

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНИВАНИЯ И НОРМИРОВАНИЯ ПРИЕМЛЕМОГО ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

© Белов, Гражданкин, Лисанов, Можаев, Печеркин, Пчельников, 2004

Интенсивное развитие в последнее десятилетие методов качественного и количественного анализа риска нашло отражение в отечественной законодательной и нормативной правовой базе. В федеральном законодательстве методология анализа риска аварий является основой декларирования промышленной безопасности и разработки соответствующих технических регламентов. В отечественных нормативных правовых документах (в Федеральных законах от 21.7.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», от 21.7.1997 N 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», от 31.3.1999 N 69-ФЗ «О газоснабжении в Российской Федерации», от 10.1.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», от 27.12.2002 года N 184-ФЗ «О техническом регулировании», в постановлениях Правительства Российской Федерации от 21.08.00 №613, от 15.04.02 №240, в Методических указаниях по проведению анализа риска опасных производственных объектов РД 03-418-01 и др.) не только регламентируется порядок применения процедуры анализа риска на практике, но и во многом обозначен подход к менеджменту техногенного риска как эффективному этапу в управлении процессом обеспечения безопасности в техносфере. Вместе с тем ряд ключевых вопросов менеджмента техногенного риска, нормирования и оценивания его приемлемости нуждаются в теоретическом обосновании.

Основная цель реально действующей системы обеспечения безопасности на опасном производственном объекте (ОПО) – минимизация аварийности и травматизма, иных негативных техногенных проявлений, отрицательно сказывающихся на качестве и конкурентоспособности производства:

$$\begin{cases} M_{\tau}[Y + Z] \rightarrow \min \\ RE_{\tau} = f(\dots, M_{\tau}[Y + Z], \dots) \geq RE_{\tau}^{\text{lim}} \end{cases} \quad (1)$$

где: $M_{\tau}[Y + Z]$ - математическое ожидание суммы ущербов Y от аварий на ОПО и затрат на обеспечение безопасности Z за определенный период τ ;

$RE_\tau, RE_\tau^{\text{lim}}$ – достигнутая и приемлемая рентабельность производства за этот же период времени.

В процедуре обеспечения безопасной эксплуатации ОПО могут быть выделены по приоритету следующие основные задачи, которые непосредственно связаны с оптимизационным выбором и ранжированием мер предупреждения и ликвидации последствий техногенных происшествий (аварий, несчастных случаев, пожаров, аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, ЧС техногенного характера):

- *Задача 1.* При фиксированных ресурсах Z_τ^{lim} выбрать и реализовать такой набор мер безопасности $\{z_i\}$ из m возможных $\{Z_m\}$, внедрение которого максимально снижает риск техногенного происшествия $R_\tau = M_\tau[Y]$:

$$\begin{cases} \Delta R_\tau = f(\dots, \{z_i\}, \dots) \rightarrow \max_m \\ z_i \leq Z_\tau^{\text{lim}} \\ \{z_i\} \in \{Z_m\} \end{cases} \quad (2)$$

где: ΔR_τ - снижение риска техногенного происшествия при внедрении набора мер безопасности $\{z_i\}$ на ОПО;

z_i – совокупная стоимость внедрения i -ого комплекса мероприятий по обеспечению безопасности;

- *Задача 2.* Минимизировав затратные ресурсы, выбрать такой набор мер безопасности $\{z_i\}$ из m возможных, внедрение которого снижает риск техногенного происшествия R_τ до приемлемого уровня - R_τ^{max} :

$$\begin{cases} z_i \rightarrow \min_m \\ \Delta R_\tau = f(\dots, \{z_i\}, \dots) \leq R_\tau^{\text{max}} \\ \{z_i\} \in \{Z_m\} \end{cases} \quad (3)$$

где обозначения аналогичны приведенным в Задаче 1 (формула (2)).

