

**«Детская болезнь «левизны» в риск-менеджменте,  
или об альтернативных подходах  
к обеспечению промышленной безопасности**

Лисанов М.В., Сумской С.И., Ханин Е.В.  
(ЗАО НТЦ ПБ)

(материалы для научного семинара «Модернизация требований промышленной безопасности. Риск-ориентированный подход», ЗАО НТЦ ПБ, 19.11.2012)

*Выполнен анализ предложений ОАО «Газпром нефть», ОАО «Лукойл», ОАО «Сибур» и других компаний по «альтернативному» подходу к регулированию промышленной безопасности по количественным критериям приемлемого риска.*

*Выявлены принципиальные недостатки методического и информационного обеспечения предлагаемого подхода, связанные с упрощенным подходом к моделированию аварийных процессов, отсутствием достоверной исходной информации и методик анализа отказов/событий, предшествующих разгерметизации и выбросу опасных веществ.*

*Сделан вывод, что проведение количественной оценки риска является необходимым, но не достаточным условием для обоснования промышленной безопасности опасных производственных объектов химической и нефтегазовой отрасли.*

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» требует всестороннего участия всех заинтересованных лиц.

Одним из примеров такого участия являются предложения представителей ОАО «Газпром нефть», ОАО «Лукойл», ОАО «Сибур» и других компаний /2, 3, 5/, неоднократно обсуждаемые на совещаниях в Ростехнадзоре, по альтернативному подходу к регулированию промышленной безопасности. Цель альтернативных предложений – позволить предпринимателю (владельцу объекта/эксплуатирующей организации) отказаться от выполнения действующих норм и правил безопасности при условии, если расчетом будет доказано выполнение количественных критериев приемлемого (допустимого) риска.

Попытки внедрить количественной оценки/анализа риска (КОР) и его критерии в качестве если не единственного, то основного инструмента для принятия решений на уровень российских федеральных законов или норм в области промышленной безопасности, за последние 20 лет предпринимались неоднократно, но каждый раз, за исключением /9/, неудачно. Основные причины общеизвестны: несовершенство методик, связанное с упрощением реальных аварийных процессов в применяемых моделях, и отсутствие достоверной информации, необходимой для практических расчетов. Близким аналогом такого подхода в России является система обеспечения пожарной безопасности, использующая расчеты и нормативные критерии допустимого пожарного риска, с одной существенной оговоркой – отступление от норм ФЗ-123 /9/ не допускаются даже с

помощью разработки СТУ, а расчеты пожарного риска принимаются во внимание только в случае отступлений от подзаконных актов (сводов правил, стандартов и т.д.).

Тем не менее, идея разработать адекватный математический аппарат для объективной оценки безопасности остается одной из самых, как кажется на первый взгляд, перспективных и привлекательных в научном и практическом плане. Обусловлено это тем, что в основе лучших примеров проведения КОР для опасных производственных объектов (ОПО) лежат строгие математические выкладки, а в лучших методических материалах по КОР задействован строгий математический аппарат. Понятно, что математическая строгость является весьма сильным аргументом в пользу достоверности и точности КОР. Так полагают и многие люди, впервые сталкивающиеся с КОР.

Но на наш взгляд, вера в исключительную значимость КОР - массовое заблуждение молодых экспертов, а также некоторых менеджеров, отвечающих за промышленную безопасность, некая «детская болезнь «левизны» в риск-менеджменте, симптомы которой проявляются в прямолинейной тактике достижения цели /10/.

Привлекательность КОР, включающего расчеты показателей риска и сравнение с количественными критериями приемлемости, обусловлена еще и с чисто теоретической возможностью решения сложных проблем более простым и ясным способом, да еще 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 рассчитывать не только риски аварий и пожаров, страховые тарифы, но и устранить излишний надзор и иные затратные процедуры, связанные с обеспечением безопасности, тем самым повысить эффективность бизнеса и укреплять 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. Общим фактором является экономическая заинтересованность большинства зарубежных компаний в промышленной безопасности, так как любая авария связана не только с прямой потерей имущества, выплатой ущерба, но и с риском потери репутации, падением курса акций, ухудшение условий страхования и т.д.

Можно также отметить, что для зарубежных федеральных законов, норм и правил характерны общие (функциональные) требования. Детальные, в том числе количественные («предписывающие» согласно /2/) требования изложены в стандартах, разработка которых, как правило, финансируется заинтересованными компаниями. При этом количественные критерии приемлемого риска устанавливаются, как правило, не в федеральных документах, а именно в стандартах компаний во взаимосвязке с методическим, в том числе информационным (в виде баз данных по надежности, аварийности) обеспечением анализа риска. Опыт работы в совместных нефтегазовых проектах и общение с зарубежными коллегами позволяет сделать однозначный вывод, что, ни одна зарубежная компания при проектировании химических и нефтегазовых объектов не ограничивается результатами КОР (QRA), а дополняет его рядом исследований, в том числе с помощью методов качественного анализа (HAZID/HAZOP, HAZAN, SIL и др.).

