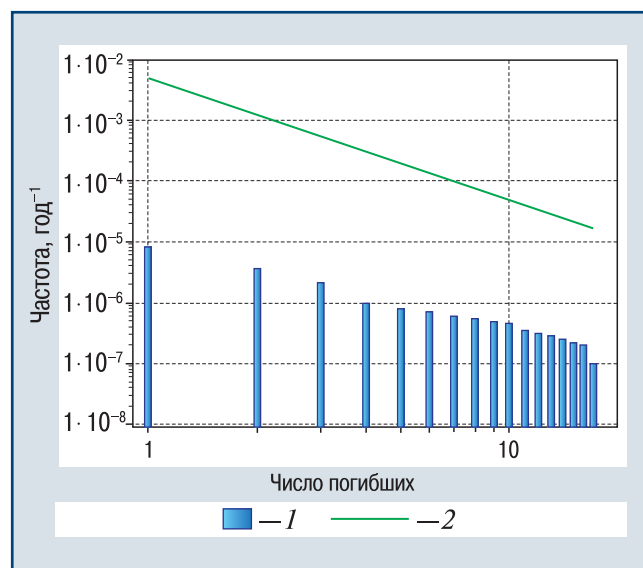
$$F = 1 \cdot 10^{-3} / N^2 \text{ — для проектируемых ОПО; (4)}$$

для персонала ОПО:

$$F = 5 \cdot 10^{-2} / N^2 \text{ — для действующих ОПО; (5)}$$

$$F = 5 \cdot 10^{-3} / N^2 \text{ — для проектируемых ОПО. (6)}$$

Социальный риск считается приемлемым, если построенные F/N -кривые лежат ниже функций, построенных по соответствующим уравнениям (3)–(6) (рис. 2, пример F/N -диаграммы, удовлетворяющей критериям [18], для персонала проектируемых ОПО, здесь I — расчетное значение социального риска; 2 — критерий допустимого социального риска).



▲ Рис. 2. Пример F/N -диаграммы
▲ Fig. 2. Example of F/N -diagram

Распространенной в настоящее время практикой является установление критериев допустимого социального риска для числа погибших $N = 10$. Тогда критерии [18] примут следующий вид:

для населения:

$$F = 1 \cdot 10^{-4} \text{ — для действующих ОПО;}$$

$F = 1 \cdot 10^{-5}$ — для проектируемых ОПО;

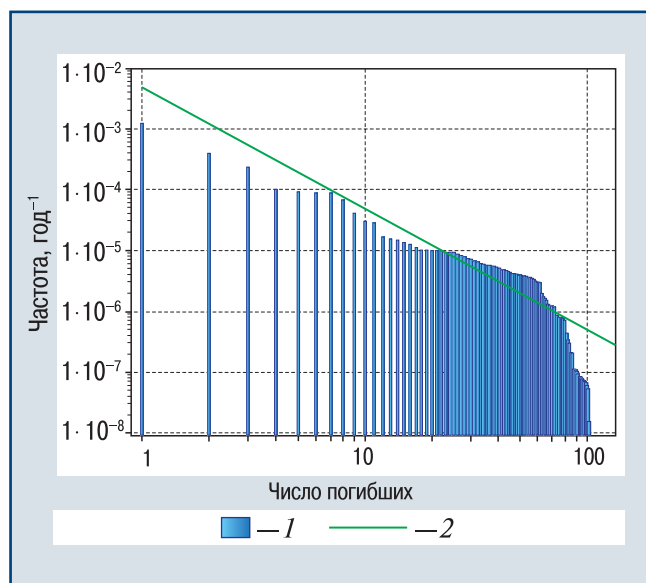
для персонала:

$F = 5 \cdot 10^{-4}$ — для действующих ОПО;

$F = 5 \cdot 10^{-5}$ — для проектируемых ОПО,

что согласуется с [15–17].

Однако определение социального риска только для числа погибших $N = 10$ на практике может привести к занижению оценки опасности аварий, так как наблюдаются случаи, когда социальный риск является допустимым для $N = 10$, т.е. F/N -кривая лежит ниже кривой критериев, а для числа погибших $N > 10$ F/N -кривая в одной или нескольких точках будет лежать выше кривой критериев, т.е. социальный риск будет недопустимым (рис. 3, здесь 1, 2 — то же, что на рис. 2).



