

УДК 614.841.345

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ  
НА РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
РЕСПУБЛИКИ АЗЕРБАЙДЖАН**

**Р.Н. ИМАНОВ; С.И. МАМЕДОВА; канд. техн. наук, доц. В.А. БИРЮК  
(Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Минск)**

*Рассматриваются проблемные вопросы оценки риска возникновения аварийных ситуаций на объектах хранения нефти и нефтепродуктов, которые могут приводить к пожарам и взрывам, на примере нефтеперерабатывающих предприятий Республики Азербайджан. Проведен анализ статистических данных о пожарах в резервуарах в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Показаны причины и условия возникновения аварий, типичные последствия и поражающие факторы, основные методы оценки риска возникновения аварий. Обосновывается необходимость прогнозирования и оценки последствий аварий, предлагаются меры по уменьшению риска возникновения аварий.*

**Ключевые слова:** объекты хранения нефти и нефтепродуктов, оценка риска возникновения аварий, причины и условия возникновения аварий, меры по уменьшению риска.

Государственная политика и новые концепции в области обеспечения безопасности и безаварийности производственных процессов на объектах экономики предусматривают, в первую очередь, объективную оценку опасностей и пути борьбы с ними.

Возможность возникновения пожаров и взрывов на объектах, где сконцентрированы большие запасы горючих и взрывоопасных веществ в непосредственной близости от жилой зоны поселков и городов, характеризуется опасностью катастроф регионального и трансграничного масштабов и, следовательно, необходимо привлечение значительного количества сил и средств реагирования на чрезвычайные ситуации.

Анализ статистических данных о пожарах в резервуарах в нефтехимической, нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленности и в системе снабжения нефтепродуктами показал, что около 90% зарегистрированных пожаров и загораний произошло на резервуарах, заполненных нефтью и (или) бензином.

Примерно 33...35% всех зарегистрированных пожаров и загораний на объектах хранения нефти и нефтепродуктов происходит на очищаемых и ремонтируемых резервуарах. Такие пожары и загорания можно разделить на три основные группы: 1) при очистке резервуаров перед ремонтом; 2) при проведении огневых работ на предварительно очищенных резервуарах; 3) при проведении работ по ремонту и обслуживанию резервуаров без их предварительной очистки [1].

Типичным для *первой группы* является пожар, возникающий при удалении остатка (1,5...3% от общей ёмкости резервуара) хранящейся легковоспламеняющейся жидкости передвижным насосом через открытый люк-лаз. Пожары *второй группы* указывают на несовершенство методов очистки. Все пожары *третьей группы* формально являются следствием нарушения норм и правил, запрещающих проведение ремонтных работ без очистки резервуаров.

Анализ и оценка риска представляет собой один из важных компонентов безопасности на производстве. Целью анализа и оценки риска, как правило, является выявление причин и место возникновения аварии, а также оценка возможного влияния указанных аварий на характер и размеры ущерба, который может быть причинен и причиняется населению и окружающей среде. Примеры международных подходов в оценке рисков возникновения аварий приведены в таблице 1.

В настоящее время в соответствии с международной договоренностью принято считать, что риск, связанный с действием техногенных опасностей (технический риск), должен находиться в пределах  $10^{-7}$ ... $10^{-6}$  смертельных случаев/(чел.·год), а величина  $10^{-8}$  является максимально допустимым (приемлемым) уровнем индивидуального риска. В национальных нормативных документах величина  $10^{-6}$  используется для оценки пожарной безопасности и радиационной безопасности, а также опасности сосудов, работающих под давлением [2].

**Концепции анализа и оценки риска:**

- ALAPA (*as low as practicable achievable*) – при наличии любого уровня риска его необходимо уменьшить до нулевого значения;

- ALARA (*as low as reasonable achievable*) – принимаются во внимание только те риски, сокращение которых целесообразно по экономическим или социальным причинам, т.е. факт существования риска признается в том случае, если его уровень превышает приемлемые для объекта значения.

Для оценки риска необходимо определить частоты реализаций опасных событий и ущерба от них. Для этого используют методы оценки риска, которые подразделяются на феноменологические, детерминированные и вероятностные [3].