Собственно, необходимость комплексного подхода к риск-менеджменту отражена и в нормативной базе Ростехнадзора (РД 03-418-01, РД-03-14-2005, РД 03-357-00 и др.) и принимаемых в большом количестве национальных стандартов путем «смены обложки» международных стандартов ИСО, МЭК (ГОСТ ИСО 17776, ГОСТ Р 54141-2010, ГОСТ Р 51901.1-2002, ГОСТ Р 51901.11- 2005, и т.д.). В отношении КОР (QRA) в международном стандарте ИСО 17776 /14/ 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 типа работ, выполняемых на установке в конкретное время. Таким образом, нецелесообразно использовать QRA как единственный метод в процессе принятия решения при выборе альтернативных вариантов эксплуатации и строительства.*

*Часто возникает искушение использовать результаты QRA, полученные за счет манипулирования данными, для достижения соответствия абсолютным критериям риска в качестве обоснования причины отказа от проведения мер по снижению риска...»*

Влияние субъективизма при расчетах иллюстрирует зарубежный эксперимент по оценке риска хранилища аммиака семью независимыми организациями, результатом которого был разброс в величинах основных показателей риска в интервале более 2-х порядков /11, 12/.

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» в виде приложения 4 «Методика расчета индивидуального риска для работников производства и населения (рекомендуемая)» /4/ (далее Методика) к проекту ФНиП /3/ и результаты его применения, изложенные в Отчете /5/<sup>1</sup>.

Следует сразу отметить полное отсутствие заявленного авторами Отчета положения о прозрачности предлагаемой Методики и результатов Отчета. Если рассматриваемый материал был бы направлен на экспертизу промышленной безопасности, то основным замечанием было бы его несоответствие п.6 РД 03-418-01<sup>2</sup> об оформлении и обоснованности результатов и невозможности проверки правильности расчетов. Но в данном случае нам важно не столько выявление ошибок в расчетах, опечаток, сколько анализ принципиальных положений предлагаемых материалов.

По нашему мнению любой подход к КОР или иным расчетным методикам должен основываться на двухуровневой структуре:

- концептуальный уровень, на этом уровне задаются, иногда не в очевидно явной форме, основные допущения относительно принципов анализа риска, общей логики используемых подходов, критериев точности и достоверности;

- уровень, который условно можно назвать техническим, содержит инструментарий, по которому собственно и должны проводиться расчеты количественных показателей риска; это методики и алгоритмы расчетов, численные методы решения конкретные значения используемых численных параметров и т.д. Эту уровень можно структурировать, включив четыре части:

- 1) задание и/или расчет частот различных событий (частот отказов, разрушений, инициирования воспламенений, частоты срабатывания различных систем защиты и т.д.);

- 2) формализация сценариев различных ситуаций (фактически построение «деревьев отказа/событий») и определение частот различных исходов;

- 3) расчет/моделирование различных физических процессов, в ходе которых появляются поражающие факторы, определение размеров зон поражения;

<sup>1</sup> для удобства поиска размещен на сайте [riskprom.ru](http://riskprom.ru)

<sup>2</sup> 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.).

- 4) собственно расчет показателей риска.

Основные замечания и комментарии, вытекающие из такого подхода, представлены ниже.

## **1 Ограниченность применения расчетных методов и вывод о предпочтении КОР по сравнению с другими методами.**

Прежде чем начать рассмотрение Методики /4/ и ее реализации в /5, 6/ на каждом из двух выделенных уровней следует отметить, что идея чисто теоретического (расчетного) обоснования тех или иных решений не вызывает принципиальных возражений. В современном мире многие действия уже совершаются только после проведения соответствующих, в том числе компьютерных расчетов. Но такое теоретическое обоснование можно считать реалистичным и использовать в практической области только при выполнении нескольких условий, основные из которых:

- 1) Достоверное знание начальных данных и всех численных параметров расчета;
- 2) Однозначность вычислительных процедур, исключающая получение разных конечных результатов при одинаковых начальных данных;
- 3) Приемлемая точность и достоверность используемых моделей и расчетных методов;
- 4) 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) и т.д. всегда имеются однозначные начальные данные и однозначные процедуры расчета, существует понимание, 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 дней на 200-300 вперед. Хотя такой прогноз и будет математически строг, ценность его будет нулевой.