▲ Рис. 3. Пример F/N -диаграммы, не удовлетворяющей критериям [18], для персонала проектируемых ОПО при $N > 10$

▲ Fig. 3. Example of F/N -diagram that does not meet the criteria [18] for the personnel of the designed hazardous production facilities at $N > 10$

Общественный резонанс, вызванный аварией на ОПО, растет тем сильнее, чем большее число погибших наблюдается в результате аварии, поэтому с учетом вышеизложенных фактов при определении приемлемости социального риска необходимо рассматривать всю F/N -кривую, а не только значение социального риска при 10 погибших.

Однако для многих крупных объектов выполнение данных критериев может быть невозможным вследствие существенной зависимости социального риска от массы обрабатываемых на производстве опасных веществ, соответствующего увеличения источников (частоты) аварии и увеличения числа пораженных людей (в отличие от удельного показателя

индивидуального риска). В этом случае рассчитанная F/N -кривая может находиться выше кривой критериев допустимости даже при самых совершенных мерах безопасности.

Зарубежные требования

Один из наиболее известных зарубежных критериев допустимого социального риска установлен Министерством жилищного строительства, планирования землепользования и охраны окружающей среды Нидерландов (VROM) [7, 8]:

$$F < 1 \cdot 10^{-3} / N^2. \quad (7)$$

Как видно, предлагаемый в [18] критерий допустимости социального риска взят именно из VROM.

В [7] предлагается более общий критерий допустимого социального риска, установленного в VROM:

$$F < \frac{\left(\frac{100\beta_i}{k\sqrt{N_{A_i}}} \right)^2}{N^2}, \quad (8)$$

где β_i — политический фактор или, как он определен авторами, степень добровольности, с которой выполняется i -й вид деятельности и с какой выгодой он воспринимается, β_i принимает значения от 10 для случаев, когда связанная с риском деятельность осуществляется целиком и полностью добровольно и приносит выгоду только рискующему, например, альпинизм — до 0,01 в случае навязанного риска без какой-либо ощутимой выгоды (в [7] отмечается, что для случаев эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных объектов данный коэффициент равен 0,03); k — коэффициент неприятия риска, представляющий собой значение, показывающее во сколько раз должно быть увеличено среднеквадратичное отклонение при математическом моделировании неприятия риска, $k = 3$ для случаев эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных объектов [7]; N_{A_i} — число независимых мест, где выполняется i -й вид деятельности, $N_{A_i} = 110$ для случаев эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных объектов в Нидерландах [7].

Согласно [7], если подставить вышеуказанные значения коэффициентов в выражение (8), то в результате получится выражение (7) (критерий VROM), т.е. утверждается, что критерий VROM является частным случаем критерия [7].

Также, в соответствии с [7], критерий допустимого социального риска необходимо пересматривать каждые 10 лет, актуализируя число эксплуатируемых взрывопожароопасных и химически опасных объектов N_{A_i} . Однако зависимость допустимого социального риска от числа ОПО кажется очень сомнительной, так как, варьируя значения N_{A_i} , нетрудно заметить, что при увеличении числа ОПО (напри-

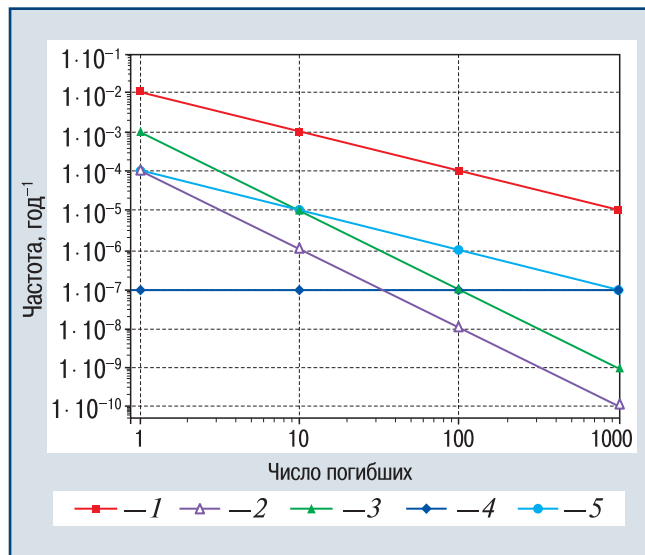
мер, при дроблении предприятий или изменении критериев идентификации ОПО) критерий допустимого социального риска будет уменьшаться, т.е. ужесточаться, а при уменьшении — увеличиваться, т.е. ослабляться.