Таблица 1. – Оценка рисков возникновения аварий (критерии приемлемости риска)

Страна	Определение приемлемости надзорными органами	Требуемое обоснование	Использование количественных оценок риска
Великобритания	Риск должен быть настолько низок, насколько практически возможно	Доклад о деятельности, определенной нормативами CIMAN	Предлагаемый риск серьезных аварий $10^{-4}$ 1/год на границе приемлемости
Германия	Должен удовлетворять техническим правилам и не причинять ущерб окружающей среде или значительный ущерб населению	Анализ безопасности последнего состояния технологии	Только как часть анализа безопасности. Никакие количественные показатели не могут быть удовлетворительно определены
Франция	Реальное арбитражное просвещение	Оценка технического риска и экономический анализ	Риск неприемлемых последствий не должен превышать $10^{-6}$ 1/год, рассматривается скорее как цель, чем как требование
Дания	Требования выражены в общих терминах. Загрязнение окружающей среды не выше пороговых значений	Должен быть приемлемым для комитета соответствующей организации	Риск, не превышающий $10^{-6}$ 1/год, приемлем
Нидерланды	Опасность должна быть квантифицирована настолько точно, насколько возможно	Доклад по безопасности должен быть одобрен надзорными органами и рабочим советом	Анализ в терминах теории вероятности. Обеспечиваемый максимальный приемлемый индивидуальный риск $10^{-6}$ 1/год

*Феноменологический метод* базируется на определении возможности протекания аварийных процессов исходя из результатов анализа необходимых и достаточных условий, связанных с реализацией тех или иных законов природы. Этот метод реализуется на базе фундаментальных закономерностей физики, химии и механики катастроф. Феноменологический метод прост в применении, но мало пригоден для анализа разветвленных процессов, развитие которых зависит от надежности тех или иных частей объекта и его средств защиты.

*Детерминированный метод* предусматривает анализ последовательности этапов развития аварий, начиная от исходного события через последовательность предполагаемых стадий отказов, деформаций и разрушений компонентов до установившегося конечного состояния системы. Ход аварийного процесса изучается и предсказывается с помощью математического моделирования, построения имитационных моделей и проведения сложных расчетов. Детерминистский подход обеспечивает надежность, так как дает возможность выявить основные факторы, определяющие ход процесса. К недостаткам метода можно отнести то, что при применении этого метода можно упустить редкие, важные цепочки событий при развитии аварии. Построение адекватных математических моделей является трудной задачей, требующей проведения сложных и дорогостоящих экспериментальных исследований.

*Вероятностный метод* предполагает оценку вероятности возникновения аварии, а также расчет относительных вероятностей того или иного пути развития процессов. При этом анализируются цепочки событий и отказов оборудования, оценивается полная вероятность аварии. Расчеты при применении этого метода можно значительно упростить в сравнении с детерминистскими схемами расчета. Основным недостатком вероятностного анализа безопасности связан с недостаточностью статистики по отказам оборудования, что снижает достоверность оценок риска для тяжелых аварий. Тем не менее вероятностный метод в настоящее время считается одним из наиболее перспективных для применения.

В зависимости от исходной информации на основе вероятностного метода можно построить различные методики оценки риска. При статистической методике вероятности определяются по имеющимся статистическим данным. Теоретико-вероятностные методики используются для оценки риска редких опасных событий, когда статистика практически отсутствует. Эвристическая методика основана на использовании субъективных вероятностей, получаемых с помощью экспертного оценивания. Она используется при оценке комплексных рисков от различных опасных событий.

При вероятностном методе используется методика построения деревьев событий, деревьев отказов, а также методы теории графов. При анализе дерева событий рассматриваются события, влекущие за собой в конечном итоге аварию. За начальную точку дерева событий берется исходное событие. Перечень исходных событий устанавливается при проектировании объекта и содержится в технической документации. Затем осуществляется логический перебор различных значений путей развития аварии (ветвей дерева событий) и ее возможных последствий. При построении дерева событий и проведении анализа исключают те события, которые не вносят существенный вклад в вероятность возникновения аварии. С помощью дерева событий строится расчетная схема по оценке вероятности возникновения аварии. Общая схема анализа риска представлена на рисунке.



Схема анализа риска

Результатом анализа риска является возможность сравнить полученную величину со степенью риска обычных условий человеческой жизни, для того чтобы получить представление о приемлемом уровне риска и иметь основу для принятия соответствующих решений.

Результаты анализа риска используются при следующих процедурах:

- декларировании промышленной безопасности;
- экспертизе промышленной безопасности;
- обосновании технических решений по обеспечению безопасности;
- страховании;
- экономическом анализе безопасности по критериям «стоимость – безопасность – выгода»;
- оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

В Республике Азербайджан в настоящее время большое внимание уделяется вопросам безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов. Поэтому *разработка рекомендаций по уменьшению риска возникновения аварий* является на сегодняшний день актуальной задачей.

