

10. Дегтярев Д.В., Печеркин А.С. Проблемы методологии оценки социального риска. Применение формулы Бернулли// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 11. — С. 50–53.

11. Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами обязательных требова-

ний пожарной безопасности: утв. приказом МЧС России от 1 октября 2007 г. № 517; в ред. приказов МЧС России от 14.11.2008 № 688, от 22.03.2010 № 122.

12. Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: утв. приказом МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375. — М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2012. — Сер. 19. — Вып. 4.

pecherkin@safety.ru

УДК 658.012:331.461

© М.В. Лисанов, Е.В. Ханин, С.И. Сумской, 2012

# О регулировании промышленной безопасности по количественным критериям допустимого риска



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



**Е.В. Ханин,**  
ст. науч. сотрудник



**С.И. Сумской,**  
канд. техн. наук,  
ст. науч. сотрудник

ЗАО НТЦ ПБ

АНО «Агентство  
исследований  
промышленных  
рисков»

Выполнен анализ предложений по регулированию промышленной безопасности с помощью количественных критериев допустимого (приемлемого) риска. Выявлены принципиальные недостатки предложенного методического и информационного обеспечения, связанные с упрощенным подходом к моделированию аварийных процессов, отсутствием достоверной исходной

Совершенствование федерального законодательства в области промышленной безопасности [1], внедрение федеральных норм и правил, риск-ориентированного подхода в обеспечении безопасности с учетом проблемы избыточной нагрузки на предпринимателя требуют широкого участия бизнес-сообщества. Так, на совещаниях в Ростехнадзоре неоднократно обсуждали предложения представителей ОАО «Газпром нефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Сибур» и других компаний по альтернативному подходу к регули-

информации и методик анализа отказов и событий, предшествующих разгерметизации и выбросу опасных веществ.

**Вывод:** проведение количественной оценки риска — необходимое, но не достаточное условие для обоснования промышленной безопасности опасных производственных объектов химической и нефтегазовой отрасли.

*The analysis of proposals is made pertaining to the industrial safety regulation using acceptable (tolerable) risk criteria. Principle disadvantages are identified concerning the proposed methodical and information support related to the simplified approach to emergency processes modeling, lack of reliable basic information and methods of analysis of failures and events preceding depressurization and hazardous substances.*

*Conclusion: performance of quantitative risk assessment — required but not sufficient condition for the substantiation of industrial safety of chemical and oil and gas industry hazardous production facilities.*

**Ключевые слова:** риск, критерии, авария, требования безопасности, методика, расчет.

рованию промышленной безопасности [2–5]. Цель предложений — позволить предпринимателю (владельцу объекта, эксплуатирующей организации) отказаться от соблюдения действующих норм и правил безопасности, если расчетом будет доказано выполнение количественных критериев приемлемого (допустимого) риска.

Попытки внедрить количественную оценку риска (КОР) и ее критерии в качестве, если не единственного, то основного, метода для обоснования безопасности через российские федеральные за-

коны или нормы в области промышленной безопасности за последние 20 лет предпринимались неоднократно, но каждый раз неудачно (за исключением документа [6]). Основные причины известны: несовершенство методик, связанное с упрощением реальных аварийных процессов в применяемых моделях, и отсутствие достоверной информации, необходимой для практических расчетов.

Близкий аналог такого подхода в России — система обеспечения пожарной безопасности, использующая расчеты и нормативные критерии допустимого пожарного риска, но с одной существенной оговоркой — отступление от норм закона № 123-ФЗ [6] не допускается даже путем разработки специальных технических условий, а расчеты пожарного риска принимаются во внимание только в случаях отступления от подзаконных актов (своды правил, стандарты и др.).

Идея разработать адекватный математический аппарат для объективной оценки безопасности остается одной из самых привлекательных в научном и практическом плане. Но вера в исключительную значимость КОР — массовое заблуждение начинающих экспертов, менеджеров в области промышленной безопасности, некая детская болезнь «левизны» в риск-менеджменте, симптомы которой проявляются в прямолинейной тактике достижения цели [7].

Привлекательность процедуры КОР, включающей расчеты показателей риска и сравнение их с количественными критериями приемлемости, обусловлена еще и чисто теоретической возможностью решения сложных проблем более простым и ясным способом, да к тому же имеющим научную основу. В этом случае появился бы объективный инструмент для принятия управленческих решений, основанный на сравнении различных по технологии объектов и видов деятельности по единому критерию безопасности. С помощью КОР можно было бы рассчитать не только риск аварий и пожаров, страховые тарифы, но и устранить излишний надзор и иные затратные процедуры, связанные с обеспечением безопасности, тем самым повысить эффективность бизнеса, укрепить позитивный имидж компании и, в конце концов, побороть коррупцию. Но как это реализуется на практике?

Анализ зарубежного опыта показывает многообразие законодательных, нормативных и методических документов по регулированию безопасности в разных странах и компаниях. Общий фактор — экономическая заинтересованность большинства зарубежных компаний в промышленной безопасности, так как любая авария связана не только с прямой утратой имущества, выплатой ущерба, но и с риском потери репутации, падением курса акций, ухудшением условий страхования и т.д. Для зарубежных законов, норм и правил надзорных органов характерны общие (функциональные) требования. Детальные, в том числе количественные (предпи-

сывающие [2]), требования изложены в стандартах, разработка которых, как правило, финансируется заинтересованными компаниями. При этом количественные критерии приемлемого риска устанавливаются в основном не в законодательных документах, а именно в стандартах компаний и взаимосвязаны с методическим, в том числе информационным (в виде баз данных по надежности, аварийности), обеспечением процедуры анализа риска. Опыт работы в совместных нефтегазовых проектах и общение с зарубежными коллегами позволяют сделать однозначный вывод: ни одна зарубежная компания при проектировании химических и нефтегазовых объектов не ограничивается результатами КОР (QRA), а дополняет ее рядом исследований, в том числе с помощью методов качественного анализа (HAZID, HAZOP, HAZAN, определение SIL и др.).