Согласно [8] критерий допустимого социального риска в Чехии идентичен VROM для действующих объектов и в 10 раз меньше, чем VROM для новых объектов, а во Франции критерий допустимого социального риска не зависит от числа погибших и равен $1 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹.

В Британском органе по охране труда и промышленной безопасности (HSE) [9] критерий допустимого социального риска представляет собой прямую с углом наклона -1 , проведенную через точку $N = 50$ погибших и $F(50) = 2 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Британский институт стандартов (BSI) [10] рекомендует применять критерий, установленный в HSE [9], однако, в соответствии с принципом ALARP, выделяют также и область условно приемлемого социального риска, нижняя граница которой представляет собой прямую, параллельную прямой критериев HSE [9], но расположена на два порядка ниже.

Пример применяемых за рубежом критериев допустимого социального риска приведен на рис. 4 (здесь 1 — Великобритания (HSE); 2 — Чехия; 3 — Нидерланды; 4 — Франция; 5 — Великобритания (BSI)).



▲ Рис. 4. Критерии допустимого социального риска в различных странах Европы

▲ Fig. 4. Criteria for tolerable social risk in various European countries

Кроме того, в HSE [9] наряду со стандартным показателем социального риска и его представлением в виде F/N -кривой используется также интеграл риска. Согласно HSE [9] интеграл риска — это суммарный показатель общего уровня социального риска, учитывающий весь набор пар $F-N$. При этом вклад числа погибших N в интеграл риска увеличивается с ростом самого числа погибших N :

$$RI = \sum [F(N) N^\alpha], \quad (9)$$

где RI — интеграл риска; α — масштабирующий индекс или фактор неприятия риска, находящийся обычно в диапазоне от 1 до 2.

Из выражения (9) видно, что аварии с большим числом погибших вносят более значительный вклад в суммарный уровень риска, что хорошо отражает уже упомянутый факт: общественный резонанс, вызванный аварией на ОПО, растет тем сильнее, чем большее число погибших наблюдается в результате аварии.

В нормативной документации Великобритании «Контроль за основными опасными производственными факторами» (англ. Control of Major Accident Hazards Regulations, COMAH) установлено значение $\alpha = 1,4$, а в HSE [9] — $\alpha = 2$.

Также, проанализировав выражение (9), легко заметить, что при $\alpha = 1$ интеграл риска равен коллективному риску HSE [9]. Исходя из этого факта, в [8] предлагается иной подход к установлению допустимого социального риска:

$$N_{\max} R_{\text{инд.доп}} = \sum [F(N) N^\alpha], \quad (10)$$

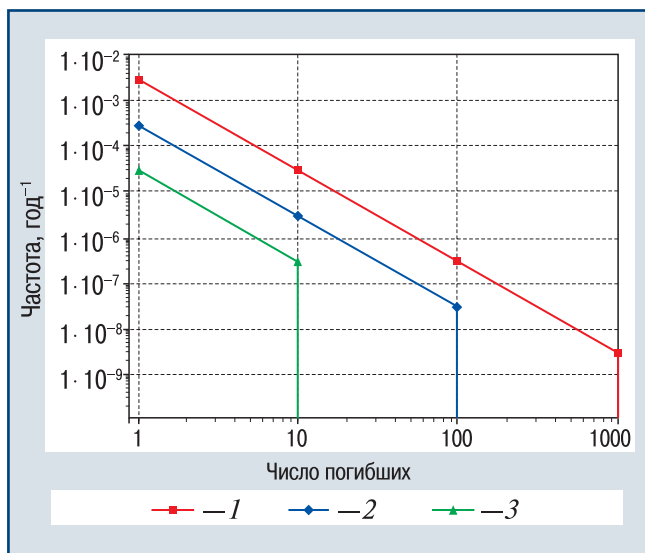
где N_{\max} — максимальное число людей, которое может быть подвержено воздействию поражающих факторов всех возможных аварий на объекте; $R_{\text{инд.доп}}$ — допустимый уровень индивидуального риска.