В рекомендациях должны быть представлены обоснованные меры по уменьшению риска, базирующиеся на результатах оценок риска. Приоритетными среди них являются:

- 1) меры уменьшения вероятности возникновения аварийной ситуации, включающие:
  - меры уменьшения вероятности возникновения инцидента;
  - меры уменьшения вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию;
- 2) меры уменьшения тяжести последствий аварии, которые, в свою очередь, имеют следующие приоритеты:
  - меры, предусматриваемые при проектировании опасного объекта (например, выбор запорной арматуры);
  - меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля (в частности, применение газоанализаторов);
  - меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий.

В целях совершенствования контрольной (надзорной) деятельности в Азербайджанской Республике, определения единого порядка ее проведения, создания дополнительных условий для развития эффективных форм хозяйствования Законом Азербайджанской Республики от 2 июля 2013 года № 714-IVQ «О регулировании проверок, проводимых в области предпринимательства, и защите прав предпринимателей» установлен порядок проведения проверок организаций, перечень сфер контрольной (надзорной) деятельности, а также государственных органов, которые вправе осуществлять проверки.

Согласно положениям данного Закона все объекты и организации подразделяются на три категории (группы риска): высокая, средняя и низкая. Государственные органы, имеющие право осуществления контрольной (надзорной) деятельности, вправе назначать плановые проверки объектов исходя из отнесения ее к конкретной группе риска [4].

Так, *проверка объектов высокой группы риска* может проводиться не чаще одного раза в течение календарного года. Если по результатам проведенной контролирующим (надзорным) органом плановой проверки нарушений законодательства проверяемым субъектом не установлено, следующая плановая проверка этого субъекта назначается данным контролирующим (надзорным) органом не чаще одного раза в два календарных года (включая год, в котором проводилась плановая проверка).

Проверка объектов средней группы риска – не чаще одного раза в три календарных года. Если по результатам проведенной контролирующим (надзорным) органом плановой проверки нарушений законодательства проверяемым субъектом не установлено, следующая плановая проверка этого субъекта назначается данным контролирующим (надзорным) органом не чаще одного раза в пять календарных лет (включая год, в котором проводилась плановая проверка).

Объекты *низкой группы риска* подвергаются плановой проверке по мере необходимости, но не чаще одного раза в пять календарных лет.

Связь аудита пожарной безопасности с осуществлением государственного пожарного надзора заключается в том, что на основе оценки риска может осуществляться механизм отнесения объекта к группам риска и устанавливаться периодичность их проверок.

Значения уровня риска в равной степени разделяются на пять категорий: до 0,3 включительно – первая категория; от 0,3 до 0,5 – вторая; от 0,5 до 0,7 – третья; от 0,7 до 0,8 – четвертая; более 0,8 – пятая.

В зависимости от размера, выраженного в базовых величинах (б. в.), предлагается разделение ожидаемого ущерба на 4 степени (до 40 б. в. – незначительный; 40 б. в. и более – значительный; 250 б. в. и более – крупный; 1000 б. в. и более – особо крупный ущерб).

Размер ожидаемого ущерба также определяется расчетным путем в ходе осуществления *аудита пожарной безопасности и определения уровня риска*.

Произведение уровня риска и степени ожидаемого ущерба определяет группу риска объекта и устанавливает периодичность его проверки. Если произведение равно от 1 до 3, объект относится к низкой группе риска; от 4 до 9 – к средней группе риска; 10 и более – высокая группа риска (таблица 2).

Таблица 2. – Определение группы риска объекта

Уровень риска	Категория	Степень тяжести ущерба			
		незначительный	допустимый	критический	катастрофический
		1	2	3	4
≤ 0,3	1	1	2	3	4
> 0,3 до 0,5	2	2	4	6	8
> 0,5 до 0,7	3	3	6	9	12
> 0,7 до 0,8	4	4	8	12	16
> 0,8	5	5	10	15	20

Например, «Нефтеперерабатывающий завод имени Гейдара Алиева», на основании критериев отнесения проверяемых субъектов к группе риска для назначения плановых проверок, утвержденных Законом Азербайджанской Республики от 2 июля 2013 года № 714-IVQ «О регулировании проверок, проводимых в области предпринимательства, и защите прав предпринимателей», относится к высокой группе риска. По результатам аудита пожарной безопасности объект получает оценку уровня риска 0,65 (3-я категория) и степень тяжести последствий на уровне «допустимая» (2-я степень).

Произведение категории риска и степени тяжести последствий будет равняться 6, следовательно, в соответствии с предлагаемой матрицей определения группы рисков (см. таблицу 2) возможно снижение группы риска объекта с высокой на среднюю, тем самым изменение периодичности его контроля со стороны надзорных органов в рамках сроков, которые определены для объектов средней группы риска. Указанное снижение группы риска не приведет к снижению уровня пожарной безопасности объекта. Руководитель, у которого всегда имеется контрольный список вопросов, сможет контролировать состояние пожарной безопасности на объекте и принимать дополнительные меры по его повышению.

Основная цель введения этой системы состоит в том, что постепенно можно сократить уровень риска на объекте для того, чтобы уменьшить количество проверок. Поскольку при организации эффективных систематических мер по пожарной безопасности на таком объекте он выпадает из категории объектов, подвергающихся регулярному надзору.

Заключение эксперта о противопожарном состоянии объекта и его соответствии требованиям пожарной безопасности позволит руководителю осуществить дополнительный ряд мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности.

Еще одной важной целью внедрения аудита и классификации объектов, согласно результатам независимой оценки, является определение страховых тарифов для каждой группы объектов с учетом величины риска. Механизм использования страхования для целей обеспечения пожарной безопасности может быть реализован посредством корректировки страховых тарифов в зависимости от уровня риска пожарной опасности объекта страхования. Таким образом, может быть запущен побудительный механизм повышения уровня пожарной безопасности объектов страхования, в основе которого лежит снижение ущерба от пожара.

Указом Президента Азербайджанской Республики от 25 декабря 2007 г. № 519 «О страховой деятельности» определен перечень отдельных объектов, в отношении которых ответственность за вред, причиненный деятельностью, связанной с их эксплуатацией, подлежит обязательному страхованию. В положениях данного Указа также обозначено, что страховщик вправе отказать в выплате страхового возмещения при утрате (гибели) или повреждении строений в связи с пожаром, если страхователь допустил грубое нарушение правил пожарной безопасности и (или) хранения огнеопасных и взрывоопасных веществ и предметов.

Согласно «Положению о страховой деятельности в Азербайджанской Республике», утвержденному Указом Президента, заключение договора обязательного страхования осуществляется на основании письменного заявления страхователя с приложением к нему пакета документов, включающего, в том числе, копии актов (справок) по результатам последних проверок, проведенных надзорными органами (в частности, Министерством по чрезвычайным ситуациям).

Разработка и внедрение аудита пожарной безопасности в Азербайджанской Республике подразумевают пересмотр списка объектов, подлежащих обязательному страхованию, а также установление зависимости размера страховых выплат от результатов аудита и заключения эксперта о независимой оценке.

В основу для градации страховых взносов в зависимости от нарушений были взяты «Правила применения системы скидок и надбавок к страховым взносам по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств по договорам внутреннего страхования исходя из аварийности использования транспортного средства», утвержденные Указом Президента Азербайджанской Республики от 25.12.2007 г. № 520 (в редакции Указа Президента Азербайджанской Республики от 24.05.2011 г. № 165).

Так, Указом Президента Азербайджанской Республики 24 июня 2011 г. № 165 «О внесении изменений и дополнений в указы Президента Азербайджанской Республики по вопросам страховой деятельности» внесены изменения в Указ Президента Азербайджанской Республики от 25 декабря 2007 г. № 520 «Об установлении размеров страховых тарифов, страховых взносов, лимитов ответственности по отдельным видам обязательного страхования», а именно добавлена норма, определяющая лимит ответственности и годовых страховых взносов по обязательному страхованию гражданской ответственности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей за вред, причиненный деятельностью, связанной с эксплуатацией объектов. Размеры лимитов ответственности и годовых страховых взносов жестко закреплены в зависимости от наличия либо отсутствия у страхователя случаев причинения вреда другим лицам при осуществлении деятельности, связанной с эксплуатацией объекта, за три года, предшествующих заключению договора страхования.

Взаимосвязь аудита пожарной безопасности и обязательного противопожарного страхования подразумевает, что страхователь вместе с заявлением представляет страховщику заключение по результатам независимой оценки риска. На основании данного заключения и присвоенного балла объекту страховщик применяет систему скидок и надбавок к страховым взносам.

При заключении договора страхования страхователю устанавливается класс опасности в соответствии с полученным баллом по результатам оценки риска, на основании которого устанавливается значение корректирующего коэффициента к сумме страхового взноса (таблица 3).

Таблица 3. – Классы опасности объекта в зависимости от оценки риска

Класс опасности	Оценка по результатам аудита	Значение корректирующего коэффициента (К)
H3	> 0,89	2,0
H2	свыше 0,8 до 0,89	1,5
H1	свыше 0,7 до 0,8	1,2
C0	свыше 0,6 до 0,7	1
C1	свыше 0,5 до 0,6	0,9
C2	свыше 0,4 до 0,5	0,8
C3	свыше 0,3 до 0,4	0,7
C4	свыше 0,2 до 0,3	0,6
C5	до 0,2	0,5

При проведении повторного аудита и изменении уровня риска объекта страхователь по окончании годового срока страхования изменяет класс опасности в зависимости от оценки риска и производит начисление страховых тарифов с учетом новых коэффициентов. Например, «Нефтеперерабатывающий завод имени Гейдара Алиева» относится ко II типу опасных объектов. Размеры годовых страховых взносов по обязательному страхованию гражданской ответственности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей за вред, причиненный деятельностью, связанной с эксплуатацией опасных объектов II типа,

утвержденные Указом Президента Азербайджанской Республики от 25.12.2007 г. № 520 (в редакции Указа Президента Азербайджанской Республики 24.05.2011 г. № 165), составляют 286 евро при отсутствии страховых случаев за три года, предшествующих заключению договора страхования, и 572 евро при их наличии.

Предположим, что по результатам аудита пожарной безопасности объект получает оценку уровня риска 0,85. На основании данной оценки страховая организация устанавливает класс опасности объекта в соответствии с разработанными критериями Н2 и производит перерасчет страхового взноса с учетом коэффициента соответствующего класса опасности – 1,5 (см. таблицу 3).

Таким образом, суммы страховых взносов, установленных для опасных объектов II типа, возрастут в полтора раза. При выполнении на объекте дополнительных мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности возможно снижение уровня опасности объекта и корректировка страховых тарифов в сторону уменьшения их размеров.

По результатам проведенной независимой оценки риска каждому объекту присваивается балл, в соответствии с которым в последующем контролирующим органом определяется группа риска объекта и устанавливается периодичность его проверки и корректировка планов проверки объектов.

Метод проведения независимой оценки риска с точки зрения затрат времени и стоимости наиболее эффективно представлен в виде использования контрольных списков вопросов, так как анализ осуществляется на основании списка вопросов с четкими инструкциями.

**Заключение.** С точки зрения противопожарного страхования, определение уровня риска объекта, анализ возможных сценариев возникновения аварий и расчет величины убытков для предприятия и страховой организации позволяют осуществить ряд мероприятий, направленных на снижение риска и вероятности возникновения аварии. Кроме этого, такой подход позволяет также оптимизировать размер страховых выплат.

Реализация аудита пожарной безопасности выступает в качестве дополнительного стимулирования субъектов хозяйствования к повышению пожарной безопасности, выраженного в зависимости от уровня пожарного риска объекта, периодичности проверок со стороны государственного пожарного надзора и установлении страховых тарифов при заключении договора обязательного страхования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами / О.М. Волков. – М. : Недра, 1984. – 151 с.
2. Алымов, В.Т. Техногенный риск. Анализ и оценка / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М. : Академкнига, 2004. – 118 с.
3. Развитие методических основ оценки риска ЧС в резервуарных парках с использованием методов системного анализа / С.Г. Аксенов [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 131–136.
4. Assessment of accident risk at refinery tank farms of oil refining enterprises in the Republic of Azerbaijan / F.H. Asadov [et al.] // Global Science and Innovation [Text] : materials of the XI International Scientific Conference, Chicago, May 24th–25th, 2017 // Publishing office Accent Graphics communications. – Chicago. – USA, 2017. – P. 248–254.

Поступила 11.05.2018

#### PROBLEMS OF ASSESSMENT OF RISK OF ACCIDENTS IN TANK FARMS OF OIL-REFINING ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

**R. IMANOV, S. MAMEDOVA, V. BIRUK**

*The paper deals with the issues of the risk assessment of emergencies at oil and petroleum products storage facilities that can lead to fires and explosions on the example of oil refineries of the Republic of Azerbaijan. The analysis of statistical data on fires in tanks in the petrochemical and oil refining industry is carried out. The causes and conditions of the accidents emergence, typical consequences, damaging factors, and basic methods for risk assessment are analyzed. The necessity of prediction and assessment of the accidents consequences is justified as well as measures to reduce the risk of accidents are proposed in the paper.*

**Keywords:** objects of storage of oil and oil products, assessment of the risk of accidents, the causes and conditions of accidents, measures for reducing risk.