Как видно, при решении последней задачи возникает необходимость нормирования приемлемого уровня риска техногенного происшествия. В отечественных нормативных документах можно найти отдельные примеры установления требований и рекомендаций приемлемости риска пожаров и аварий, например:

- а) Согласно ГОСТ 12.1.010-76* [1] и ГОСТ 12.1.004-91 [1] вероятность воздействия опасных факторов соответственно взрыва и пожара на людей в течение года не должна превышать 10^{-6} на каждого человека;
- б) В методическом руководстве [1] степень риска аварии «высокая» определяется ожидаемым объемом потерь нефти более 100 т/год или ожидаемым экологическим ущербом более 10 млн. руб. на 1000 км длины магистрального нефтепровода;
- в) Согласно ОПБ-88/97 [1] вероятность тяжелых запроектных аварий не должна превышать 10^{-7} на реактор в год;

- г) Согласно СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003 [1] уровень приемлемого потенциального риска в селитебных зонах, прилегающих к территории действующих ОПО, не должен превышать 10^{-4} в год;
- д) Согласно ГОСТ 12.1.010-76* [1] вероятность возникновения взрыва на любом взрывоопасном участке в течение года не должна превышать 10^{-6} ;
- е) Согласно ГОСТ Р 12.3.047-98 [1] «эксплуатация технологических процессов является недопустимой, если индивидуальный риск больше 10^{-6} или социальный риск больше 10^{-5} ».
- ж) Согласно ПБ 12-609-03 [1] «технические решения при проектировании объектов СУГ должны обеспечивать уровень индивидуального риска возможных аварий при эксплуатации ОПО не более величины 10^{-6} ».

Можно заметить, что в первых четырех примерах - а),б),в) и г) - нормирование приемлемого риска осуществляется по удельным показателям (на одного рискующего, на 1000 км длины, на один реактор, для определенной территории), что позволяет с большей степенью объективности сопоставлять различные ОПО (или меры безопасности на одном ОПО) между собой по показателям риска аварии/пожара, а при необходимости сравнивать риск с приемлемым значением.

В последних же примерах нормирование осуществляется по интегральным показателям - д),е), и безотносительно временного периода рассмотрения - е),ж). Как правило, подобный подход приводит на практике к манипуляциям с подбором размера источника и периода действия опасности для последующего искусственного подстраивания расчетов по оценке риска под некорректные критерии приемлемости [1], и как следствие – к так называемому «комплексному управлению риском» [1].

Вот почему в количественном прогнозе и оценивании приемлемости техногенного риска, важное место должно быть уделено корректному выбору количественных показателей, а также соответствующих методов их прогноза и оценки. Обоснование состава таких показателей следует проводить с учетом следующих основных требований:

- 1) четкий физический смысл и универсальность,
- 2) связь с качеством и продолжительностью функционирования систем «источник опасности – потенциальная жертва»,
- 3) учет всех существенных свойств ее основных компонентов,
- 4) чувствительность к изменению параметров каждого из них,
- 5) возможность оценки объективными методами,
- 6) пригодность к использованию в качестве оптимизируемых параметров, ограничений и критериев оптимизации.

Принимая во внимание приведенные соображения, базовым показателем, наиболее полно характеризующим меру опасности и пригодным для эффективного риск-менеджмента, в частности на ОПО, может служить математическое ожидание $M_{\tau}[Y]$ величины социально-экономического ущерба техногенного характера от возможных в течение определенного времени τ происшествий и непрерывных штатных вредных выбросов.

В качестве *других* показателей, необходимых для оценки результативности функционирования систем как обеспечения безопасности ОПО, так и менеджмента техногенного риска, могут быть следующие:

$Q(\tau)$ – вероятность возникновения хотя бы одного происшествия конкретного типа (авария, несчастный случай и др.) за время τ ,

$M_\tau[Z]$ – ожидаемые в это же время средние затраты на предупреждение и снижение тяжести происшествий и непрерывных вредных энергетических и материальных выбросов.

Учитывая массовый характер проведения однотипных процессов на ОПО, а также наличие централизованной системы сбора информации об аварийности и травматизме, использование выбранных показателей для апостериорной¹ количественной оценки техногенного риска и принятия решения о степени его приемлемости, как правило, не вызывает принципиальных трудностей. Для этого достаточно регистрировать а) интенсивность и длительность проводимых процессов, б) расходы и трудозатраты на обеспечение безопасности, в) количество и тяжесть имевших место происшествий, и затем проводить расчеты по статистическому оцениванию выбранных показателей и сравнивать с их требуемыми или желаемыми значениями.