Собственно, необходимость комплексного подхода к риск-менеджменту отражена и в нормативной базе Ростехнадзора (РД 03-418—01, РД-03-14—2005), и принимаемых в большом числе национальных стандартах (ГОСТ ИСО 17776—2010, ГОСТ Р 54141—2010, ГОСТ Р 51901.1—2002, ГОСТ Р 51901.11—2005 и др.). В отношении QRA в международном стандарте ИСО 17776—2010 [8] указано: «Опыт показывает, что *человеческий фактор является одной из главных причин* опасных событий и в настоящее время этот фактор не учитывают в большинстве методов QRA. Например, трудно с большой точностью прогнозировать частоту утечек газа на основе объема или вида работ, выполняемых на установке в конкретное время. Таким образом, обычно *нецелесообразно использовать QRA как единственный метод*, используемый при принятии решения по выбору альтернативных вариантов эксплуатации и строительства» (курсив — авторов статьи).

Влияние субъективизма при расчетах иллюстрирует зарубежный эксперимент по оценке риска хранилища аммиака семью независимыми организациями, результатом которого стал разброс расчетов по основным показателям риска более чем в два порядка [9, 10].

Но может быть авторы альтернативных предложений разработали принципиально новую методологию КОР, лишенную недостатков всех действующих и будущих методик? С этой целью рассмотрим основные положения методического обеспечения альтернативных предложений, изложенные в виде приложения 4 «Методика расчета индивидуального риска для работников производства и населения (рекомендуемая)» [11] к проекту правил [3], и результаты его применения, представленные в отчете [4, 5]. Следует сразу отметить полное отсутствие прозрачности предлагаемой методики [11] и результатов отчета, о которой заявлено авторами. Если рассматриваемый материал был бы направлен на экспертизу промышленной безопасности, то ос-

новым замечанием было бы его несоответствие п. 6 РД 03-418—01\* в части оформления и обоснованности результатов и невозможности проверки правильности расчетов. Но в данном случае важным является не столько выявление ошибок в расчетах, опечаток, сколько анализ принципиальных положений предлагаемых материалов. Основные замечания и комментарии к ним представлены ниже.

*Необоснованность вывода о преимуществе КОР перед другими методами*

Прежде чем начать рассмотрение методики [11] и ее реализации в отчете [4, 5], следует отметить, что идея чисто теоретического (расчетного) обоснования тех или иных решений не вызывает принципиальных возражений, но его можно считать реалистичным и использовать в практической области только при выполнении нескольких основных условий:

достоверность начальных данных и всех численных параметров расчета;

однозначность вычислительных процедур, исключающая получение разных конечных результатов при одинаковых начальных данных;

приемлемая точность и надежность используемых моделей и расчетных методов;

отсутствие сильной зависимости конечных результатов от начальных данных.

В большинстве областей приложения чисто расчетных технологий (математического моделирования) ответы на эти вопросы проработаны достаточно четко. В расчетах конкретных зданий, сооружений и строительных конструкций (прочностные расчеты), летательных аппаратов (аэродинамические расчеты), энергетических и двигательных установок (расчеты режимов работы) всегда имеются однозначные начальные данные и процедуры расчета, существует понимание того, как изменение начальных условий влияет на конечные результаты, разработаны подходы к оценке достоверности и точности получаемых результатов. При необходимости в расчеты может закладываться и определенный коэффициент запаса. Понятно, что при этом естественным образом вырисовываются и границы применимости соответствующего расчетного подхода. Например, очевидна важность и необходимость метеорологических расчетов для предсказания погоды. Имеются соответствующие, достаточно разумные математические модели, позволяющие с хорошей точностью предсказать погоду на несколько дней вперед. Но никому и в голову не приходит делать по этим моделям прогноз погоды в конкретном месте на 200–300 дней вперед. Хотя такой прогноз и будет математически строг, ценность его — нулевая.

К сожалению, в практике КОР аварий на опасных производственных объектах (ОПО), в том чи-

сле при разработке деклараций промышленной безопасности, зачастую возникают ситуации, подобные прогнозу погоды на 300 дней вперед: расчет выполнен в рамках строгого математического аппарата, но его ценность — нулевая. Более того, практические решения, принятые на основе такого расчета, могут привести не к снижению риска, а к совершенно обратному результату — к усугублению последствий аварий.

Каким же образом выполняются вышеозначенные условия в рассматриваемых материалах [3–5, 11], основанных на убеждении, что все можно рассчитать?

Приведем лишь один пример из методики [11]. В п. 3.2.19 предлагается использовать некий поправочный мультипликативный коэффициент для определения частоты событий: «Поправочный мультипликативный коэффициент для каждого типа оборудования (либо конкретной единицы оборудования) может быть установлен в диапазоне 0,1 до 10 к рекомендуемой частоте...». Далее в п. 3.2.20 говорится о том, что «обоснование величины коэффициента должно быть представлено в Отчете по анализу риска», т.е. в зависимости от опыта и предпочтений эксперта полученный разными исполнителями результат может отличаться на два порядка.