Согласно [8] принимается, что $\alpha = 2$. При этом социальный риск рассматривается отдельно для трех различных зон риска: внутренней (ближайшая к источнику опасности), средней и внешней, характеризующихся различным числом людей, которые могут быть подвержены воздействию поражающих факторов всех возможных аварий на объекте: $N_{\max} = 10, 100$ и 1000 соответственно. Допустимый индивидуальный риск, в соответствии с [8], берется равным для всех трех зон и принимается на уровне $3 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹.

Пример применяемых в [8] критериев социального риска приведен на рис. 5 (здесь 1 — внешняя зона ($N_{\max} = 1000$); 2 — средняя зона ($N_{\max} = 100$); 3 — внутренняя зона ($N_{\max} = 10$)).

Методика определения допустимого социального риска

Для определения критериев допустимого социального риска на ОПО предлагается два подхода. В основе каждого из подходов лежат разбиение ОПО на составляющие и построение F/N -диаграмм не для всего ОПО в целом, а отдельно для каждой составляющей. Разбиение на составляющие, в том числе и для недекларируемых объектов, должно выполняться точно по таким же принципам, как и при декларировании промышленной безопасности [20, 22]. При этом третьи лица, которые могут находиться на территории ОПО или его составляющей (например, работники сервисных или государственных органи-



▲ Рис. 5. Новые критерии допустимого социального риска согласно HSE
 ▲ Fig. 5. New criteria for tolerable social risk according to HSE

заций), приравниваются к персоналу, так как при нахождении на территории для выполнения каких-либо работ или с иными целями они добровольно принимают на себя такие же риски, как и работники ОПО.

В качестве первого подхода предлагается использование критериев допустимого социального риска, предложенных в [7, 18]. Данный подход является одним из наиболее консервативных и иногда применяется на практике.

В качестве альтернативного варианта предлагается взять за основу подход, предложенный в [8], основанный на выражении (10), адаптировав его к принятым в настоящее время в Российской Федерации подходам к анализу опасностей и оценке риска.

Фактор неприятия риска α , как и в [9], из соображений применения более консервативного подхода и ввиду отсутствия необходимых статистических данных для его оценки предлагается взять равным 2.

Территорию, на которой оценивается социальный риск, как и в [8], предлагается не разбивать на три зоны, как в [8], а рассмотреть только две зоны:

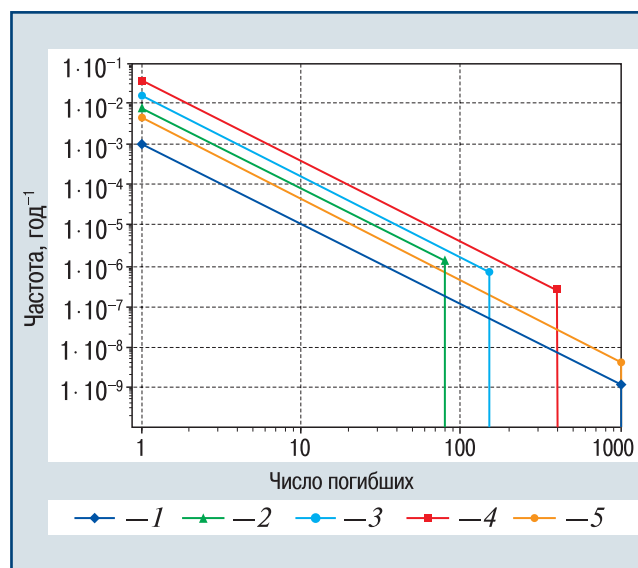
территорию ОПО, где $N_{\text{макс}}$ равен числу людей, включая третьих лиц, на территории ОПО, для которой устанавливается допустимый индивидуальный риск $1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$;

территорию за границами ОПО, где $N_{\text{макс}}$ равен числу людей, попадающих в зону действия поражающих факторов аварий на ОПО, для которой устанавливается допустимый индивидуальный риск $1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

В качестве $N_{\text{макс}}$ можно принять максимально возможное количество потерпевших для целей страхования ответственности согласно [19].