Значительно сложнее проводить априорную² оценку предложенных показателей, поскольку это требует использования комплекса моделей, связывающих выбранные показатели не только с параметрами конкретных ОПО, представляемыми в качестве человеко-машинных систем, но и окружающей их внешней средой. Для преодоления этих трудностей иногда целесообразно оперировать понятием "средний ожидаемый ущерб" от техногенного происшествия конкретного. С учетом подобных допущений, величина среднего ожидаемого ущерба людским, материальным и природным ресурсам за некоторый период времени τ эксплуатации ОПО, может быть оценена по следующей формуле (по «источнику опасности»):

$$R_\tau = M_\tau[Y] = \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^k Q_{ab}^I Y_{ab}^I + \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^k Q_{ab}^{II} Y_{ab}^{II} + \sum_{v=1}^n Q_v Y_v \quad (4)$$

где: $a=1\dots m$ – число типов возможных техногенных происшествий: авария ($a=1$), несчастный случай ($a=2$), пожар ($a=3$) и т.д. – форм причинения прямого и косвенного ущерба людским, материальным и природным ресурсам;

$b=1\dots k$ – число предполагаемых сценариев возникновения и развития различных типов техногенного происшествия;

Q_{ab}^I, Y_{ab}^I и Q_{ab}^{II}, Y_{ab}^{II} – вероятность возникновения за время τ происшествия конкретного вида и размер обусловленного им прямого (I) и косвенного (II) ущерба соответственно;

$v=1\dots n$ – число видов непрерывных и/или систематических вредных энергетических (шум, вибрация, электромагнитный излучения...) и материальных (опасные и вредные вещества, отходы ...) выбросов при эксплуатации ОПО;

¹ АПОСТЕРИОРИ (лат. a posteriori – из последующего) – знание, полученное из опыта

² АПРИОРИ (от лат. a priori – изначально) – знание, полученное до и независимо от опыта

Q_v, Y_v – вероятности появления за время τ каждого типа непрерывных или систематических вредных выбросов и размеры возможного от них прямого и косвенного ущерба.

В основе другого способа приближенного прогноза среднего ожидаемого ущерба техногенного характера при эксплуатации ОПО лежит рассмотрение возможных зон поражения (объемов пространства или площадей поверхности), в пределах которых располагаются не защищенные людские, материальные и природные ресурсы. Это позволяет оценивать техногенный риск по следующей формуле (по «потенциальным жертвам»):

$$R_\tau = M_\tau[Y] = \sum_{l=1}^3 (Q_l^I \cdot \Pi_l^O \cdot F_l \cdot S_l) + \sum_{l=1}^3 (\Pi_l \cdot F_l \cdot S_l) + \sum_{l=1}^3 Q_l^{II} \cdot Y_l^{II} \quad (5)$$

где Q_l^I – вероятность причинения людским ($l=1$), материальным ($l=2$) и природным ($l=3$) ресурсам прямого (I) ущерба заданной степени тяжести за время τ ;

Π_l^O, Π_l – соответственно площади/объемы зон вероятного и достоверного причинения ущерба людским, материальным и природным ресурсам поражающими факторами внезапных и непрерывных выбросов энергии и/или вещества;

F_l, S_l – средняя плотность и стоимость единицы каждого ресурса в зонах вероятного и достоверного причинения ущерба;

Q_l^{II}, Y_l^{II} – вероятность возникновения косвенного (II) ущерба вследствие появления происшествия конкретного типа, а также непрерывных или систематических вредных выбросов за время τ и возможные средние размеры этого ущерба.

Для прогнозирования параметров каждой из этих двух формул требуется использование совокупности дополнительных моделей и методов, которые с определенной условностью могут быть разделены на три довольно крупных класса.

1. Логико-вероятностные модели, интерпретирующие различные варианты возникновения и развития происшествий в виде диаграмм причинно-следственных связей типа «дерево» («дерево отказа», «дерево событий»), «граф» (поточковый либо состояний и переходов), «сеть» (стохастической структуры – К. Петри или GERT). После дальнейшей формализации они позволяют получать математические соотношения (структурные функции алгебры событий и расчетные вероятностные многочлены), удобные для проведения системного анализа процесса возникновения техногенного ущерба и прогноза техногенного риска (подробнее см. [1]).

