

власти, и эти акты вступят в силу, указанные документы должны будут утратить обязательный характер и в части организационных требований. Это произойдет не в силу Закона о техническом регулировании, а просто потому, что данные требования содержатся в актах более высокого уровня принятия, в соответствии с которыми должны будут приводиться нормативные документы федеральных органов исполнительной власти. Эти документы, принимаемые в сфере технического регулирования, будут актами рекомендательного характера, предусмотренными Законом о техническом регулировании, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований, установленных в технических регламентах и обеспечивающих промышленную безопасность. На основе опыта, накопленного в области регулирования промышленной безопасности,

в них могут рекомендоваться, в числе прочего, способы организации деятельности, процессов, работ, позволяющие надежно и с наименьшими затратами обеспечить соблюдение этих требований.

### Список литературы

1. *О требованиях, устанавливаемых в технических регламентах и обеспечивающих промышленную безопасность* / Е.В. Кловач, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров и др. // *Безопасность труда в промышленности*. — 2003. — № 11. — С. 5–7.

2. *Доклад о состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального использования и охраны недр Российской Федерации в 2002 году* / Под ред. В.М. Кульчева. — М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. — 110 с.

УДК 658.382.3:331.461.2

© М.В. Лисанов, 2004

## О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ И КРИТЕРИЯХ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

М.В. ЛИСАНОВ, д-р техн. наук (ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность»)

Появление в ряде нормативных правовых актов (Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.02 № 184-ФЗ, постановление Правительства Российской Федерации от 21.08.00 № 613, от 15.04.02 № 240 и др.) требований о необходимости использования методологии анализа риска при решении вопросов безопасности требует дальнейшего развития нормативно-методической базы. Фактически в настоящее время формируется «вторая (после внедрения декларирования безопасности) волна» заинтересованности на практике научно обоснованных методов оценки риска.

В данной статье кратко рассмотрены общие подходы к нормированию критериев приемлемого (или допустимого) риска аварий и иных ситуаций, связанных с эксплуатацией технических объектов.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.02 № 184-ФЗ «технические регламенты... с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие... промышленную безопасность».

Основной документ в области анализа риска аварий на опасных производственных объектах «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» (РД 03-418—01) понятие приемлемого риска трактует как «риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социаль-

но-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск». Согласно п. 4.2.6 этого документа «критерии приемлемого риска могут задаваться нормативной документацией, определяться на этапе планирования анализа риска и (или) в процессе получения результатов анализа. Критерии приемлемого риска следует определять исходя из совокупности условий, включающих определенные требования безопасности и количественные показатели опасности».

Иными словами, в общем случае критерии приемлемого риска аварий на опасных производственных объектах рекомендуется определять исходя из совокупности условий, включающих:

качественные критерии (основанные на лингвистических оценках), отражающие конкретные требования безопасности (например, условия более жестких требований к обеспечению безопасности населения или условия недопущения выхода поражающих факторов за территорию объекта);

количественные критерии (например, критерии приемлемого индивидуального риска, условия соблюдения безопасных расстояний на основе оценок последствий аварий и т.п.).

Примеры формулировок критериев приемлемого риска аварий для людей представлены в таблице.

Критерии	Примеры формулировок критериев приемлемого риска
Качественные	<p>1. Поражающие факторы аварий при разрушении любой единичной емкости на объекте не должны выходить за границу санитарно-защитной зоны</p> <p>2. «Предприятие X не должно представлять опасность для третьих лиц, большую, чем для своего персонала» [1]</p> <p>3. Риск смертельного поражения людей при возможных авариях на объекте не должен превышать риска гибели людей от всех других причин</p>
Количественные	<p>1. Индивидуальный риск гибели населения от аварии на рассматриваемом объекте не должен превышать <math>10^{-7}</math> случаев в год</p> <p>2. «Уровень приемлемого потенциально-го риска для населения для действующих опасных производственных объектов: уровень риска более <math>10^{-4}</math> в год — зона недопустимого риска... менее <math>10^{-5}</math> в год — зона приемлемого риска» [2]</p>

С точки зрения ясности и объективности для нормирования наиболее привлекательны количественные критерии приемлемого риска. Если бы существовала возможность точного расчета, то уровень промышленной безопасности можно было бы оценивать по ожидаемому ущербу от аварий (как сумма произведений частот сценариев аварий на ущерб от них). Критериями безопасности в этом случае могли бы быть соответствующие удельные экономические показатели (отношение ожидаемого ущерба к стоимости объекта или дохода от деятельности на объекте с учетом затрат на безопасность и т.п.).