К сожалению, в практике КОР аварий на ОПО, в том числе при разработке деклараций промышленной безопасности, зачастую сплошь и рядом возникают ситуации, подобные «прогнозу погоды на 300 дней вперед»: расчет выполнен в рамках строгого математического аппарата, но ценность таких расчетов - нулевая. Более того, практические решения, принятые на их основе, могут привести не к снижению рисков, а к совершенно обратным результатам – к усугублению последствий аварий.

Каким же образом выполняются вышеозначенные условия в рассматриваемых материалах, основанных на убеждении, что все можно рассчитать?

Приведем на этот счет лишь один пример из рассматриваемой Методики. В п. 3.2.19 Методики /4/ предлагается использовать некий «поправочный мультипликативный

коэффициент» для определения частоты событий. В этом пункте говорится «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 Методики /4/ говорится о том, что «обоснование величины коэффициента должно быть представлено в Отчете по анализу риска». Все! За счет каких факторов и почему этот коэффициент может различаться в 100 раз?

Если по поводу первых двух условий, связанных с начальными данными, специалистами еще ведется дискуссия, то в части оценки точности и достоверности КОР, а также в части выявления факта сильной зависимости конечных результатов КОР от начальных данных (предусмотренных, кстати, п.42 РД-03-14-2005 при декларировании), на практике работ недостаточно. Действительно, одним из главных требуемых свойств численного решения той или иной задачи является 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 /4/, в которой имеется справочный раздел «Дополнение №5 Методы оценки достоверности и точности результатов анализа риска». Так вот, очевидно, что авторы этого раздела просто не понимают что такое точность и достоверность результатов, полученных расчетным путем. В математике под точностью понимается отличие полученного решения от точного, если таковое существует. Это отличие называется ошибкой. Поэтому в данном разделе должны описываться методы, позволяющие сделать вывод, что ошибка расчета составляет такую-то величину (к примеру, 10%). Это стандартный подход и он реализуется в любой работе, претендующей на научную достоверность. Например, при расчете давления на 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 том, насколько точен тот или иной метод расчета. В данной методике нет даже намеков на что-нибудь похожее. Цель т.н. методов анализа достоверности и точности заявлена весьма нетрадиционно «снизить избыточный консерватизм, связанный с использованием «перестраховочных» методик и нормативных требований». Т.е. после такого анализа точности, по-прежнему нет никакой уверенности, что посчитаны правильные (достоверные) значения и расчеты выполнены с достаточной точностью.

В свете сказанного становится очевидным необоснованность вывода о предпочтении метода КОР для оценки безопасности действующей установки АТ-ВБ по сравнению с любыми другими методами. Этот вывод также противоречит зарубежной и российской практике анализа риска, например, рекомендациям п.6 (табл.2) приложения 2 РД 03-418-01, табл. Б.1 приложения Б СТО Газпром 2-2.3-400-2009. На практике выбор методов определяется целями, задачами и условиями для проведения работ по анализу риска (подробнее см. п.5 РД 03-418-01).

## **2 О недостаточности одного показателя индивидуального риска для оценки уровня безопасности**

В пп. 1.1.1 и 4.4.7 Методики /4/ приведены следующие положения:

**п. 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>3</sup>.

<sup>3</sup> Нельзя не отметить некую циничность п. 1.1.1 в том, что факт смертельного травмирования людей лингвистически увязывается с выражением «мера успеха».

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

Т.е., фактически вся оценка уровня безопасности объекта увязывается с единственной численной величиной – индивидуальным риском гибели человека, допустимая величина которого определена на уровне:  $5 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup> для персонала и  $5 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup> для населения.

Не обсуждая сомнительность указанных величин, отмеченных в /8/, а также их несоответствие критериям /9/, рассмотрим саму идею возможности сведения оценки безопасности к одному показателю.

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

Приведем пример. Пусть у нас имеется некая точка с известным временем пребывания в ней человека и пусть мы знаем значение потенциального риска в этой точке. Тогда индивидуальный риск может быть определен путем перемножения величины потенциального риска на долю времени пребывания рискующего человека в этой точке (условную вероятность). Если рассчитанное значение среднего индивидуального риска слишком велико, то в качестве одной из мер его уменьшения, можно предложить уменьшение времени пребывания человека в этой точке. Понятно, что таким способом можно 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 сливных/наливных операциях, 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 и это изменение целиком достигается путем выбора способа расчета, способа осреднения. Более того, можно продолжить рассмотрение этого случая. Логично предположить, что в реальности сокращение времени пребывания потребует ускорения действий человека 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 гибель человека). Такой подход для оценки промышленной безопасности явно недостаточен. Для промышленной безопасности также важны 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. Например, при всей трагичности аварии, взрыв на платформе в Мексиканском заливе в 2010 г. вызвал мировой резонанс не потому, что погибли люди, а потому, что имело место колоссальное загрязнение. Или другой пример, крупная авария на ОАО «Оренбурггазпром» в 2004 г. привела к длительной недопоставке гелия для медицинских целей.