2. Аналитические модели: а) параметрические формулы типа полуэмпирического уравнения М. Садовского для перепада давления на фронте воздушной ударной волны при взрыве конденсированного взрывчатого вещества или гауссова модель рассеяния вредных веществ в атмосфере; б) интегральные модели, базирующиеся на законах сохранения массы и энергии, и описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями; в) модели, построенные на представлении параметров состояния или энергомассообмена в их оригинальном виде и реализуемые системами дифференциальных уравнений в частных производных.

3. Методы логико-лингвистического, имитационного, статистического и численного моделирования, основанные на использовании случайных (в том числе, нечетко опреде-

ленных) распределений параметров совокупности различных моделей и учете непрерывно меняющихся факторов человеко-машинных систем и окружающей их среды.

С точки зрения предназначения или области применения, вышеперечисленные модели и методы могут быть распределены по пяти основным этапам причинения техногенного ущерба: 1) возникновение и развитие причинной цепи предпосылок происшествия, необходимых и достаточных для начала неконтролируемого выброса энергии и/или вещества; 2) истечение, 3) распространение и 4) трансформация соответствующих потоков энергии и/или вещества в окружающей среде, 5) воздействие поражающих факторов, обусловленных не контролируемыми потоками энергии и/или вещества, на незащищенные людские, материальные и природные ресурсы.

Наибольший практический интерес для прогноза риска аварий на ОПО представляют модели: а) образования причинной цепи предпосылок аварии, б) источника выброса опасного вещества, в) истечения газообразных, жидких или двухфазных опасных веществ; г) распространения и межсреднего переноса опасного вещества; д) физико-химического превращения опасных веществ с интенсивным энерговыделением и образованием полей поражающих факторов; е) реципиентов поражающих факторов; ж) поражения вида «доза-эффект», з) разрушения искусственных объектов (зданий, сооружений, технических устройств).

Вероятностный характер возникновения техногенных происшествий накладывает вполне определенные ограничения и на саму процедуру оценивания приемлемости техногенного риска. Распространенное в настоящее время формальное сравнение оцененных значений техногенного риска с приемлемым представляется слишком упрощенным и необоснованным [1].

Исходя из общепринятого представления о техногенном риске R_τ как о среднеожидаемых потерях (интегральных или удельных) от техногенных происшествий за время τ (см. формулы (4)-(5) выше), наиболее целесообразным способом принятия решения о приемлемости следовало бы считать соблюдение условия о «накрытии» (с выбранной доверительной вероятностью γ) интервальной оценкой $[R_H, R_B]_\gamma$ величины техногенного риска R_τ , заданного или желаемого значения R_τ^{\max} .

Однако, вследствие достаточно большой дисперсии прогнозных значений R_τ , измеряемой в настоящее время несколькими арифметическими порядками [1,1], обоснованность такого решения не всегда можно признать удовлетворительной. Дело в том, что стандартный доверительный интервал $[R_H, R_B]_{\gamma=0,9}$ также будет оцениваться этим же числом арифметических порядков, а потому и «накроет» все значения R_τ^{\max} из столь широкого диапазона, что совершенно неприемлемо из-за низкой степени достоверности тех решений о приемлемости риска, которые могут быть приняты на основе найденных оценок R_τ .

Учитывая данное обстоятельство, при принятии решений о степени приемлемости техногенного риска целесообразно оперировать не интервальными оценками среднеожидаемых потерь R_τ , а доверительными интервалами $[Q_H, Q_B]_\gamma$ влияющих на риск вероятностей Q_τ появления заранее оговоренных, как правило, наиболее крупных или типичных,

происшествий (например, наиболее опасный и наиболее вероятный сценарий аварии) или причинения при эксплуатации ОПО прямого ущерба конкретной тяжести (например, вероятность гибели человека от аварий, вероятность наступления группового несчастного случая со смертельным исходом, вероятность аварийного разлива нефти от 500 до 1000 т и т.п.).