Количественные критерии приведены в нормах ряда зарубежных стран, но, как правило, не на законодательном уровне (как в Нидерландах), а в корпоративных стандартах или в иных документах рекомендательного характера. Например, в директиве ЕС «О предотвращении крупных промышленных аварий» («Директива Севезо-2», 1996) № 96/82/ЕЭС, законодательстве США, Германии в нормах по разработке деклараций безопасности или в отчетах по безопасности не требуется количественная оценка риска. В международном стандарте ISO 17776:2000 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские установки. Руководящие указания по средствам и методам идентификации опасностей и оценки рисков» указывается на нецелесообразность использования результатов количественных оценок риска в качестве единственного средства при решении проблем безопасности (как и в п. 5 РД 03-418—01), а также на возможность манипуляций с результатами расчетов в целях удовлетворения количественных критериев приемлемого риска.

Показательны в этом смысле результаты эксперимента, поставленного в рамках программы ЕС по страхованию от крупных аварий [3]. Некоторые показатели

риска аварий, полученные семью независимыми группами специалистов, в том числе из TNO (Нидерланды) и DNV (Великобритания), на примере хранилища аммиака, отличались друг от друга на два–четыре порядка. Так, частота разрыва подводящего трубопровода находилась в интервале от  $2 \cdot 10^{-8}$  до  $4 \cdot 10^{-4}$ , полного разрушения цистерны — от  $1,5 \cdot 10^{-9}$  до  $2,3 \cdot 10^{-7}$ , аварий с гибелью не менее 10 человек — от  $2 \cdot 10^{-5}$  до  $1 \cdot 10^{-3}$  и более случаев в год. Минимальные, средние и максимальные расстояния от объекта, соответствующие частоте гибели человека  $10^{-5}$  1/год, составили 125, 615 и 1310 м (средний разброс 62 %). Основные причины большого разброса результатов — неопределенность исходной информации и различие в допущениях используемых моделей расчета.

В ряде отечественных нормативных документов также установлены количественные критерии приемлемого риска [2, 4, 6], ГОСТ 12.21.004—91, 12.3.047—98 и др., однако в некоторых из них встречаются неточности и ошибки. Основные причины ошибок связаны с попытками нормирования показателей техногенного риска без учета специфики источника опасности, конкретизации оцениваемого события (например, без различия между вероятностью травмирования и гибели человека), объекта воздействия (реципиента) и территории. В ряде публикаций, деклараций промышленной безопасности и даже в нормативах (как в [6]) предлагается использовать в качестве критериев приемлемости результаты, основанные на использовании матрицы «частота—тяжесть последствий», а также значения частоты реализации опасностей, коллективного, социального риска, ожидаемого ущерба и других интегральных показателей. Нормирование по таким показателям может привести к неверным (в том числе абсурдным) выводам о степени безопасности, так как их значения могут существенно зависеть от объема производства, размеров объекта и территории, на которых расположены источники опасности. В РД 03-418—01, ГОСТ 27.310—95 специально указано, что систему классификации отказов по критериям вероятности-тяжести последствий, представленных в таких «матрицах риска», следует конкретизировать для каждого объекта или технического устройства с учетом его специфики. Интегральные показатели полезны для ранжирования объектов и территорий по показателям риска в целях установления их приоритетности с точки зрения распределения ресурсов для обеспечения безопасности, определения объемов финансирования мер безопасности, страховой премии и т.д., но не для выводов о степени их безопасности.

Замечание о нечеткости формулировок относится также и к нормируемой допустимой вероятности взрыва и пожара на одном взрыво-, пожароопасном объекте, которая (по ГОСТ 12.1.010—76 и ГОСТ 12.21.004—91) не должна превышать  $10^{-6}$  в год, а также к ГОСТ Р 12.3.047—98, требующему (почему-то без указания интервала времени), чтобы индивидуальный риск воздействия от поражающих факторов пожара не превышал  $10^{-6}$ , а социальный —  $10^{-5}$ .