Именно в таких целях документы Ростехнадзора (РД 03-418-01, РД-03-14-2005), 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

включают в рассмотрение расчеты различных показателей риска, связанные не только с гибелью одного человека, но и группы людей, с нанесением материального и экологического ущерба.

Далее, абсурдность использования показателя индивидуального риска для единой оценки состояния промышленной безопасности можно проиллюстрировать следующим примером. Согласно предлагаемому подходу получается, что если в некотором месте, согласно данной Методике, постоянное проживание невозможно, то возможно, например, размещение объектов с постоянным пребыванием людей, но ротацией. Т.е. жить нельзя, но отдыхать можно. И вместо жилья можно разместить, например санаторий, или лагерь отдыха для детей. Итог в обоих случаях будет один - при аварии погибнет одно и то же количество людей, хотя во втором случае частота этой гибели может быть ниже допустимой. Такая же ситуация может быть при размещении ОПО вблизи дороги, при котором, 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.

### 3 Неполнота анализа опасностей

Все сценарии предлагаемой Методики анализируются, исключительно начиная с иницирующего события – разгерметизации оборудования с последующим выбросом опасных (углеводородных) веществ (п.3.4 Отчета /5/). Фактически – это вероятностный анализ последствий аварийных выбросов. Именно для таких расчетов в Отчете /5/ приведена зарубежная статистика *разгерметизации* оборудования и связанных с ней характеристик аварийных выбросов<sup>4</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, знание которых необходимо для обоснования мер по предупреждению аварий. Таким подходом невозможно проанализировать влияние:

- выбросов опасных веществ, *не связанных с разгерметизацией* оборудования (например, связанных с «внутренними взрывами» в аппаратах, переполнением емкости, статическим электричеством, отказами системы подачи топлива, поджига печей, ПАЗ, КИПиА, нарушение правил ведения огневых работ) и других факторов, важных для оценки безопасности<sup>5</sup> и обоснования приоритетных (по сравнению с мерами уменьшения последствий по методике КОР) задач в управлении риском (см. п.4.5.5 РД 03-418-01);

- человеческого фактора, в том числе ошибок оператора, терроризма<sup>6</sup>.

Примером может служить авария, произошедшая 25.05.2010 на Омском НПЗ, принадлежащем ОАО «Газпромнефть». Анализ акта расследования Ростехнадзора показал, что причиной данной аварии, не сопровождающейся изначально разгерметизацией оборудования, явилась следующая цепь событий:

*отказ системы электроснабжения → отказ в системе водоснабжения → отказ системы охлаждения воздушных компрессоров и их остановка → прекращение подачи воздуха в систему КИИ → падение давления в систем 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*

<sup>4</sup>эти данные также представлены в Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утв. приказом МЧС России №404 /4/

<sup>5</sup> наиболее подходящими для этого являются логико-вероятностные методы (деревья отказов), но в практике промышленной безопасности не применяются из-за недостатка исходной информации.

<sup>6</sup> на практике анализируются исключительно качественными (экспертными) методами.

системы ПАЗ → отсутствие действий по закрытию ручной арматуры на линии подачи топливного газа в печь → образование топливно-воздушной смеси → 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 «деревьями событий» и просчитаны предлагаемой Методикой. Конечно, при настойчивости в зарубежных базах данных, наверное, можно найти статистику аварий на печах, значения частот прогара змеевика, погасания пламени горелок (см. Рис. 1, на котором воспроизведен рисунок 5.12.1-5 Отчета /5/), 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», проведении HAZOP или иных методов с участием опытных специалистов, причем для этого совсем необязательно рассчитывать индивидуальный риск.

Но именно предлагаемая Методика с такими «деревьями событий» и применялась для того, чтобы обосновать необязательность выполнения предписания Ростехнадзора о необходимости установки дежурных (пилотных) горелок, оборудования рабочих горелок сигнализаторами погасания пламени, оборудования 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 поз. П-1, П-2, П-3, П-4 (п.п. 47-49 таблицы 2.2-1 Отчета по 2 этапу /6/).