Дополнительным способом уменьшения дисперсии и сужения доверительных интервалов $[Q_H, Q_B]_\gamma$ и $[R_H, R_B]_\gamma$ может служить введение требования об использовании при оценке техногенного риска минимально необходимого набора методик с четким и однозначным алгоритмом их применения (подобное реализовано, например, в [3,1], и в общем виде в [1,6]). Оценку техногенного риска в этом случае целесообразно проводить с соблюдением принципа «трех единств», т.е. по одной методике, одной и той же рабочей группой (или специалистами сходной квалификации) и при одном и том же источнике постулируемых исходных данных.

Предпочтительность принятия статистических (и последующих управленческих) решений на основе оценок вероятностей техногенных происшествий Q_r с заранее оговоренным ущербом обусловлена тем что: а) стандартные доверительные интервалы $[Q_H, Q_B]_\gamma$ в сотни раз меньше $[R_H, R_B]_\gamma$, б) нормирование техногенного риска путем обоснования приемлемой вероятности появления происшествий с конкретной тяжестью, а не величины причинения ущерба от них, оказывается более строгим и легче воспринимается обществом.

Особо подчеркнем, что предлагаемый авторами способ оценивания техногенного риска по критериям допустимой вероятности происшествий конкретного типа на определенных объектах Q_r , а не социально-приемлемого ущерба $M_\tau[Y]$ от них, не исключает целесообразности заблаговременного прогноза величины последнего. Напротив, использование полученных при этом результатов позволяет оптимизировать менеджмент техногенного риска, несмотря на невысокую достоверность его прогноза в данном случае. А достигается последнее использованием не абсолютных значений подобных оценок, а того – относительного, а значит и более достоверного прогноза их изменения $\Delta M_\tau[Y]$, которое ожидается от совершенствования качества соответствующих человекомашинных систем вследствие внедрения мероприятий (мер обеспечения безопасности), улучшающих свойства их компонентов.

Нормирование техногенного риска невозможно также без обоснования экономической целесообразности выбора и установления того или иного критерия приемлемости (см. формулу (1)).

Как представляется, приведенные выше примеры нормирования риска - а),д),е),ж), по-видимому, совершенно не обоснованы экономически. Значение фоновых показателей техногенного риска обуславливается в основном современным уровнем развития производительных сил. При нормировании техногенного риска фоновые показатели могут рассматриваться только в качестве низшей границы для действующих объектов, а для вновь создаваемых - с использованием определенного коэффициента запаса.

Существующие фоновые показатели техногенного риска могут быть оценены на основе статистических данных об аварийности и травматизме на ОПО, пожарах, дорожно-транспортных происшествиях, чрезвычайных ситуациях и других техногенных происшествиях.

Ниже в таблице 1 представлены данные о некоторых фоновых удельных показателях риска гибели людей на опасных производственных объектах, полученные на основании официальных данных Госгортехнадзора России.

Таблица 1

Некоторые фоновые показатели риска гибели людей на опасных производственных объектах

Отрасль промышленности, поднадзорные объекты	Удельный показатель риска гибели людей на единицу произведенной продукции /масштаба производства		
	размерность	в аварии (по данным за 2000-2003 гг.)	в аварии или НС (по данным за 1994-2003 гг.)
Угольная промышленность	чел/год/млн. т добытого угля	$(6,56 \pm 5,15) \times 10^{-2}$	$(5,82 \pm 2,29) \times 10^{-2}$
Горнодобывающие производства	чел/год/млн. м ³ добытой горной массы	$(4,25 \pm 1,43) \times 10^{-3}$	$(7,47 \pm 1,04) \times 10^{-2}$
Нефтедобывающие производства	чел/год/млн. т добытой нефти	$(1,04 \pm 0,39) \times 10^{-2}$	$(7,51 \pm 1,38) \times 10^{-2}$ *)
Газодобывающие производства	чел/год/млрд. м ³ добытого газа	$(2,56 \pm 0,96) \times 10^{-3}$	$(5,27 \pm 4,05) \times 10^{-3}$ *)
Магистральный трубопроводный транспорт	чел/год/тыс.км общей протяженности магистральных трубопроводов	$(1,30 \pm 0,49) \times 10^{-2}$	$(3,04 \pm 0,702) \times 10^{-2}$ **)
Химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность	чел/год/млн. т общего объема производства	$(3,47 \pm 3,42) \times 10^{-2}$	$(9,94 \pm 3,30) \times 10^{-2}$
Металлургическая промышленность	чел/год/млн. т общего объема производства	$(6,08 \pm 0,33) \times 10^{-3}$	$(2,15 \pm 0,706) \times 10^{-1}$
Котельные установки, сосуды высокого давления, трубопроводы пара и горячей воды	чел/год/тыс.шт. общего числа установок	$(2,7 \pm 0,1) \times 10^{-3}$	$(1,17 \pm 0,702) \times 10^{-2}$ ***)
Объекты подъемных сооружений	чел/год/тыс.шт. общего числа сооружений	$(1,98 \pm 0,35) \times 10^{-2}$	$(1,54 \pm 0,136) \times 10^{-1}$
Объекты газоснабжения	чел/год/тыс.км общей протяженности подземных газопроводов	$(3,07 \pm 0,06) \times 10^{-3}$	$(3,52 \pm 1,15) \times 10^{-2}$

*) по данным за 1992-2003 гг.

**) по данным за 1998-2003 гг.

***) по данным за 1997-2003 гг.

Анализа полученных оценок показывает, что риск гибели людей в аварии на ОПО, как правило, в несколько раз меньше риска гибели при несчастном случае на ОПО: доля погибших в авариях на ОПО по данным за 2000-2003 гг. составляет $0,1 \pm 0,05$ от общего несчастных случаев со смертельным исходом. Кроме того, в последние четыре года для большинства промышленных отраслей наблюдается относительная стабильность удель-

ных (на масштаб производства) показателей риска гибели людей в авариях на ОПО, что проиллюстрировано ниже на рис.1.

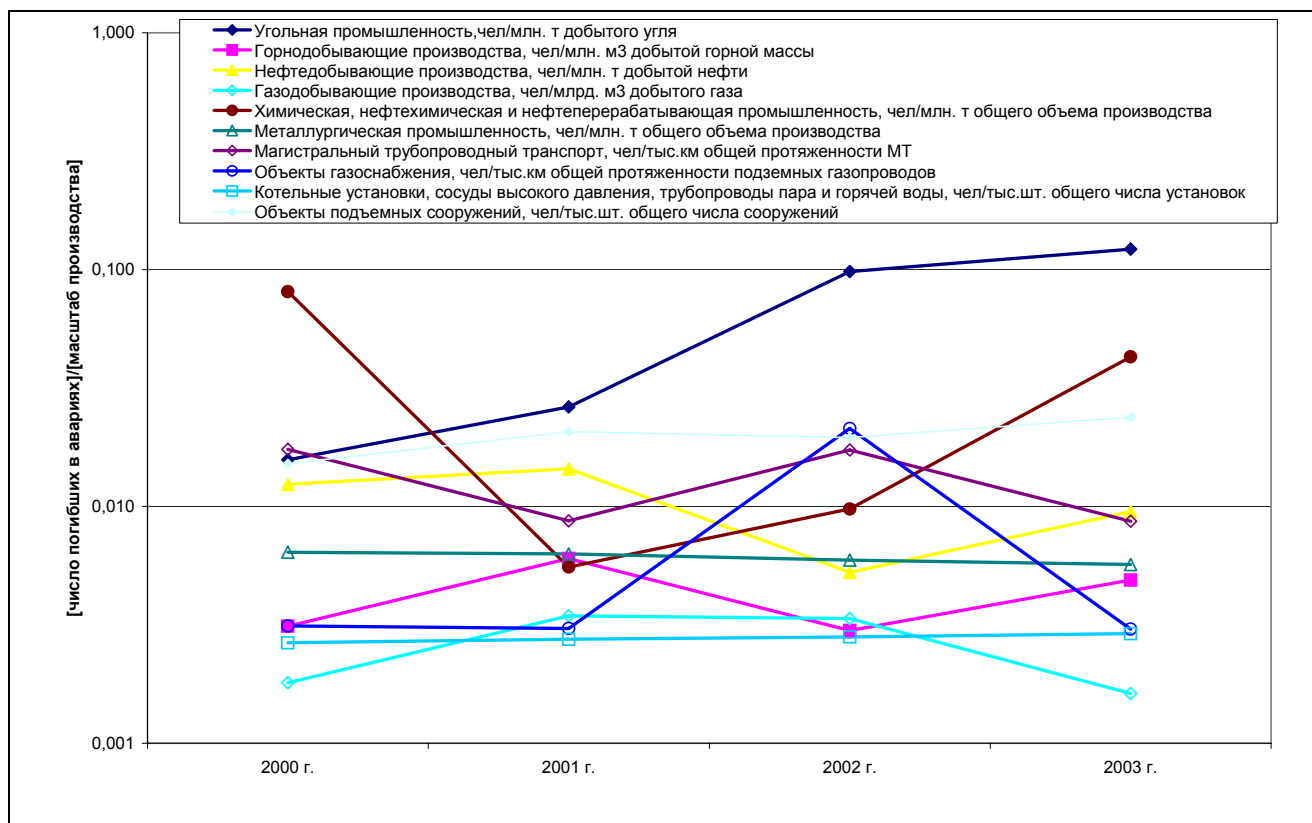


Рис. 1. Динамика удельных показателей риска гибели за год людей в авариях на опасных производственных объектах за период 2000-2003 гг.

В таблице 2 представлены результаты оценок фоновых показателей среднего индивидуального риска гибели человека в типичных техногенных происшествиях, полученные на основе официально опубликованных статических данных об аварийности и травматизме на ОПО, дорожно-транспортных происшествиях, пожарах и чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации за 2000-2003 гг.

Таблица 2

Фоновые показатели риска гибели человека в техногенных происшествиях					
Риск гибели человека в:	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	В среднем за 2000-2003 гг.
ДТП, год ⁻¹	2,05x10 ⁻⁴	2,14x10 ⁻⁴	2,29x10 ⁻⁴	2,45x10 ⁻⁴	(2,23±0,17)x10 ⁻⁴
Пожаре, год ⁻¹	1,13x10 ⁻⁴	1,27x10 ⁻⁴	1,37x10 ⁻⁴	1,33x10 ⁻⁴	(1,27±0,11)x10 ⁻⁴
ЧС ^{*)} , год ⁻¹	7,9x10 ⁻⁶	8,6x10 ⁻⁶	1,48x10 ⁻⁵	8,0x10 ⁻⁶	(9,9±3,3)x10 ⁻⁶
Аварии или НС на ОПО, год ⁻¹	3,2x10 ⁻⁵	3,1x10 ⁻⁵	2,6x10 ⁻⁵	2,7x10 ⁻⁵	(2,9±0,3)x10 ⁻⁵

^{*)} все ЧС: природного, техногенного и биолого-социального характера, террористические акты.

Как видно из табл.2 наименьший риск гибели человека в техногенных происшествиях достигается при возникновении ЧС (до 6,6x10⁻⁶ год⁻¹), а наибольший – при ДТП (до 2,4x10⁻⁴ год⁻¹). По формальному же определению большинство ДТП и пожаров – есть ЧС

техногенного характера, а различие значений риска для этих происшествий более чем в 100 раз объясняется, по-видимому, несовершенством сбора статистических данных о ЧС техногенного характера и нечеткими критериями ЧС (подробнее см. в [1]).

Хотя фоновый риск гибели человека в пожаре на сегодняшний день в России достигает величины $1,38 \times 10^{-4}$ год⁻¹, однако, согласно проекту общего технического регламента «Пожарная безопасность. Общие положения» (опубликован на веб-сайте www.vniipo.ru), «пожарная безопасность жилого здания, общественного здания или сооружения считается обеспеченной», если «расчетное значение вероятности воздействия на человека опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, меньше 10^{-6} год⁻¹». Следует отметить, что в большинстве своем гибель людей происходит при пожарах в жилых и общественных зданиях, поэтому для выполнения требований данного проекта технического регламента необходимо обеспечить, в том числе, и снижение числа погибших в пожарах более чем в 130 раз - с нынешних 19275 чел/год (по данным за 2003 год) до 145 чел/год. Без надлежащего экономического обоснования решение такой гуманной задачи может привести либо к утрате конкурентоспособности отечественной экономики (см. формулу (1)) со всеми вытекающими негативными последствиями, либо свестись к банальным манипуляциям с «расчетным значением вероятности» (см. подробнее [1,1,1,1,1]).

Таким образом, при оценивании и нормировании техногенного риска следует принимать во внимание следующие основные принципы:

- Приоритетность нормирования удельных показателей техногенного риска (индивидуальный риск гибели работника и третьего лица, ожидаемый ущерб на единицу произведенной продукции, масштаб производства и др.) над интегральными (коллективный/социальный риск гибели персонала, общий ожидаемый ущерб, вероятность аварии или несчастного случая на ОПО и др.)
- Целесообразность нормирования вероятностей 1) появления наиболее крупных/типичных техногенных происшествий или 2) причинения прямого ущерба конкретной тяжести (гибель человека при аварии, аварийный разлив нефти от 500 до 1000 т и др.). При принятии решений о степени приемлемости техногенного риска следует оперировать не точечными оценками среднеожидаемых потерь, а достоверными интервалами вероятностей появления наиболее крупных и/или типичных техногенных происшествий или возникновения определенного прямого ущерба.
- Наличие и использование четкого и однозначного алгоритма оценки техногенного риска с соответствующими допущениями и исходными данными (соблюдение принципа «трех единств»: по одной методике, одной и той же рабочей группой или специалистами сходной квалификации, и при одном и том же источнике постулируемых исходных данных).
- Нормирование показателей техногенного риска с учетом фоновых значений и экономической эффективности установления более жестких критериев приемлемости. Основным методом нормирования показателей риска появления техногенного ущерба

ба следует считать оптимизацию по минимуму суммарных социально-экономических издержек от объективно существующих в отрасли опасностей, а ограничениями – соответствующие показатели наиболее благополучных стран и фоновые отечественные значения.

- Целесообразность внедрения критериев приемлемого риска в документы рекомендательного характера (стандарты, методические документы)

Предложенная авторами концепция прогноза, оценивания и оптимизации техногенного риска может быть использована при разработке интегрированной системы менеджмента техногенного риска в организации, осуществляющей эксплуатацию ОПО.

Литература

1. ГОСТ 12.1.010-76* (СТ СЭВ 3517-81) Взрывобезопасность. Общие требования
2. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования
3. РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах». Утв. ОАО «АК «Транснефть», пр. от 30.12.99 № 152, согл. Госгортехнадзором России 07.07.99 №10-03/418.
4. ОПБ-88/97. «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (утв. Госатомнадзором России)
5. СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ»
6. ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля
7. ПБ 12-609-03. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы. (утв. пост. Госгортехнадзора России от 27.05.03 №40, зарег. Минюстом России 19.06.03 №4777)
8. Лисанов М.В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N05. - С.11-14.
9. Гражданкин А.И., Печеркин А.С. О влиянии «управления комплексным риском» на рост угроз техногенного характера//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N03. - С.38-42.
10. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. М. Академия. 2003 . – 512 с.
11. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Высш. шк., 1998. – 576 с.: ил.
12. S. Gadd, D. Keeley, H. Balmforth. Good practice and pitfalls in risk assessment. – Health & Safety Laboratory. – Research Report 151. – HSE Book. – 2003
13. Lauridsen, K.; Kozine, I.; Markert, F.; Amendola, A.; Christou, M.; Fiori, M., Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments. The ASSURANCE project. Final summary report. Ris0-R-1344(EN) (2002) 49 p. (<http://www.risoe.dk/rispubl/SYS/ris-r-1344.htm>)
14. Гражданкин А.И. Управление риском: миф или реальность//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N01. - С.48-49.
15. Гражданкин А.И. Оценка техногенного риска: техническое регулирование, стандартизация, критерии приемлемости//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N07. - С.48-49.
16. Гражданкин А.И., Лисанов М.В. Анализ результатов оценок риска аварий, представленных в декларациях промышленной безопасности опасных производственных объектов//Семинар «Об опыте декларирования промышленной безопасности и страхования от-

ветственности. Развитие методов оценки риска аварий на опасных производственных объектах». 14-15 октября 2003 года: Тезисы докладов/Колл. авт. – М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – С.29-35