Если по поводу первых двух условий, связанных с начальными данными, специалистами ведется дискуссия, то в части оценки точности и достоверности КОР, а также выявления факта существенной зависимости конечных результатов КОР от начальных данных ситуация иная. Действительно, одно из главных требуемых свойств численного решения той или иной задачи — сходимость результатов к точному решению. Так вот, сходимость решений при расчетах показателей риска на практике вообще не обсуждается. Как нельзя лучше иллюстрирует этот факт методика [11], в которой имеется приложение 5 «Методы оценки достоверности и точности результатов анализа риска», авторы которого, очевидно, просто не понимают, что такое точность и достоверность результатов, полученных расчетным путем. В математике точность определяется как степень совпадения полученного решения с точным, если таковое существует. Отличие от точного решения характеризуется ошибкой. Поэтому в данном разделе должны описываться методы, позволяющие сделать вывод, что ошибка расчета составляет столько-то (к примеру, 10 %). Это стандартный подход, и он реализуется в любой работе, претендующей на научную достоверность. Так, при вычислении давления во фронте ударной волны по тому или иному методу определяется ошибка в расчете этой величины по сравнению с имеющимися точными решениями. После этого делается вывод о точности того или иного метода расчета. В методике [11] нет даже намека на что-нибудь похожее. Цель так называемых методов анализа достовер-

\* РД 03-418—01, содержащий методологию и порядок проведения анализа риска, основан на зарубежных документах: IEC 60300-3-9:1995; ISO-17776:2000; ISO 3100; 29 CFR 1910/119 и др.

ности и точности заявлена весьма нетрадиционно: «...снизить избыточный консерватизм, связанный с использованием «перестраховочных» методик и нормативных требований». После такого анализа точности по-прежнему нет никакой уверенности, что получены правильные (достоверные) значения и расчеты выполнены с достаточной точностью.

В свете сказанного становится очевидной необоснованность вывода о предпочтении метода КОР для оценки безопасности действующей установки АТ-ВБ по сравнению с любыми другими методами, сделанного в отчете [4]. Этот вывод также противоречит зарубежной и российской практике анализа риска, например рекомендациям РД 03-418—01 (прил. 2, табл. 2), СТО Газпром 2-2.3-400—2009 (прил. Б, табл. Б.1). На практике выбор методов, каждый из которых имеет свою область применимости, определяется целями, задачами и условиями проведения работ по анализу риска (РД 03-418—01, п. 5).

*Недостаточность одного показателя риска для оценки безопасности*

В методике [11] приведены следующие положения:

«1.1.1. Мерой успеха совокупности всех решений/мероприятий по предотвращению аварий и смягчению последствий аварии в случае, если она все же произошла, является индивидуальный риск смертельного травмирования людей, как вид необратимых (невосполнимых) потерь от аварий...»<sup>1</sup>;

«4.4.7. В случае не превышения рассчитанных величин индивидуального риска установленных критериев приемлемости риска, пределы безопасной эксплуатации считаются подтвержденными...».

Фактически вся оценка безопасности объекта увязывается с единственной численной величиной — индивидуальным риском гибели человека, допустимое значение которого определено как  $5 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup> — для персонала и  $5 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup> — для населения.

Не обсуждая сомнительность указанных значений, отмеченную в работе [12], а также их несоответствие критериям закона [6], рассмотрим саму идею возможности сведения оценки безопасности к одному показателю.

По сути, в такой показатель сводятся все опасности, связанные с гибелью людей. На практике рассчитывается показатель, основанный на осреднении не только индивидуального риска конкретных людей или их групп, но и массы иных факторов, например времени пребывания человека в опасной зоне. Природа и структура таких осредненных показателей не позволяет увидеть детальной картины, вывить весь спектр опасности.

Приведем пример. Пусть имеется некая точка с известным временем пребывания в ней человека и

значением потенциального риска в этой точке. Тогда индивидуальный риск может быть определен путем перемножения потенциального риска на долю времени пребывания рискующего человека в этой точке (условная вероятность). Если рассчитанное значение среднего индивидуального риска слишком велико, то в качестве одной из мер его уменьшения можно предложить сокращение времени пребывания человека в этой точке. Понятно, что таким способом возможно уменьшить средний индивидуальный риск до приемлемого значения. Но если рассмотреть ситуацию подробнее и взять случай, когда сам факт появления опасности обусловлен нахождением в этой точке человека (например, выброс при выполнении сливоналивных операций, которые проводит этот человек), то несложно понять, что при неизменной частоте возникновения опасности на одну операцию реальный риск для человека не изменился. Изменился рассчитанный средний индивидуальный риск, это изменение целиком достигается путем выбора способов расчета и осреднения. Более того, логично предположить, что сокращение времени пребывания человека в данной точке потребует ускорения его действий по проведению соответствующих работ (в нашем случае работник должен ускорить свои действия по выполнению операций), что может повысить частоту аварий на одну операцию, т.е. потенциальный риск возрастет.