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

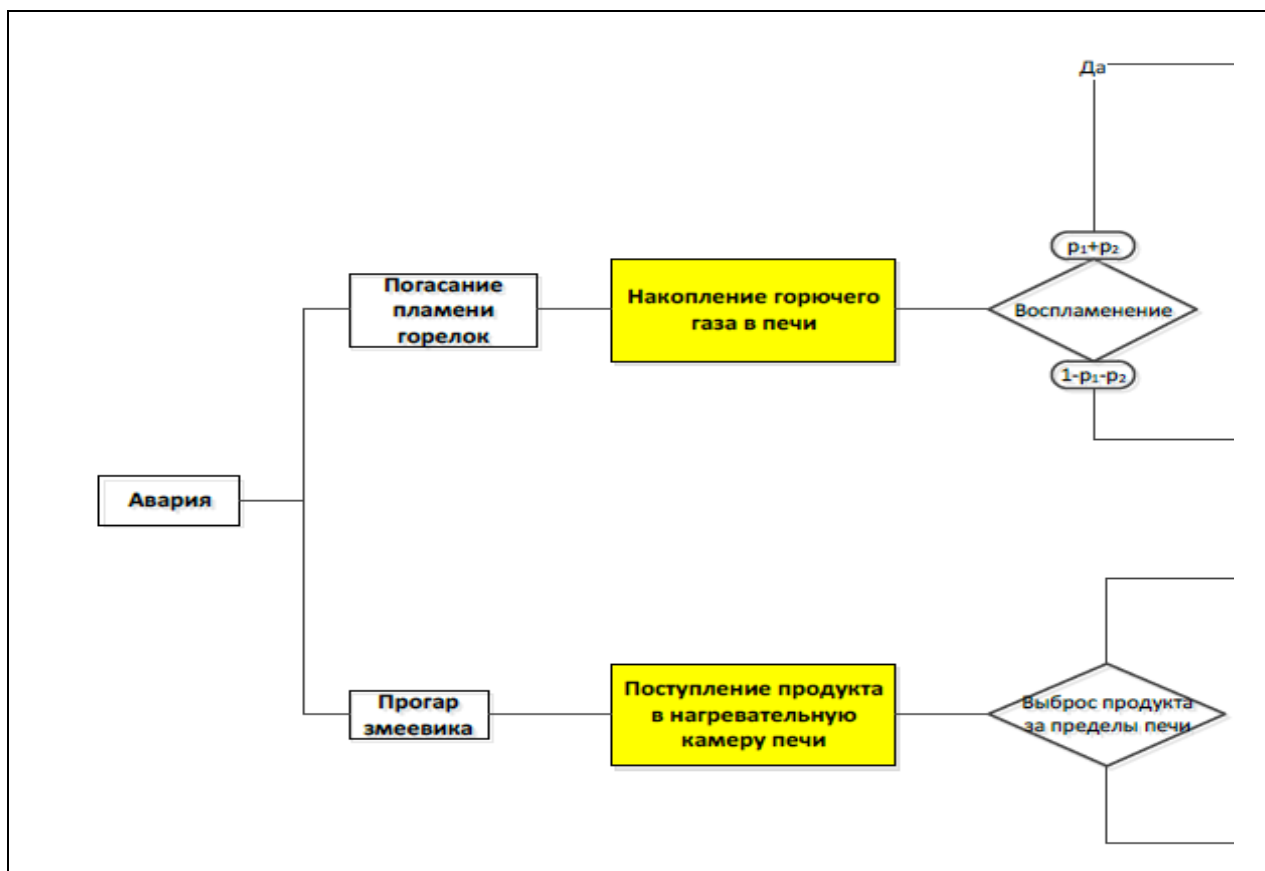


Рис. 1. Пример упрощенного подхода к анализу событий при оценке вероятности аварии в печи (фрагмент рисунка 5.12.1-5 Отчета по 1 этапу/5/)



По «деревьям событий», приведенным в Отчете /5/, можно привести множество замечаний, но учитывая ограниченный объем статьи, ограничимся некоторыми. Например, отсутствие:

- возникновения в исходах совместных процессов, например, пожар вспышка и пожар пролива и т.д.;
- целых групп негативных эффектов (токсическое воздействие, отравление продуктами горения, поражение осколками, образование гидродинамической волны, вскипание придонной воды в горящих резервуарах, внутренние взрывы в помещениях и т.д.;
- учета срабатывания противоаварийных защит, наличие обвалований, действия по локализации и ликвидации аварии, тип резервуаров, трубопроводов и т.д.

Кроме этого, в материалах отсутствуют сведения об учете при расчетах диагностических данных, сведений об оценке остаточного ресурса, 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.