Таким образом, в предлагаемом подходе, учитывающем допустимое значение индивидуального риска, а также (косвенно) и расчетное значение коллектив-

ного риска, критериальный вид F/N -кривых будет меняться в зависимости от каждого конкретного рассматриваемого ОПО и его окружения, что позволит снизить зависимость социального риска от массы обрабатываемых на производстве опасных веществ, соответствующего увеличения источников (частоты) аварии и увеличения числа пораженных людей. Пример критериев допустимого социального риска для ОПО с различным числом людей представлен на рис. 6 (здесь 1 — 1000 чел. за территорией ОПО, [18] для населения; 2 — 80 чел. на территории ОПО; 3 — 150 чел. на территории ОПО; 4 — 400 чел. на территории ОПО; 5 — [18] для персонала), также для сравнения приведены критерии согласно [7, 18].



▲ Рис. 6. Пример предлагаемых критериев допустимого социального риска
 ▲ Fig. 6. Example of proposed criteria for tolerable social risk

Заключение

На основе анализа отечественных и зарубежных нормативно-методических документов предложено два подхода к установлению критериев допустимого социального риска. Первый подход основан на «нидерландских» критериях [7, 18], второй — на «британских» [8] и учитывает специфику каждого конкретного опасного производственного объекта, его разделение на составляющие, а также требования к допустимому индивидуальному риску для персонала опасного производственного объекта и третьих лиц. Предложенные критерии позволят избежать проблемы, когда на площадках опасных производственных объектах с большой плотностью расположения оборудования и большим числом персонала социальный риск практически всегда будет являться недопустимым, при этом предлагаемый подход, не занижая степени опасности аварий, позволяет учитывать риск аварий с повышенным числом погибших.

Обоснование критериев допустимого риска согласно [23] следует реализовывать при разработке

обоснования безопасности опасного производственного объекта.

Список литературы

1. Лисанов М.В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска// Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 5. — С. 11–14.
2. Дегтярев Д.В., Печеркин А.С. Проблемы методологии оценки социального риска. Применение формулы Бернулли// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 11. — С. 50–53.
3. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Николаенко О.В. Об установлении допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности опасного производственного объекта нефтегазового комплекса// Безопасность труда в промышленности. — 2017. — № 12. — С. 51–57. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57
4. Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности/ О.В. Николаенко, А.Н. Черноплеков, И.А. Заикин, А.С. Крюков// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 4. — С. 44–51.
5. Тимофеев С.С., Хамидуллина Е.А., Дроздова Т.И. Оценка аварийных рисков на химически опасных объектах Иркутской области// Вектор науки ТГУ. — 2013. — № 3. — С. 273–275.
6. Критерии допустимого риска при декларировании промышленной безопасности и обосновании безопасности опасного производственного объекта/ О.И. Борно, А.Ю. Семенов, Д.Б. Илюшин, Д.Г. Квашнин// Нефтегазовое дело. — 2015. — № 2. — С. 446–456.
7. Vrijiling J.K., van Hengel W., Houben R.J. A framework for risk evaluation// Journal of Hazardous Materials. — 1995. — № 43. — P. 245–261.
8. Trbojevic V.M. Risk criteria in EU. URL: <https://www.risk-support.co.uk/B26P2-Trbojevic-final.pdf> (дата обращения: 22.02.2020).
9. Societal Risk: Initial Briefing to the Societal Risk Technical Advisory Group (HSE RR703). URL: https://www.researchgate.net/publication/309135869_Societal_Risk_Initial_Briefing_to_the_Societal_Risk_Technical_Advisory_Group_HSE_RR703 (дата обращения: 22.02.2020).
10. PD 8010-1:2004. Pipeline systems. Steel pipelines on land — Guide to the application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of major accident hazard pipelines containing flammables. Part 3. — London: BSI Standards Limited, 2013. — 52 p.
11. Jongejan R.B., Jonkman S.N., Maaskant B. The potential use of individual and societal risk criteria within the Dutch flood safety policy (part 1): Basic principles. URL: <https://edepot.wur.nl/139614> (дата обращения: 22.02.2020).
12. Maaskant B., Jonkman S.N., Jongejan R.B. The use of individual and societal risk criteria within the Dutch flood safety policy (part 2): estimation of the individual and societal risk for the dike rings in the Netherlands. URL: <https://edepot.wur.nl/139617> (дата обращения: 22.02.2020).

nl/139617 (дата обращения: 22.02.2020).