Кроме того, предлагаемый подход рассматривает, и при этом в неполной форме, лишь единственный объект негативного воздействия — человека (точнее его гибель). Для оценки промышленной безопасности этого явно недостаточно. Важны и иные показатели, в том числе не связанные напрямую с гибелью и травмированием людей, но приводящие к нарушению состояния жизненно важных интересов личности и общества. Аварии могут приводить к катастрофическим загрязнениям окружающей среды или большому косвенному ущербу, который затрагивает не только бизнес (даже если он в состоянии покрыть ущерб), но и общество. Так, при всей трагичности аварии на платформе в Мексиканском заливе в 2010 г., мировой резонанс она вызвала не потому, что погибли люди, а из-за колоссального загрязнения. Или другой пример: крупная авария в ОАО «Оренбурггазпром» в 2004 г. привела к недопоставке гелия для медицинских целей. Именно поэтому документы Ростехнадзора (РД 03-418—01, РД-03-14—2005, РД 03-496—02), ОАО «Газпром» (СТО Газпром 2.2.3-351—2009, СТО Газпром 2.2.3-400—2009), ОАО «АК «Транснефть» (РД-13.020.00-КТН-148-11), декларации промышленной безопасности предусматривают необходимость оценки риска, связанного не только с гибелью одного человека, но и группы людей, нанесением материального и экологического ущерба.

Сомнительность использования показателя индивидуального риска для единой оценки состояния

<sup>1</sup> Нельзя не отметить циничность п. 1.1.1, в котором факт смертельного травмирования людей лингвистически увязывается с выражением «мера успеха».

промышленной безопасности можно проиллюстрировать следующим примером. Согласно предлагаемому подходу получается, если в некотором месте по расчетам постоянное проживание невозможно, то возможно, например, размещение объектов с постоянной ротацией пребывающих там людей, т.е. жить нельзя, но отдыхать можно. И вместо жилых зданий можно разместить, например, санаторий или лагерь отдыха для детей. Итог в обоих случаях один: при аварии погибнет одно и то же число людей, хотя во втором случае частота этой гибели может получиться ниже допустимой за счет малой доли времени пребывания индивидуума в зоне риска. Такая же ситуация возможна при размещении ОПО вблизи дороги. Несмотря на высокую частоту аварии с гибелью людей на дороге, индивидуальный риск гибели конкретного или «осредненного» пассажира может быть очень мал (вследствие его редкого появления на дороге) даже при самом интенсивном движении.

### *Неполный анализ опасностей*

Все сценарии предлагаемой методики [11] анализируются исключительно начиная с инициирующего события — разгерметизации оборудования с последующим выбросом опасных (углеводородных) веществ (п. 3.4 отчета [4]). Фактически, это вероятностный анализ последствий аварийных выбросов. Именно для таких расчетов в отчете [4] приведена зарубежная статистика разгерметизации оборудования как события, инициирующего последующую аварию, и связанных с ней характеристик аварийных выбросов<sup>1</sup>, дополненная в табл. 5.10-1 обобщенными причинами разгерметизации, в основном на морских объектах и магистральных газопроводах.

Тем самым из анализа риска искусственно исключается целая область событий, явлений, приоритетных в обеспечении безопасности, согласно п. 4.5.5 РД 03-418—01, знание которых необходимо для обоснования мер по предупреждению аварий. Такой подход не дает возможности проанализировать:

сценарии аварий, при которых инициирующие аварию события не связаны с разгерметизацией оборудования (аварии, вызванные внутренними взрывами в аппаратах, переполнением емкости, статическим электричеством, отказами систем подачи топлива, поджига печей, противоаварийной защиты, нарушением правил ведения огневых работ)<sup>2</sup>;

влияние человеческого фактора, в том числе ошибки оператора, терроризм<sup>3</sup>.

Примером может служить авария, происшедшая 25 мая 2010 г. на Омском НПЗ (ОАО «Газпром нефть»). Анализ акта расследования Ростехнадзора

показал, что причиной данной аварии, не сопровождавшейся изначально разгерметизацией оборудования, была следующая цепь событий: после отказа системы электроснабжения последовал отказ в системе водоснабжения, далее — отказ системы охлаждения воздушных компрессоров и их остановка, прекращение подачи воздуха в систему контрольно-измерительных приборов (КИП), падение давления в системе КИП и закрытие клапанов-отсекателей на линии подачи топливного газа в печь при отсутствии блокировки по остановке печи при аварийном падении давления воздуха, отключение оператором системы противоаварийной автоматической защиты, отсутствие действий по закрытию ручной арматуры на линии подачи топливного газа в печь, образование топливно-воздушной смеси и, наконец, взрыв в печи. Особенность аварии — наложение многочисленных отказов оборудования, ошибок персонала, организационных и технических причин еще до выброса топливного газа. Такие аварии не могут быть адекватно проанализированы с помощью деревьев событий и просчитаны по методике [11]. Пример упрощенного подхода к анализу событий при оценке вероятности аварии в печи представлен на рис. 1. Конечно, при настойчивости в зарубежных базах данных, наверное, можно найти статистику аварий на печах, значения частоты прогара змеевика, погасания пламени горелок, но что это даст для предупреждения аварий на конкретной установке? Вывод о соответствии критериям риска? Реальные меры для повышения безопасности таких установок можно обосновать лишь при использовании деревьев отказов, применении метода HAZOP или иных методов и участии опытных специалистов, причем для этого совсем необязательно рассчитывать индивидуальный риск. Но именно методика [11] с деревьями событий, как на рис. 1, и применялась для обоснования необязательности выполнения предписания Ростехнадзора о необходимости установки дежурных (пилотных) горелок, оборудования рабочих горелок сигнализаторами погасания пламени, средствами автоматической подачи водяного пара в топочное пространство и зону змеевиков при прогаре труб, а также средствами автоматического отключения подачи сырья и топлива при авариях в системах змеевиков печей П-1, П-2, П-3, П-4 (пп. 47—49 табл. 2.2-1 отчета [5]).