#### **4 Отсутствие заявленной «компьютерной модели безопасности».**

Предлагаемая «модель безопасности установки в формате используемого специального вспомогательного программного обеспечения для автоматизации процесса анализа риска» согласно приложению к Отчету по этапу 1 /5/ представляет собой результат применения обычных информационных технологий, широко применяемых при проектировании, а также типичного компьютерного представления данных с технологическими параметрами и координатами «стационарных элементов» объекта (зданий, сооружений и оборудования) 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 не представлены.

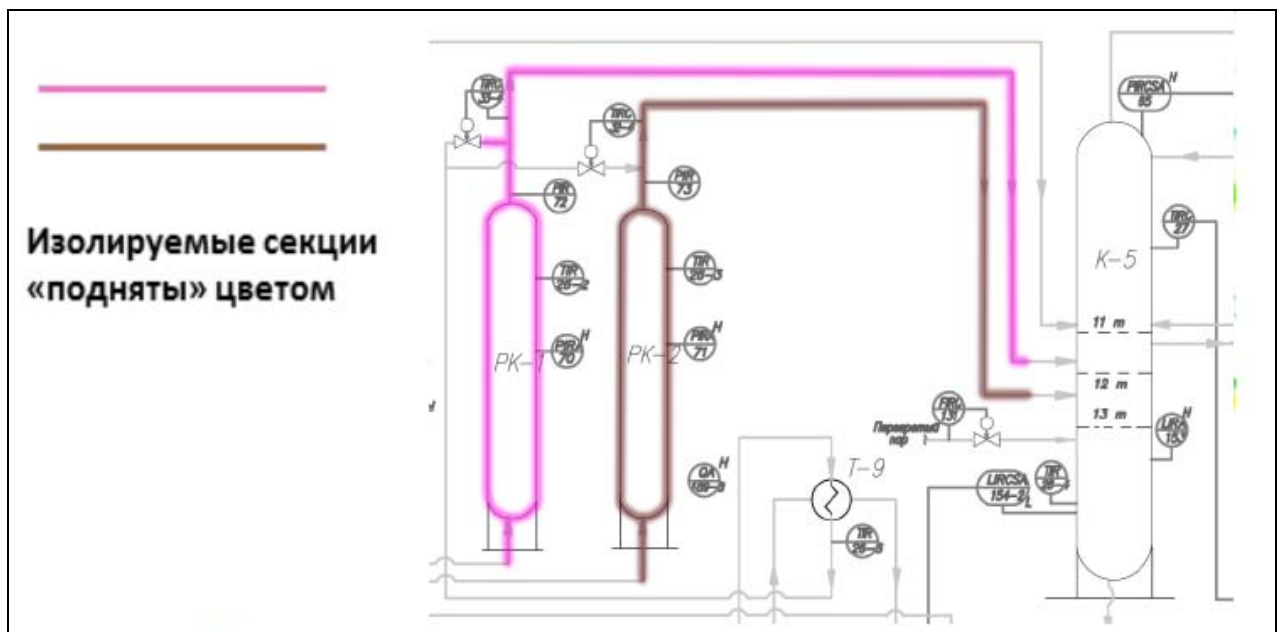
#### **5 Непонимание методов анализа опасностей HAZID/HAZOP**

На рисунке 3.2-1 «Процессы технологии оценки и анализа риска» Отчета по этапу 1 /5/ 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, имеющей самостоятельное направление при анализе опасностей, при котором, как правило (в отличие от предлагаемого КОР), рассматриваются вопросы именно предупреждения аварии, а не смягчения последствий (см. например, ГОСТ Р 51901.11-2005, <http://safety.ru/HAZOP>). По-видимому, разработчики Отчета перепутали HAZOP с подготовкой декларации промышленной безопасности.

## 6 Непонимание технологического процесса и нормативных требований безопасности

Пример выделения изолируемых секций при математическом моделировании безопасности установки (Рис. 2, на котором воспроизведен рисунок 4.2.2.1-1 Отчета) содержит грубые ошибки в оформлении секций в целях ограничения объема выброса опасных веществ, не соответствует тому, что декларируется материалами Отчета.

Приведенные на схеме «изолируемые секции» таковыми не являются, поскольку не имеют в начале и в конце секции установленной изолирующей (отсекающей) запорной арматуры. В соответствии с таблицей 5.5-1 (Перечень элементов запорной арматуры и время их срабатывания) Отчета /5/ на линиях подачи сырья в реакционные камеры (РК-1, РК-2) действительно установлена запорная арматура с временем срабатывания 3 минуты, 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.