13. Правила безопасности опасных производственных объектов подземных хранилищ газа: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 08. — Вып. 37. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2019. — 32 с.
14. Правила безопасности объектов сжиженного природного газа: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 08. — Вып. 41. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. — 36 с.
15. ГОСТ Р 22.10.02—2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136698> (дата обращения: 22.02.2020).
16. ГОСТ Р 55059—2012. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102321> (дата обращения: 22.02.2020).
17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 дек. 2018 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 22.02.2020).
18. СТО Газпром 2-2.3-400—2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО «Газпром». — М.: ООО «Газпром экспо», 2010. — 369 с.
19. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: рук. по безопасности. — Сер. 27. — Вып. 16. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. — 56 с.
20. РД-03-14—2005. Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений. — Сер. 27. — Вып. 4. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2018. — 28 с.
21. Лисанов М.В., Жуков И.С., Базалий Р.В. Критерии взрывоустойчивости зданий и сооружений на опасных производственных объектах// Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 5. — С. 40–46. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-5-40-46
22. РД 03-357—00. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029036> (дата обращения: 22.02.2020).
23. Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 03. — Вып. 73. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. — 16 с.

ilzhukov@safety.ru

Материал поступил в редакцию 18 марта 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 5, pp. 79–86.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-5-79-86

Criteria for Tolerable Social Risk in case of Accidents at Hazardous Production Facilities

I.S. Zhukov, Research Associate, ilzhukov@safety.ru
ANO «Industrial Risk Research Agency», Moscow, Russia

M.V. Lisanov, Dr. Sci. (Eng.), the Director of Risk Analysis Center

E.A. Samuseva, Cand. Sci. (Eng.), Senior Research Assistant
STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia

Abstract

Establishing the criteria for a tolerable (acceptable) risk of people exposure in case of industrial accidents and technogenic events is one of the widely discussed problems in Russia and abroad. As the main indicator in the criteria used for this purpose, an individual risk is applied, in some cases, including for the population, and, also social risk, reflecting the possibility of major accidents.

According to paragraph 34 of Safety Guide «Methodological framework for conducting hazard analysis and risk assessment of accidents at hazardous production facilities», one of the indicators recommended for accident risk assessment is social risk. Social risk (or the risk of group of people exposure) is the dependence of the frequency of accident scenarios F in which suffered at a certain level at least N people from this number (N characterizes the social severity of the consequences (catastrophic) of the implementation of the totality of accident scenarios and is presented in the form corresponding to F/N curve).

Social risk is applied when declaring industrial safety of hazardous production facilities in accordance with paragraph 42 of RD-03-14—2005, «Procedure for presentation of industrial safety declaration of hazardous production facilities, and the list of information to be included in it».

Compliance with the criteria of tolerable social risk is one of the conditions when determining the blast resistance of buildings and structures at hazardous production facilities.

Based on the analysis of domestic and foreign regulatory and methodological documents, two approaches in establishing the criteria for tolerable social risk are proposed. The first approach is based on the «Dutch» criteria. The second approach is based on «British» criteria and takes into account the specifics of a particular object, its division into components, requirements for tolerable individual risk. The proposed criteria will allow to avoid the problem when at the site facilities with a high density of equipment location and a large number of personnel the social risk practically will be always unacceptable. The proposed approach does not underestimate the risk of accident and takes into account the stronger effect on the risk of accidents with an increased death toll.

Key words: hazardous production facility, social risk, F/N curve, criteria, tolerable risk, acceptable risk, accident, explosion, loss of life, risk analysis, industrial safety requirements, industrial safety declaration, Safety case.