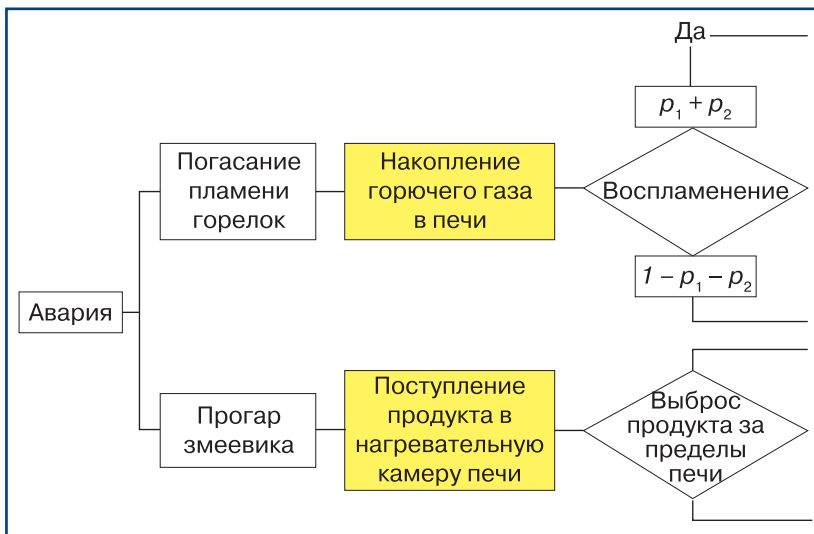
Формальный анализ причин аварии, происшедшей на принадлежащем ОАО «Газпром нефть» объекте, можно рассматривать и как признак слабой эффективности системы управления промышленной безопасностью.

По деревьям событий, приведенным в методике [11] и отчете [4], можно сделать множество замечаний, но, учитывая ограниченный объем статьи, остановимся только на некоторых:

<sup>1</sup> Эти данные также представлены в Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утв. приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404.

<sup>2</sup> Наиболее подходят для этого логико-вероятностные методы (деревья отказов), но в практике промышленной безопасности не применяются из-за недостатка исходной информации.

<sup>3</sup> На практике анализируются исключительно качественными (экспертными) методами.



▲ Рис. 1. Пример упрощенного подхода к анализу событий при оценке вероятности аварии в печи (фрагмент рис. 5.12.1-5 из отчета [4])

не учтено возникновение в конечных событиях совместных процессов (пожар-вспышка, пожар пролива);

отсутствуют целые группы негативных эффектов (токсическое воздействие, отравление продуктами горения, поражение осколками, образование гидродинамической волны, вскипание придонной воды в горящих резервуарах, внутренние взрывы в помещениях, химических реакторах и др.);

не принимаются во внимание срабатывание противоаварийной защиты, наличие обвалований, действия по локализации и ликвидации аварии, тип резервуаров, трубопроводов и т.д.

Кроме этого, в материалах нет сведений об учете при расчетах диагностических данных, об оценке остаточного ресурса, о результатах экспертиз промышленной безопасности технических устройств, зданий и сооружений. Очевидно, что предлагаемый подход позволит при желании обосновать не только безопасность при почти любых выявленных нарушениях норм, но и отказ от обучения персонала, диагностики и иных мер, которые, как правило, невозможно учесть в расчетах.

*Отсутствие заявленной компьютерной модели безопасности*

Предлагаемая модель безопасности установки [4] — не что иное, как результат применения обычных информационных технологий, широко используемых при проектировании, а также типичного компьютерного представления данных с технологическими параметрами и координатами стационарных элементов объекта (здания, сооружения, оборудование) установки АТ-ВБ. Описание алгоритма автоматизации, протоколов промежуточных и конечных результатов расчета показателей риска, как это принято для компьютерных программ по оценке риска, не приводится. Цели и возможности использования компьютерной модели

для расчетов индивидуального риска в отчете [4] не представлены.

*Непонимание методов анализа опасностей HAZID, HAZOP*

В отчете [4] на рис. 3.2-1 и при описании процесса II указано, что результаты HAZID (HAZOP) напрямую используются для «формирования набора инициирующих событий», причем «результатом идентификации опасностей, связанных с углеводородными/химическими веществами, является перечень оборудования установки, включающий в себя сведения для каждой единицы оборудования по наименованию, индексу по технологической схеме, типу, размерам и расположению, параметрам технологических сред, объему хранения опасного вещества...». Такая задача не соответствует

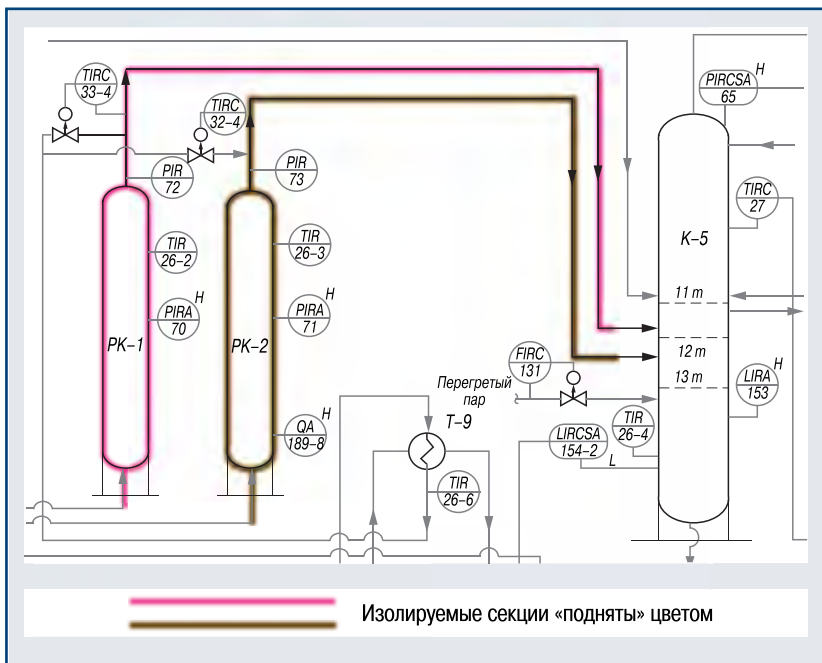
практике и методологии HAZID (HAZOP), имеющим самостоятельное направление при анализе опасностей, при котором, как правило (в отличие от предлагаемого КОР), рассматриваются вопросы именно предупреждения аварии, а не смягчения последствий (например, ГОСТ Р 51901.11—2005).

*Ошибки при анализе технологического процесса*

Пример выделения изолируемых секций при математическом моделировании безопасности установки (рис. 2) содержит грубые ошибки в оформлении секций, предназначенных для ограничения объема выброса опасных веществ, не соответствует тому, что декларируется материалами отчета [4]. Приведенные на схеме изолируемые секции таковыми не являются, поскольку вначале и в конце секции нет установленной изолирующей (отсекающей) запорной арматуры. В соответствии с табл. 5.5-1 [4] на линиях подачи сырья в реакционные камеры РК-1, РК-2 действительно установлена запорная арматура со временем срабатывания 3 мин, однако на выходе из них и далее (после колонны К-5) запорная арматура отсутствует, поэтому иллюстрация изолируемых секций некорректна или, по крайней мере, оформлена неправильно. В случае разгерметизации реакционных камер, приведенных в качестве примера изолируемой секции, будет происходить неограниченное поступление опасного вещества (в основном в газообразном виде) со стороны колонны разделения продуктов висбрекинга К-5 (общий объем колонны 171 м<sup>3</sup>, давление 0,9 МПа).

*Замечания к используемым частотам инициирующих событий*

Приведенные в методике [11] значения частоты инициирующих событий не имеют ссылок на источники, хотя в мировой практике принято для каждой частоты указывать источник информации. Дана лишь групповая ссылка «основаны на обобщающих результатах работ [1–9]», но все эти работы



**▲ Рис. 2. Пример неправильного выделения изолируемых секций (фрагмент рис. 4.2.2.1-1 из отчета [4])**

иностранный происхождения и нужны весомые обоснования переноса иностранной статистики на отечественную промышленность. При этом средняя дата публикации работ 1987 г., т.е. данные в лучшем случае имеют четвертьвековое отставание, а это достаточно серьезный аргумент против их использования. И наконец, судя по названию публикаций (например, «Влияние сжимаемости на коэффициент расхода для отверстий и суживающихся (конфузорных) сопел»), сомнительна уместность применения некоторых из них в силу отдаленности тематики от рассматриваемых вопросов. Неясна и корреляция приведенных данных со статистикой, закрепленной в отечественной нормативной базе, заимствованной, в свою очередь, также из зарубежных, но иных данных 90-х годов. Для сравнения, согласно документу [13], частота разгерметизации сосудов под давлением составляет  $6,2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ , а по предлагаемой методике [11] —  $1,61 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ .

В некоторых случаях приведенные значения частоты относятся к достаточно обобщенной типовой единице, хотя для различных видов оборудования они могут существенно различаться. Например, указывается частота разрушения насоса, но насосы бывают разных типов (центробежные, поршневые и др.) и значения частоты разгерметизации (разрушения) у них различны.

Методика [11], так же как и методика расчета пожарного риска [13], содержит отказ от уже сложившегося в зарубежной практике подхода, когда каждую типовую единицу оборудования представляют в качестве набора стандартных элементов (корпус, фланцы, трубопроводная обвязка, трубопроводные стыки, задвижки, клапаны и др.). В этом

случае суммарная частота аварий для данного типа оборудования представляется как сумма значений частоты разгерметизации по всем этим элементам. В методике [11] это не учитывается, тем самым упрощается расчетная модель аварии.

Значения частоты инициирующих событий с воспламенением, предложенные в методике [11] и отчете [4, 5], явно занижены для нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих объектов, на которых существует большое число источников воспламенения. В этом случае вероятность воспламенения выбросов (особенно крупных) составит почти 1, в отчете [4] она не превышает 0,6. Не учитывается и тот факт, что на таких производствах многие среды нагреты до температуры, превышающей температуру самовоспламенения. При выбросе таких сред вероятность мгновенного воспламенения равна 1. Вероятность же последующих, отложенных, воспламенений в такой ситуации почти равна нулю. Все это приведет к искажению результатов, полученных с помощью предлагаемых деревьев событий.

Важность решения проблемы использования статистики отказов оборудования и аварийности отмечалась неоднократно, в том числе в отзыве [14], однако в анализируемых материалах [3–5, 11] отсутствует реальный механизм сбора и анализа сведений об инцидентах и авариях, необходимых для повышения достоверности расчетов и эффективной работы систем управления промышленной безопасностью.

Фактически методика [11] — литературный обзор зарубежных работ по моделированию выбросов и оценке риска. Рассчитать показатели риска без учета многочисленных допущений, привлечения иных методик или компьютерных программ, тем более запрограммировать методику [11] невозможно. В подтверждение этого исполнители отчета [4, 5] использовали все-таки не предлагаемую методику [11], а методику расчета пожарного риска [13], основанную на тех же принципах оценки последствий выбросов опасных веществ, недостатки которых перечислены выше. Очевидно, методика [11] дает достаточные основания для манипуляций и подгонки результатов под заданные критерии путем выбора не только исходной статистики, но и моделей оценки последствий.

Фактически методика [11] — литературный обзор зарубежных работ по моделированию выбросов и оценке риска. Рассчитать показатели риска без учета многочисленных допущений, привлечения иных методик или компьютерных программ, тем более запрограммировать методику [11] невозможно. В подтверждение этого исполнители отчета [4, 5] использовали все-таки не предлагаемую методику [11], а методику расчета пожарного риска [13], основанную на тех же принципах оценки последствий выбросов опасных веществ, недостатки которых перечислены выше. Очевидно, методика [11] дает достаточные основания для манипуляций и подгонки результатов под заданные критерии путем выбора не только исходной статистики, но и моделей оценки последствий.

## Выводы

1. Анализ предложений ОАО «Газпром нефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Сибур» и других компаний по изменению нормативной правовой и методиче-

Список литературы

ской базы в области промышленной безопасности [5, 11], основанных на использовании КОР и количественных критериев индивидуального риска в качестве основного критерия безопасности, показал, что рассмотренные предложения противоречат зарубежной и отечественной практике риск-менеджмента и обеспечения безопасности ОПО.

2. В целях внедрения риск-ориентированного подхода к регулированию промышленной безопасности, а также при разработке федеральных норм и правил в связи с изменениями, внесенными в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» следует учитывать следующие положения:

практика и анализ зарубежных и отечественных методических документов показывают принципиальную невозможность точного расчета индивидуального и иных количественных показателей риска методами КОР вследствие трудностей учета технического состояния технических устройств, человеческого фактора, внешних воздействий и иных обстоятельств, косвенно влияющих на безопасность большинства ОПО;

согласно п. 3.5 РД 03-418—01, пп. 24, 31 РД-03-14—2005 основные задачи анализа риска, включая КОР, связаны не с оценкой соответствия результатов расчета количественным критериям допустимого риска (хотя в некоторых случаях это необходимо), а с представлением сведений о наиболее опасных (слабых) местах в целях принятия обоснованных рекомендаций по уменьшению риска. Методология КОР наиболее эффективна для оценки последствий аварий, сравнительного анализа влияния отдельных факторов опасности, проектных решений;

для принятия обоснованных решений по обеспечению безопасности расчеты КОР следует рассматривать в совокупности с результатами применения других методов анализа опасностей (HAZID, HAZOP и т.д.), выполнением норм и правил, отражающих инженерный опыт проектирования и эксплуатации ОПО. С математической точки зрения выполнение КОР — необходимое, но не достаточное условие для обоснования промышленной безопасности ОПО химической и нефтегазовой отрасли;

результаты КОР следует рассматривать как экспертную оценку, основанную на допущениях применяемых моделей и расчетах показателей риска. В этой связи наиболее важные факторы для принятия решений — квалификация исполнителей, адекватность моделей и расчетных методов анализируемым процессам;

ключевой момент при внедрении риск-ориентированного подхода — информационное обеспечение. В разрабатываемых федеральных нормах и правилах необходимо предусмотреть механизм сбора и анализа данных в целях создания баз данных по инцидентам и авариям.

1. *Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и иные законодательные акты Российской Федерации»* [Проект]. URL: [http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya\\_deyatelnost\\_slujby/normativno-pravovaya-deyatelnost/nezavisimaya-ekspertizana-korrupsiogennost/proekt\\_fz\\_po\\_prombez\\_02\\_04\\_12/](http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_slujby/normativno-pravovaya-deyatelnost/nezavisimaya-ekspertizana-korrupsiogennost/proekt_fz_po_prombez_02_04_12/) (дата обращения 27.11.2012).

2. *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.

3. *Правила обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих производств* [Проект]. URL: <http://www.gosnadzor.ru/obsuzhdenie-zakonoproektov-proektov-normativnih-pravovih-aktov/pravila-obespecheniya-promishlennoy-bezopasosti-neftepererabativayushchih-neftegazohimicheskikh-i-gazopererabativayushchih-kompleksov/> (дата обращения 28.11.2012).

4. *Модель безопасности установки АТ-ВБ МНПЗ. Этап 1: Построение компьютерного кода (базового варианта модели) установки АТ-ВБ: отчет по проведению пилотной количественной оценки риска установки АТ-ВБ на ОАО «Газпромнефть-МНПЗ»/ МЦАИ РАН; руководитель разработки Н.А. Махутов. URL: [http://riskprom.ru/DXfile/pdf\\_publicacii/2012/Risk\\_OILref/MCAI\\_RAN\\_PB\\_2012.pdf](http://riskprom.ru/DXfile/pdf_publicacii/2012/Risk_OILref/MCAI_RAN_PB_2012.pdf) (дата обращения 28.11.2012).*

5. *Модель безопасности установки АТ-ВБ МНПЗ. Этап 2: Изучение влияния нарушений и защитных мероприятий установки АТ-ВБ: отчет по проведению пилотной количественной оценки риска установки АТ-ВБ на ОАО «Газпромнефть-МНПЗ»/ МЦАИ РАН; руководитель разработки Н.А. Махутов. URL: [http://riskprom.ru/DXfile/pdf\\_publicacii/2012/Risk\\_OILref/MCAI\\_RAN\\_PB\\_2012.pdf](http://riskprom.ru/DXfile/pdf_publicacii/2012/Risk_OILref/MCAI_RAN_PB_2012.pdf) (дата обращения 28.11.2012).*

6. *Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г.; в ред. Федер. закона от 10 июля 2012 г. № 117-ФЗ// Рос. газ. — № 163 (4720). — 2008. — 1 авг.*

7. *Ленин В.И. Детская болезнь «левизны» в коммунизме. Опыт популярной беседы о марксистской стратегии и тактике (1920)// Полн. собр. соч. — Т. 41. — С. 1–104.*

8. *ГОСТ Р ИСО 17776—2010. Руководящие указания по выбору методов и средств идентификации опасностей и оценки риска для установок по добыче нефти и газа из морских месторождений; Введ. 19.12.2010. — М.: Стандартинформ, 2011. — 63 с.*

9. *Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments/ K. Lauridsen, I. Kozine, F. Markert, etc.// The ASSURANCE project. Final summary report. — Roskilde: National Laboratory, 2002. — 49 p.*



10. Лисанов М.В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска// Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 5. — С. 56—63.

11. Методика расчета индивидуального риска для работников производства и населения: прил. 4 к Правилам обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих производств [Проект]. URL: <http://www.gosnadzor.ru/obsuzhdenie-zakonoproektov-proektov-normativnih-pravovih-aktov/pravila-obespecheniya-promishlennoy-bezopasosti-neftepererabativayushchih-neftegazohimicheskikh-i-gazopererabativayushchih-kompleksov/> (дата обращения 28.11.2012).

12. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Мнимый конфликт промышленной безопасности и технологической модернизации в российской нефтегазопе-

реработке// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 7. — С. 85—92.

13. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: в ред. приказа МЧС России от 14 декабря 2010 г. № 649// Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. — 2011. — № 8. — С. 27.

14. Жулина С.А. Отзыв на статью О.В. Николаенко, А.Н. Черноплекова, И.А. Заикина, А.С. Крюкова «Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности»// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 4. — С. 52—53.

risk@safety.ru

## Хроника аварий

Информация об авариях, происшедших на предприятиях, подконтрольных территориальным органам Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

02.11.12

**В ИП Зонов А.В.** (Западно-Уральское управление Ростехнадзора) во время строительно-монтажных работ на строящемся корпусе Кировской ТЭЦ-3 с применением автогидроподъемника АГП-22, не зарегистрированного в органах Ростехнадзора, разрушился гидроцилиндр подъема колена стрелы, в результате стрела резко опустилась и люлька ударилась о землю. Двое рабочих, находившихся в люльке, получили травмы различной степени тяжести.

05.11.12

**В ООО «Новоросметалл»** (Северо-Кавказское управление Ростехнадзора) при несанкционированном включении механизма главного подъема электромостового крана с закрепленной траверсой оборвался грузовой канат главного подъема. Упавшей траверсой смертельно травмирован подручный сталевара.

08.11.12

**В ООО «Управление механизации»** (Приволжское управление Ростехнадзора) при разгрузке трех балконных железобетонных плит общей массой более 7 т на вылете стрелы около 20 м башенный кран КБ-403 упал на строящееся здание. Пострадавших нет.

13.11.12

**В ООО «Металлургпрокатмонтаж»** (Приволжское управление Ростехнадзора) во время демонтажа стальных конструкций гусеничный кран СКГ-63/100 задел стрелой стальную конструкцию на высоте 40 м, в результате чего разрушились стрела и люлька, подвешенная на крюк крана. Находившийся в люльке монтажник получил смертельную травму.

13.11.12

**В резервуарном парке на нефтебазе филиала «Центральный» ОАО «Красноярскнефтепродукт»** (Енисейское управление Ростехнадзора) при зачистке резервуара для вывода его в ремонт произошло возгорание нефтепродуктов, приведшее к пожару. Два работника нефтебазы получили ожоги различной степени тяжести.

14.11.12

**В филиале «Управление гидротехнических сооружений № 433» ФГУП «Главное**

**управление специального строительства по территории Южного федерального округа при Спецстрое России»** (Центральное управление Ростехнадзора) при подъеме вибропогрузателя автомобильным краном Kobelco 7065 подломилась, а затем упала стрела крана, в результате чего смертельную травму получил машинист вибропогрузателя.

14.11.12

**В ООО «Башкран-Сервис»** (Нижне-Волжское управление Ростехнадзора) при подаче бункера с бетоном с находящимся на нем бетонщиком башенный кран сошел с подкранового пути и упал, в результате чего бетонщик погиб, а крановщик получил травмы.

20.11.12

**В ОАО «Управление механизации Агростроя»** (Северное управление Ростехнадзора) в результате обрыва каната башенного крана КБ-309ХЛ стрела крана упала на строящееся здание. Пострадавших нет.

23.11.12

**В ООО «Конструкция»** (Волжско-Окское управление Ростехнадзора) при монтаже сэндвич-панелей здания использовалась люлька, подвешенная на крюк автомобильного крана КС-5576Б. При ее перемещении оборвался грузовой канат, и люлька с двумя работниками упала с высоты около 6 м, в результате чего один из них погиб, второй получил травмы.

25.11.12

**В ООО «Приват-Рентал»** (Межрегиональное технологическое управление Ростехнадзора) во время демонтажа быстромонтируемого башенного крана San Marko SMH 400 при складывании стрелы скрутилась и деформировалась ее корневая секция, две другие секции оперлись на купол церкви. Пострадавших нет, купол частично поврежден.

30.11.12

**В резервуаре ОАО «АНК «Башнефть — Уфимский НПЗ»** (Приуральское управление Ростехнадзора) произошел взрыв с отрывом кровли резервуара и с последующим возгоранием рядом стоящего резервуара. Пожар ликвидирован, пострадавших нет.