**Рис. 2. Пример неправильного выделения изолируемых секций (фрагмент рис. 4.2.2.1-1 в Отчете по этапу 1 /5/)**

## 7 Замечания к используемым частотам инициирующих событий

Приведенные численные данные не имеют ссылок на источники, хотя в лучших мировых практиках принято для каждой частоты указывать источник информации. Дана лишь групповая ссылка «основаны на обобщающих результатах работ [1-9]», но все работы [1-9] иностранного происхождения и нужны весомые обоснования переноса иностранной статистики на нашу промышленность. При этом средняя дата публикации работ - 1987 год, т.е. эти данные в лучшем случае имеют четвертьвековое отставание, что является достаточно весомым аргументом против их использования. И, наконец, судя по названию публикаций (например, ссылка на работу «Bregg S.L. Влияние сжимаемости на коэффициент расхода для отверстий и суживающихся (конфузорных) сопел. 1960»), значительная часть их сомнительна в силу отдаленности по своей тематике от практики. Неясна и корреляция приведенных данных со статистикой, закрепленной в отечественной

нормативной базе, заимствованной в свою очередь также на зарубежных, но иных данных 90-х годов (для сравнения, согласно /13/ частота разрушений на сосудах давления  $6,2 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>, а по предлагаемой Методике /4/ -  $1,61 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>).

В некоторых случаях приведенные частоты относятся к достаточно обобщенной типовой единице, хотя для различных подтипов оборудования частоты могут существенно различаться. Например, указывается частота разрушения «насоса», но насосы, как минимум, бывают разных типов (центробежные, поршневые) и частоты разгерметизаций/разрушений у них различны.

Далее, Методика, так же как и методика расчета пожарного риска /13/, содержит отказ от уже сложившегося в зарубежной практике подхода, когда каждую типовую единицу оборудования представляют, как набор стандартных элементов: корпус, фланцы, трубопроводная обвязка, трубопроводные стыки, задвижки, клапаны и т.д. - суммарная частота аварий для данного типа оборудования представляется как сумма частот разгерметизации по всем этим элементам. В данной же Методике это не учитывается, тем самым упрощая расчетную модель аварии.

Частоты иницирующих событий с воспламенением, предложенные в данной работе, явно занижены для нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих объектов, где существует большое количество источников воспламенения - в этом случае вероятность воспламенения выбросов (особенно крупных) составит почти 1 (в отчете - не превышает 0,6).

Не учитывается также тот факт, что на таких производствах многие среды нагреты до очень высоких температур (выше температуры самовоспламенения). При выбросе таких сред в результате контакта с воздухом происходит воспламенение выброса (например, факела на колоннах) и вероятность мгновенного воспламенения практически равна 1. Вероятность же последующих, отложенных воспламенений в такой ситуации практически равна нулю - все это приведет к искажению результатов, полученных с помощью предлагаемых «деревьев событий».

Кроме того, в Методике отсутствует реальный механизм сбора и анализа сведений об инцидентах и авариях, необходимых для повышения достоверности расчетов и эффективной работы систем управления промышленной безопасностью. По видимому, такая система анализа и учета аварий и инцидентов отсутствует и в системе управления промышленной безопасностью МНПЗ ОАО «Газпромнефть-МНПЗ», для установки которого проводился КОР в /5,6/.

Фактически Методика является литературным обзором зарубежных работ по моделированию выбросов и оценке риска. Рассчитать без учета многочисленных допущений, привлечения иных методик или компьютерных программ, тем более запрограммировать Методику, невозможно. В подтверждение этого исполнители Отчета решили использовать все-таки не предлагаемую Методику, а методику расчета пожарного риска /13/, которая основана на тех же принципах оценки последствий выбросов опасных веществ, недостатки которых перечислены выше.

Очевидно, Методика дает достаточные основания для манипуляций и подгонки результатов под заданные критерии путем выбора не только исходной статистики, но и моделей оценки последствий.

## **8 О предложениях новой терминологии и «альтернативной» декларации промышленной безопасности**

Введение в проекте ФНиП /3/ новой терминологии взамен действующей, как например, предложение об «альтернативной» декларации промышленной безопасности,

дублирующей большинство сведений по РД-3-14-2005 и включающей дополнительные сведения и процедуры (например, по сбору данных о надежности). Такое предложение может привести к путанице и неоправданному усложнению подготовки проектной и эксплуатационной документации предприятиями даже в том случае, если будет принят «предписывающий» или «целеустанавливающий» подход к регулированию промышленной безопасности.