References

1. Lisanov M.V. On technical regulation and acceptable risk criteria. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2004. № 5. pp. 11–14. (In Russ.).
2. Degtyarev D.V., Pecherkin A.S. Methodology Problems of Social Risk Assessment. Use of Bernoulli Formula. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2012. № 11. pp. 50–53. (In Russ.).
3. Grazhdankin A.I., Pecherkin A.S., Nikolaenko O.V. On the Establishment of the Tolerable Risk Levels of Accident for

Assessment of Compensatory Measures Sufficiency in Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility of Oil and Gas Complex. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 12. pp. 51–57. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57

4. Nikolaenko O.V., Chernoplekov A.N., Zaikin I.A., Kryukov A.S. Improvement of the Bases and Processes of Design, Construction and Operation of Oil and Gas Processing Facilities, Petrochemical and Gas Chemical Plants through the Changes in Industrial Safety Regulation. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2012. № 4. pp. 44–51. (In Russ.).

5. Timofeev S.S., Khamidullina E.A., Drozdova T.I. Assessment of accidental risks at chemically hazardous facilities of the Irkutsk region. *Vektor nauki TGU = Science Vector of Togliatti State University*. 2013. № 3. pp. 273–275. (In Russ.).

6. Borno O.I., Semenov A.Yu., Ilyushin D.B., Kvashnin D.G. Criteria for acceptable risk when declaring industrial safety and justifying safety of a hazardous production facility. *Neftegazovoe delo = Oil and gas business*. 2015. № 2. pp. 446–456. (In Russ.).

7. Vrijiling J.K., van Hengel W., Houben R.J. A framework for risk evaluation. *Journal of Hazardous Materials*. 1995. № 43. 245–261.

8. Trbojevic V.M. Risk criteria in EU. Available at: <https://www.risk-support.co.uk/B26P2-Trbojevic-final.pdf> (accessed: February 22, 2020).

9. Societal Risk: Initial Briefing to the Societal Risk Technical Advisory Group (HSE RR703). Available at: https://www.researchgate.net/publication/309135869_Societal_Risk_Initial_Briefing_to_the_Societal_Risk_Technical_Advisory_Group_HSE_RR703 (accessed: February 22, 2020).

10. PD 8010-1:2004. Pipeline systems. Steel pipelines on land — Guide to the application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of major accident hazard pipelines containing flammables. Part 3. London: BSI Standards Limited, 2013. 52 p.

11. Jongejan R.B., Jonkman S.N., Maaskant B. The potential use of individual and societal risk criteria within the Dutch flood safety policy (part 1): Basic principles. Available at: <https://edepot.wur.nl/139614> (accessed: February 22, 2020).

12. Maaskant B., Jonkman S.N., Jongejan R.B. The use of individual and societal risk criteria within the Dutch flood safety policy (part 2): estimation of the individual and societal risk for the dike rings in the Netherlands. Available at: <https://edepot.wur.nl/139617> (accessed: February 22, 2020).

13. Safety rules for hazardous production facilities of the underground gas storage facilities: Federal rules and regulations in the field of industrial safety. Ser. 08. Iss. 37. Moscow: ZAO NTTs PB, 2019. 32 p. (In Russ.).

14. Safety rules for liquefied natural gas facilities: Federal rules and regulations in the field of industrial safety. Ser. 08. Iss. 41. Moscow: ZAO NTTs PB, 2020. 36 p. (In Russ.).

15. GOST R 22.10.02—2016. Safety in emergency situations. Emergency situations risk management. Acceptable risk of emergency situations. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200136698> (accessed: February 22, 2020). (In Russ.).

16. GOST R 55059—2012. Safety in emergency situations. Emergency risk management. Terms and definitions. Available

at: <http://docs.cntd.ru/document/1200102321> (accessed: February 22, 2020). (In Russ.).

17. Technical regulation on fire safety requirements (as amended on December 27, 2018). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (accessed: February 22, 2020). (In Russ.).

18. STO Gazprom 2-2.3-400—2009. Risk analysis methodology for hazardous production facilities of gas producing enterprises of OAO Gazprom. Moscow: ООО «Gazprom экспо», 2010. 369 p. (In Russ.).

19. Methodological foundations for hazard analysis and risk assessment of accidents at hazardous production facilities: Safety guide. Ser. 27. Iss. 16. Moscow: ZAO NTTs PB, 2020. 56 p. (In Russ.).

20. RD-03-14—2005. Procedure for presentation of industrial safety declaration of hazardous production facilities and the list

of information to be included in it. Ser. 27. Iss. 4. Moscow: ZAO NTTs PB, 2018. 28 p. (In Russ.).

21. Lisanov M.V., Zhukov I.S., Bazaliy R.V. Criteria for Buildings and Structures Blast Resistance at Hazardous Production Facilities. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2019. № 5. pp. 40–46. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2019-5-40-46

22. RD 03-357—00. Guidelines for the preparation of industrial safety declaration of a hazardous production facility. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200029036> (accessed: February 22, 2020). (In Russ.).

23. General requirements for safety case of hazardous production facility: Federal rules and regulations in the field of industrial safety. Ser. 03. Iss. 73. Moscow: ZAO NTTs PB, 2020. 16 p. (In Russ.).

Received March 18, 2020

Пожарная безопасность (научно-технический журнал)

Шебеко Ю.Н., Шебеко А.Ю., Зубань А.В. Определение требуемой толщины вспучивающегося огнезащитного покрытия на стальных конструкциях для заданных пределов огнестойкости. — 2020. — № 1.

Проанализирована взаимосвязь разброса значений пределов огнестойкости стальных конструкций со вспучивающимися огнезащитными покрытиями и соответствующего этому разбросу интервала толщины огнезащитного покрытия. Предложена методика, на основании которой может быть осуществлен выбор необходимой толщины огнезащитного покрытия в зависимости от заданных значений дисперсии предела огнестойкости и приведенной толщины конструкции при заданной доверительной вероятности.

Вогман Л.П., Простов Е.Е. Экспериментальные исследования и расчет условий теплового самовозгорания отработанного активного угля марки СКД. — 2020. — № 1.

По предшествующей (1989 г.) и новой (2018 г.) методикам определены условия теплового самовозгорания отработанного активного угля марки СКД. Новая методика, в отличие от предшествующей, учитывает кинетику процесса, позволяет рассчитывать условия самовозгорания для различных реальных геометрических форм и размеров горючих материалов при их хранении и транспортировании. Результаты расчетов могут быть использованы при прогнозировании и для предотвращения пожаров при хранении и транспортировании твердых дисперсных горючих веществ и материалов. Например, выполненные расчеты условий теплового самовозгорания отработанного активного угля марки СКД при транспортировании в вагонах-хопперах размерами 2,64×2 и 112×13,37 м, смонтированных на железнодорожных платформах,

по территории России (с учетом максимальной летней температуры 40 °С), показали, что самовозгорания произойти не может. Исследование условий теплового самовозгорания отработанного активного угля марки СКД проводилось в соответствии с методикой, представленной в ГОСТ 12.1.044—2018.

Огнестойкость железобетонной конструкции с деформационным швом при знакопеременных нагрузках/ В.А. Прусаков, М.В. Гравит, А.В. Пехотиков и др. — 2020. — № 1.

Правильное проектирование, устройство и монтаж деформационных швов дают возможность обеспечить длительный срок службы основных несущих и ограждающих конструкций зданий, а также элементов внутренней и внешней отделки. Огнестойкие заполнения устанавливаются для компенсации возможных изменений ширины шва от первоначальной ширины в горизонтальные и вертикальные деформационные швы монолитных и сборных железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения, а также в зазоры между торцом вертикальных стен и межэтажных перекрытий. Для защиты деформационных швов в конструкциях зданий и сооружений от воздействия пожара применяются огнестойкие заделки. В европейских нормативных документах такие противопожарные барьеры специально разрабатываются для применения в деформационных швах и работают при сжатии, растяжении и сдвиге шва. В России изделия и материалы, выполняющие функцию противопожарного барьера, не испытываются в условиях знакопеременной нагрузки. В статье приведена методика испытаний на огнестойкость для деформационного шва в железобетонной конструкции. Получены результаты по параметрам целостности и теплоизолирующей способности для железобетонных плит с учетом последующего увеличения ширины зазора между плитами и сдвига их относительно друг друга на 25 %.