Очевидно следует устанавливать в качестве нормируемых показателей приемлемости риска прежде все-

го удельные показатели (потенциальный территориальный, индивидуальный риск, ожидаемый ущерб от аварии на единицу длины трубопровода за год и др.). Что касается социального риска, то, учитывая, что площади под кривыми  $F/N$  и  $F/G$  [5] есть соответственно коллективный риск и ожидаемый ущерб, нормировать эти кривые следует лишь для отдельных случаев и условий (например, по частоте гибели более 10 человек для определенных областей территории или реципиентов).

Важным моментом при нормировании рисков является методическое обеспечение оценки риска, включающее набор нормативных методик с четким алгоритмом расчета с соответствующими допущениями и исходной информацией, а также наличие квалифицированных специалистов. По доступным из открытых источников сведениям, несмотря на множество публикаций и выступлений по проблемам оценки риска, ни в одной из федеральных и иных целевых научно-технических программ (МЧС России, Минэнерго России и др.) за последние годы практически пригодных методик оценки риска не создано. Среди крупных организаций лишь в ОАО «Газпром» и ОАО «ЛУКОЙЛ» ведутся работы по созданию методических документов в этой области.

В связи с проблемами методического обеспечения реальна возможность подгонки расчетов под заданные критерии приемлемости. Поэтому представляется целесообразным устанавливать критерии приемлемости не в федеральных документах и технических регламентах (по крайней мере, в ближайшее время), а в методических документах (стандарты, корпоративные документы), в которых должны быть соответствующие методы оценки риска.

В любом случае в качестве первого шага необходимо устранить различия в трактовках показателей риска, имеющиеся в документах по промышленной, пожарной и экологической безопасности. В частности, согласно ГОСТ 12.3.047—98 и НПБ 105—03 под индивидуальным риском понимается «вероятность (частота) возникновения поражающих факторов пожара и взрыва, возникающая при аварии в определенной точке пространства. Характеризует распределение риска». Однако формулы для расчета индивидуального риска для наружных установок и зданий отличаются.

Индивидуальный риск гибели человека, определяемый по НПБ 105—03 (формула 63), совпадает с потенциальным территориальным риском (РД 03-418—01) при условии постоянного присутствия в определенной точке пространства конкретного человека (т.е. индивидуума, для которого и рассчитывается индивидуальный риск).

В ГОСТ 12.3.047—98 (приложение Ш) учитывается условная вероятность присутствия людей в рассматриваемой точке территории (подчеркнем, не конкретного человека-индивидуума, например оператора, как в РД 03-418—01, а любого). Нетрудно видеть, что различные трактовки часто употребляемых показателей риска могут приводить к расхождению в расчетах одного и того же показателя в несколько раз.

Понятие индивидуального риска в трактовке РД 03-418—01 более широкое и может использоваться не только для населения, проживающего в отдельном

пункте (который с учетом возможных размеров зоны поражения при крупной аварии можно считать точкой территории), но и для других групп риска — шахтеров, пассажиров транспортных средств, спортсменов и т.д., деятельность которых трудно отнести к фиксированной точке (области) пространства.

В соответствии с РД 03-418—01 индивидуальный риск поражения человека, находящегося в определенной точке пространства, следует оценивать по следующей формуле

$$R_{\text{инд}} = \sum_{i=1}^k Q_i Q_{ni} f_i,$$

где  $k$  — число сценариев;  $Q_i$  — частота  $i$ -го сценария аварии, 1/год;  $Q_{ni}, f_i$  — условная вероятность соответственно возникновения поражающих факторов и присутствия данного человека (индивидуума) в данной точке (области) пространства при  $i$ -м сценарии аварии.

Для работника предприятия с 8-часовым рабочим днем для большинства сценариев  $f_i$  можно принять равной 0,3 (независимо от числа смен на производстве). При  $f_i = 1$  получаем величину потенциального территориального риска — максимальное значение индивидуального риска поражения человека  $R_{\text{пот}}$ .

В случае достоверной статистики происшедших случаев индивидуальный риск людей, подвергающихся одному и тому же риску, определяется как отношение пострадавших  $n$  к общему числу рискующих  $N$  за наблюдаемый отрезок времени  $t$  (обычно год):

$$R_{\text{инд}} = n/N/t.$$

Отметим, что значение в точке  $F(1)$  на кривой социального риска гибели человека ( $F/N$ -кривая), соответствующее частоте гибели одного человека и более (т.е. частоте несчастного случая) [5], не равно в общем случае величине индивидуального или потенциального риска, причем:

$$R_{\text{инд}} \leq F(1) \leq R_{\text{пот}}$$

Значение  $F(1) = R_{\text{инд}}$  в случае, если одной опасности подвергаются одни и те же люди (например, для производства в одну смену с одним и тем же персоналом).

Для более точных расчетов индивидуального риска, с учетом перемещения человека по территории, необходимо интегрировать его индивидуальные риски гибели от различных источников опасности и с учетом вероятности нахождения его в каждой точке (площадке) территории. Но, как правило, в практических работах приводятся осредненные (по отдельным группам рискующих) значения индивидуального риска [5, 7].

В любом случае основной целью анализа техногенного риска (авария, пожар, чрезвычайная ситуация или иное негативное событие) должно быть не сравнение с критериями приемлемости, а выявление «слабых» мест в системе функционирования объекта для последующего обоснования мер безопасности, так, как это отражено в РД 03-418—01, ГОСТ Р 51901—2002, ISO 17776:2000 и др.

Для внедрения методологии анализа риска в практику обеспечения безопасности с учетом положений технического регулирования необходимо:

1) устранить различия в терминологии анализа риска, имеющиеся в нормативных документах по промышленной, пожарной и экологической безопасности, взяв за основу положения РД 03-418—01, ГОСТ Р 51901—2002;

2) активизировать внедрение качественных (инженерных) методов анализа опасностей и совершенствование методов количественной оценки риска [8], в том числе для типовых<sup>1</sup>:

сценариев аварий и основных эффектов-явлений (выброс, рассеяние, взрыв, «огненный шар», факельное горение и т.д. по аналогии с документами TNO);

объектов (магистральные трубопроводы, нефтебазы, газонаполнительные станции, объекты нефтегазодобычи, хранилища токсичных веществ и т.д.);

3) обеспечить совершенствование механизмов обучения и подтверждения квалификации специалистов через соответствующие системы аттестации и аккредитации, как это предусмотрено в Системе экспертизы промышленной безопасности Госгортехнадзора России.

Поспешное установление в технических регламентах и стандартах количественных критериев приемлемого риска при отсутствии единых методических подходов к оценке риска может вызвать трудности при их использовании на практике и тем самым снизит доверие к методологии анализа риска как основе принятия решений по обеспечению безопасности техносферы.

#### Список литературы

1. *Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety*/Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 1989. — 170 p.

<sup>1</sup> Подробнее см. сайт [www.safety.fromru.com](http://www.safety.fromru.com).

2. *СТО РД Газпром 39-1.10-084—2003*. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром». — Т. 2. — М., 2003. — 150 с.

3. *Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments* / K. Lauridsen, I. Kozine, F. Markert, A. Amendola, M. Christou, M. Fiori // The ASSURANCE project. Final summary report. National Laboratory, Roskilde, 2002. — 50 p.

4. *РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах»* (утв. АК «Транснефть», приказ от 30.12.99 № 152; согл. с Госгортехнадзором России, письмо от 07.07.99 №10-03/418).

5. Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятностей / А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // *Безопасность труда в промышленности*. — 2002. — № 7. — С. 35–39.

6. *СП 11-112—2001*. Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» градостроительной документации для территорий городских и сельских поселений, других муниципальных образований. МЧС России, 2002.

7. *Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А.* Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую среду при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья с целью повышения их надежности и безопасности. — М.: РАО «Газпром», 1996. — 209 с.

8. *Декларирование как элемент управления промышленной безопасностью* / М.В. Лисанов, О.В. Меркулова, А.С. Печеркин и др. // *Материалы семинара Госгортехнадзора России «Об опыте декларирования промышленной безопасности и развитии методов оценки риска опасных производственных объектов»*. — М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность» Госгортехнадзора России, 2002. — 128 с.



- Рукопись представляется в редакцию в двух экземплярах, отпечатанных через два интервала на одной стороне листа белой бумаги стандартного размера (А4); иллюстрации, черно-белые или цветные (не более двух на пять страниц текста), прилагаются к рукописи (отдельно) в двух экземплярах. На обороте каждой иллюстрации должны быть указаны фамилия автора, название статьи, номер и подрисуночная подпись. Рукопись также можно прислать на дискете, с приложением одного экземпляра в печатном виде, или по электронной почте: [btpr@safety.ru](mailto:btpr@safety.ru) или [redbtp@safety.ru](mailto:redbtp@safety.ru) (рисунки, черно-белые или цветные, — отдельными файлами в формате tif, eps, jpg). Объем рукописи не более десяти страниц. В статьях необходимо указывать УДК.

- Формулы и обозначения, надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени, прописные и строчные буквы латинского и греческого алфавитов следует размечать. Все параметры в формулах необходимо пояснять. Число формул должно быть минимальным.

- Обязательно соблюдение действующих ГОСТов, особенно на терминологию, и международную систему единиц СИ.

- Статья должна быть обязательно подписана всеми авторами. В сопроводительном письме или в конце статьи приводятся сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, домашний и служебный телефон, адрес, место работы, ученая степень или звание.

- Отдельные статьи рецензируются. Отрицательные рецензии доводятся до сведения авторов. Статьи, представленные в редакцию, авторам не возвращаются.



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО БОЕПРИПАСАМ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ДЕЛЬТА", НПЦ-5

Измерительные газосигнализаторы серии ИГС-98

# ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

для контроля воздуха рабочей зоны и мультигазового мониторинга

**НОВАЯ "КОМЕТА" С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ПРОБООТБОРОМ**



- одновременный селективный контроль четырех газов
- звуковая и световая сигнализация по каждому каналу
- время работы без подзарядки аккумуляторов не менее 30 ч
- рабочие температуры от  $-30$  до  $+50^{\circ}\text{C}$
- не требует регламентных работ в течение года
- новая влагозащищенная передняя панель
- новая микропроцессорная обработка сигналов
- новая конструкция встроенного электронасоса
- новая конструкция пробоотборного зонда
- новый удобный интерфейс для работы с памятью показаний

**$\text{O}_2 + \text{CH}_4 + \text{CO} +$**  (  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$  )



Прибор помещен в специальную сумку-чехол, к поясу которой приторочен чехол для поплавкового зонда. Перед началом обследования зонд извлекается из сумки и опускается в колодец (емкость)



После этого открывают верхнюю часть футляра, включают прибор и производят замеры. Примерно через 30 с на панели прибора будет видна концентрация контролируемых газов. В темное время суток можно использовать подсветку табло



Простая конструкция поплавкового зонда определяет легкий демонтаж, разборку и чистку встроенного фильтра

В настоящее время в измерительный газосигнализатор "Комета" могут быть установлены газочувствительные сенсоры на следующие газы:

Контролируемые газы	Диапазон измерений
Кислород ( $\text{O}_2$ )	0...100%
Хлор ( $\text{Cl}_2$ )	0...50 мг/м <sup>3</sup>
Аммиак ( $\text{NH}_3$ )	0...1500 мг/м <sup>3</sup>
Сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ )	0...40 мг/м <sup>3</sup>
Водород ( $\text{H}_2$ )	0...4%
Формальдегид ( $\text{H}_2\text{CO}$ )	0...10 мг/м <sup>3</sup>
Этанол ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	0...2000 мг/м <sup>3</sup>
Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ )	0...500 мг/м <sup>3</sup>
Угарный газ ( $\text{CO}$ )	0...200 мг/м <sup>3</sup>
Метан ( $\text{CH}_4$ )	0...5%
Пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )	0...2%
Пары нефтепродуктов ( $\text{C}_x\text{H}_y$ )	0...5%
Диоксид азота ( $\text{NO}_2$ )	0...10 мг/м <sup>3</sup>
Диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ )	0...3%
Водорода хлорид ( $\text{HCl}$ )	0...20 мг/м <sup>3</sup>

## Предлагаем:

- шланговые дыхательные аппараты
- компрессоры высокого давления
- дыхательные аппараты со сжатым воздухом
- костюмы химической и газовой защиты

Подробная информация по тел. (095) 787-0396, [www.deltapro.ru](http://www.deltapro.ru), e-mail: [igs@deltapro.ru](mailto:igs@deltapro.ru)