Таким образом, анализ выявил недостаточное обоснование «альтернативного» подхода к обеспечению промышленной безопасности, основанного на использовании расчетов количественных критериев риска. Основная причина - принципиальная невозможность точного расчета индивидуального и иного количественного показателя риска с учетом всего многообразия факторов, влияющих на безопасность большинства опасных производственных объектов.

В целом по своей идеологии предлагаемый «альтернативный» подход противоречит риск-ориентированному подходу, внедряемому в настоящее время Ростехнадзором и основанному на зарубежном и отечественном опыте обеспечения промышленной безопасности. Риск-ориентированный подход включает комплексное использование методов качественного анализа опасностей и количественных оценок риска, отраженных в РД 03-418-01, РД-03-14-2005, ИСО 17776, ГОСТ Р 51901.1-2002, в зарубежных нормативах (IEC 60300-3-9:1995, ISO-17776:2000, ISO 3100, 29 CFR 1910/119 и др.), а также инженерный опыт обеспечения и нормирования надежности и безопасности, отраженный в руководящих документах Ростехнадзора (ПБ 03-540-09 и др.). Т.е. с точки зрения математики выполнение КОР является «необходимым, но не достаточным условием» для оценки промышленной безопасности опасных производственных объектов химической и нефтегазовой отрасли.

В соответствии с общепринятым подходом к риск-менеджменту (РД 03-418-01, ИСО 17776 и др.) результаты КОР необходимо рассматривать исключительно как информацию при принятии решений в совокупности с результатами других методов анализа опасностей. Согласно п.3.5 РД 03-418-01, п.24,31 РД-03-14-2005 основные задачи анализа риска, включая КОР, связаны не с оценкой соответствия количественным критериям допустимого риска (хотя в некоторых случаях это удается обосновать), а с представлением «сведений о наиболее опасных, «слабых» местах, наиболее опасных составляющих ОПО и значимых факторах риска, с принятием обоснованных рекомендаций по уменьшению риска.

Иными словами, на практике результаты КОР следует рассматривать как экспертную оценку исполнителей, основанную на расчетах показателей риска. И чем выше квалификация экспертов и чем более обоснованы применяемые расчетные методы, тем выше будет доверие к результатам КОР для целей обоснования безопасности ОПО.

### Источники

1. Проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и иные законодательные акты Российской Федерации ([http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya\\_deyatelnost\\_slujby/](http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_slujby/)).

2. О.В. Николаенко, А.Н. Черноплеков, И.А. Заикин, А.С. Крюков «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.

3. Проект федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих комплексов. Размещен на официальном

сайте Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (<http://www.gosnadzor.ru/obsuzhdenie-zakonoproektov-proektov-normativnih-pravovih-aktov/pravila-obespecheniya-promishlennoy-bezopasosti-neftepererabativayushchih-neftegazohimicheskikh-i-gazopererabativayushchih-kompleksov/>).

4. Методика расчета индивидуального риска для работников производства и населения (рекомендуемое). Приложение 4 к проекту Правил обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих комплексов. Размещена на официальном сайте Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (<http://www.gosnadzor.ru/obsuzhdenie-zakonoproektov-proektov-normativnih-pravovih-aktov/pravila-obespecheniya-promishlennoy-bezopasosti-neftepererabativayushchih-neftegazohimicheskikh-i-gazopererabativayushchih-kompleksov/>).

5. Отчет ФГБУН «Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук» (МЦАИ РАН) от 25 мая 2012 г. по проведению пилотной количественной оценки риска установки АТ-ВБ на ОАО «Газпромнефть-МНПЗ». Модель безопасности установки АТ-ВБ МНПЗ. Этап 1. Построение компьютерного кода (базового варианта модели) установки АТ-ВБ.

6. Отчет ФГБУН «Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук» (МЦАИ РАН) от 25 мая 2012 г. по проведению пилотной количественной оценки риска установки АТ-ВБ на ОАО «Газпромнефть-МНПЗ». Модель безопасности установки АТ-ВБ МНПЗ. Этап 2. Изучение влияния нарушений и защитных мероприятий установки АТ-ВБ.

7. 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.

8. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Мнимый конфликт промышленной безопасности и технологической модернизации в российской нефтегазопереработке. / Безопасность труда в промышленности, 2012, №7.

9. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (с изменениями 10.07.2012).

10. В.И. Ленин. Детская болезнь «левизны» в коммунизме. Опыт популярной беседы о марксистской стратегии и тактике (1920). Полное собрание соч., 5 изд., т. 41, с. 1—104.

11. 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.

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

13. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России №404 от 04.07.2009 с изменением от 14.12.2010)

14. ISO-17776:2000 Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment (IDT)/ ГОСТ Р ИСО 17776 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения».