

УДК 005:614.841.34:665.71

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Бирюк В.А., Булавка Ю.А., Иманов Р.Н.о.

Рассмотрены научно-методические представления об анализе риска, возникающего при эксплуатации аварийно-опасных производственных объектов. Проанализирована система научно-технического обеспечения промышленной безопасности данных объектов, включающая процедуру идентификации опасностей и оценку уровня потенциального риска, угрожающего человеку, обществу, имуществу и экологии. На основании полученных данных показана необходимость разработки информационно-аналитических методик, представляющих комплекс, состоящий из математических моделей и систем анализа риска, использование которых будет способствовать более эффективному расходованию и распределению ресурсов, направленных на обеспечение безопасности и интегрированию в систему управления промышленной безопасностью предприятий.

Ключевые слова: промышленная безопасность, опасный производственный объект, аварийный риск, методология анализа риска, надежность.

(Поступила в редакцию 24 сентября 2018 г.)

Введение. В настоящее время актуальными являются вопросы обеспечения промышленной и пожарной безопасности на объектах добычи, переработки и транспортировки нефти, нефтепродуктообеспечения, химии и нефтехимии. Подтверждение тому – статистика аварийности на крупных промышленных комплексах. К тому же внедрение передовых технологических решений в процессы добычи, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов, предполагающих использование сложных и дорогостоящих разработок, вызывает необходимость комплексного подхода к анализу последствий возможных аварийных ситуаций с целью минимизации материального ущерба и человеческих жертв.

Несмотря на сформированность научно-методических основ теории анализа аварийных рисков, разработки методологии оценки частот, характеризующих реализацию различных вариантов сценария возникновения и развития аварийных ситуаций, построение моделей, описывающих образование полей для различных поражающих факторов, и сейчас в ряде стран, в том числе в Республике Беларусь и Азербайджанской Республике, отсутствуют принятые на национальном уровне и законодательно закрепленные методы анализа аварийных рисков для опасных производственных объектов, а применяемые методики характеризуются фрагментарностью, заимствованием из российской законодательной базы, что не позволяет в достаточно полном объеме решать требуемые задачи на практическом уровне [1].

На наш взгляд, обоснованное ранжирование наиболее значимых и актуальных проблем обеспечения промышленной безопасности для крупных промышленных комплексов позволит более эффективно распределять имеющиеся финансовые и научные средства и ресурсы. Выбор приоритетных задач должен основываться на реальной выполнимости планируемых программ и (или) мероприятий, которые при их реализации будут характеризоваться наибольшей отдачей с единицы затраченных средств для минимизации опасностей техносферы.

Таким образом, для выбора приоритетности определенной проблемы доминирующим фактором является не только размер наносимого ущерба, а также экономическая и социальная эффективность разрабатываемых мероприятий, направленных на решение и (или) ликвидацию факторов аварийного риска. Для объективности выполняемой оценки уровня экономического, социального и экологического ущербов от аварий необходим универсальный концептуальный подход, который позволяет производить сравнительный анализ по критериям эффективности и затратности различных направлений повышения уровня безопасности техносферы.

Основная часть. Изучение международных подходов в исследуемой области показало, что методология анализа опасностей и оценки риска в нефтехимической промышленности сформировалась как самостоятельное новое научное направление. Вместе с тем в Азербайджанской Республике данное научное направление находится пока лишь на стадии

становления и существующий научный фундамент для анализа риска не соответствует потребностям общества.

В области промышленной безопасности термин «риск аварии» необходимо рассматривать, используя количественные показатели, характеризующие меру опасности опасных производственных объектов (ОПО) в случае возникновения аварии. Основные задачи анализа риска на ОПО заключаются в получении достоверной и объективной информации о состоянии промышленной безопасности объекта, сведений о наиболее опасных, слабых местах с точки зрения безопасности, обоснованных рекомендаций по уменьшению риска.

Термин «опасность» связывают в первую очередь с возможностью возникновения явлений, процессов, действий или условий функционирования ОПО, которые могут нанести ущерб здоровью людей, привести к их гибели, нанести ущерб окружающей среде или способствовать потере сохранности материальных ценностей.

Наиболее часто в качестве общего показателя опасности аварии принимаются числовые характеристики случайной величины ущерба от аварии, которые могут выражаться как в натуральных, так и в условных единицах (абсолютных или относительных, удельных). В первом случае, когда это выражается человеческими жизнями, оценивают так называемый индивидуальный, коллективный и социальный риск гибели людей при авариях на ОПО. В случае, когда опасность возникновения аварии измеряют риском материальных потерь, оценивают не только средний ожидаемый ущерб, но и определяют функцию распределения этой случайной величины и F/n -кривую. По ней оценивают наиболее опасные и наиболее вероятные сценарии аварии и возможные потери в них [2]. Пример F/n -кривой приведен на рисунке 1.

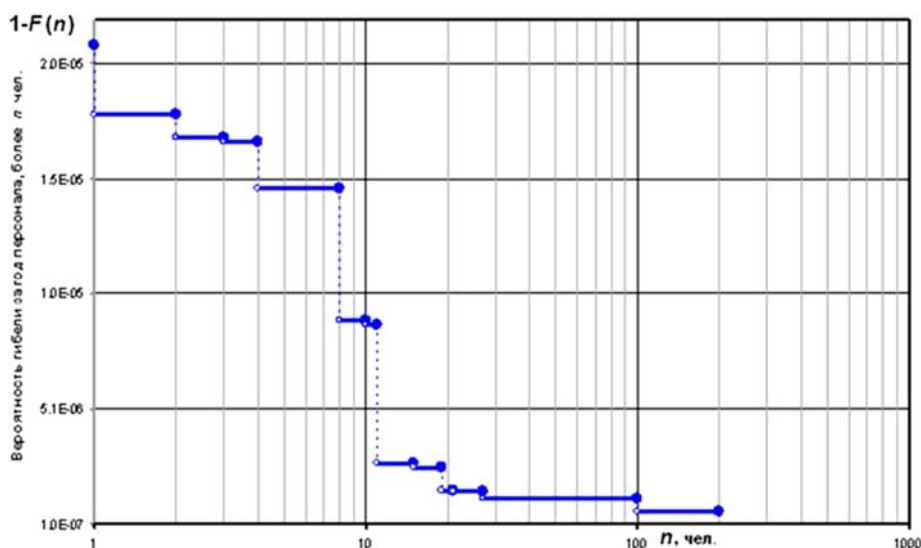


Рисунок 1. – F/n -кривая числа погибших при аварии в резервуарном парке

В мировой практике одним из наиболее действенных путей решения проблемы снижения аварийности при эксплуатации опасных производственных объектов является метод оценки риска аварий. Не остаются в стороне от мировых тенденций и страны участники Евразийского экономического союза, что подтверждается введением методов риск-анализа в новые нормативные документы, первым из которых является Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» [3].

Данный документ устанавливает минимально необходимые требования безопасности машин и (или) оборудования при разработке (проектировании), изготовлении, монтаже, наладке, эксплуатации, хранении, транспортировании, реализации и утилизации в целях защиты жизни или здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей. При подтверждении соответствия машин и оборудования требованиям вышеназванного регламента необходимо готовить обоснование безопасности – документ, содержащий анализ риска, а также сведения из конструкторской, эксплуатационной, технологической документации о минимально необходимых мерах по обеспечению безопасности, сопровождающий машины и (или) оборудование на всех стадиях жизненного цикла и дополняемый сведениями о результатах оценки рисков на стадии эксплуатации после проведения капи-

тального ремонта. Кроме этого, в одной из статей регламента приводятся условия обеспечения допустимого риска на основе идентифицированных видов опасностей.

Еще одной немаловажной областью применения анализа рисков является разработка декларации промышленной безопасности для действующих и вновь строящихся ОПО в соответствии с Законом Республики Беларусь № 354-З «О промышленной безопасности» [4]. Согласно нормативным требованиям [5] под риском понимают вероятность нежелательного происшествия с определенными последствиями, происходящего в определенный период и при определенных обстоятельствах, выраженную как частотой (количеством происшествий за единицу времени), так и возможностью определенного происшествия, следующего за начальным происшествием, а анализ риска – это систематический анализ информации для идентификации опасностей и оценки величины риска для человека, общества, имущества или окружающей среды.

Одним из основных разделов декларации промышленной безопасности является раздел 2 «Результаты анализа состояния промышленной безопасности», который включает сведения об опасных веществах, их наименование, степень их опасности и характер воздействия на организм человека и окружающую среду, в том числе при возникновении аварии; общие сведения о технологическом процессе; сведения о результатах анализа риска аварии. Кроме этого, в структуре расчетно-пояснительной записки, являющейся приложением к декларации промышленной безопасности, обязательно наличие раздела «Анализ риска», который должен включать:

- 1) анализ произошедших аварий и инцидентов (обобщенные данные об авариях и инцидентах, произошедших на опасном производственном объекте);
- 2) перечень наиболее опасных по последствиям аварий и инцидентов, произошедших на аналогичных опасных производственных объектах;
- 3) анализ условий возникновения и развития аварий, в том числе:
 - определение возможных причин возникновения аварий и факторов, способствующих их возникновению и развитию;
 - описание сценариев аварий;
 - обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с учетом влияния исходных данных на результаты анализа риска аварий;
 - оценку количества опасных веществ, участвующих в авариях;
 - расчет вероятных зон действия поражающих факторов;
 - оценку возможного числа пострадавших, в том числе погибших, среди работников субъекта промышленной безопасности и иных физических лиц;
 - оценку возможного ущерба от аварий;
 - оценку риска аварий, включающую данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам субъекта промышленной безопасности на опасном производственном объекте и иным физическим лицам, нанесения ущерба имуществу субъекта промышленной безопасности и вреда окружающей среде.

Использование результатов анализа риска в процессе разработки декларации промышленной безопасности ОПО позволяет идентифицировать наиболее опасные производственные участки декларируемого объекта и наиболее значимые опасные факторы, влияющие на показатели безопасности, ранжировать их в соответствии с уровнем опасности, которые количественно подтверждены уровнем риска, и сравнивать их с уровнем приемлемого риска.

Кроме того, анализ риска является составной частью Положения о производственном контроле ОПО [6], одной из задач которого является анализ состояния промышленной безопасности в субъекте промышленной безопасности и разработка мероприятий, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности и предотвращение вреда и материального ущерба работникам субъекта промышленной безопасности, третьим лицам, окружающей среде. Результаты проведенного анализа служат также исходной информацией для координации работ, направленных на предупреждение аварий и инцидентов на ОПО и (или) потенциально опасных производственных объектах.

Как показывает обзор требований нормативной базы, анализ рисков возникновения аварий занимает все большее место в обеспечении промышленной безопасности производственных объектов. Наиболее полная и точная оценка прогнозов и последствий аварий на ОПО достигается при использовании количественных методов анализа риска, которые позволяют снизить субъективность выводов экспертов, оценивать уровни технической и технологической опасности различной природы, оценивать возможные последствия крупных

аварий на ОПО, принимать превентивные организационно-технические и управленческие решения по снижению уровня риска систем ОПО и определять их экономическую эффективность [7]. Вместе с тем в странах СНГ широко используются качественные методы анализа риска, которые отличаются существенной неопределенностью данных и наличием субъективных оценок потенциальной опасности.

Примером качественной оценки риска может служить практика, принятая в Республике Азербайджан. 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 их к конкретной группе риска. 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 осуществляется 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.

В настоящее время в отечественной нормативной базе появилась методика формирования системы оценки степени риска (утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 января 2018 г. № 43). Она также используется контролирующими (надзорными) органами в целях отбора субъектов для включения в планы выборочных проверок.

Для оценки степени риска государственные органы определяют критерии оценки степени риска, включающие порядок их оценки, период, за который они оцениваются, и повышающий коэффициент, применяемый при расчете индикатора высокой степени риска. Каждому критерию контролирующими (надзорными) органами присваиваются баллы.

Степень риска субъекта определяется путем суммирования баллов по всем примененным к нему критериям оценки.

После оценки степени риска осуществляется отнесение субъектов к определенной группе. Отнесение субъекта к группе с высокой степенью риска осуществляется, если присвоенная ему степень риска превышает индикатор высокой степени риска ИВ, который рассчитывается по формуле

$$IB = PK \frac{\sum K_n \cdot KB_n}{OK},$$

где PK – повышающий коэффициент, но не менее 1,2; K_n – количество субъектов с одинаковой степенью риска; KB_n – количество баллов, присвоенных каждому из субъектов с одинаковой степенью риска; OK – количество субъектов с риском, включенных в перечень.

Субъекты, отнесенные к группе с высокой степенью риска, рассматриваются контролирующими (надзорными) органами для включения в планы выборочных проверок с учетом имеющихся у этих органов ресурсов.

Вместе с тем в республиках отсутствует система методических документов, позволяющая единообразно проводить анализ и оценку опасностей на основе математических моделей, методик и компьютерных программ.

Развитие количественных методов оценки риска ОПО позволит кроме того рекомендовать индивидуальные меры безопасности, направленные на предупреждение аварий на конкретном производстве, выявлять слабые места каждой технической системы для последующего обоснования мер обеспечения безопасности, а также эффективно расходовать и распределять материальные ресурсы на обеспечение безопасности.

Международный и отечественный опыт проведения анализа опасностей и риска показывает, что количественные методы оценки опасности (которые в свою очередь могут разделяться на предварительный анализ риска и полномасштабный, с применением математических моделей выбросов, рассеяния опасных веществ и построением контуров индивидуального риска вблизи источников опасности) различаются по точности прогноза и объему необходимой исходной информации [8]. Применение тех или иных методов определяется поставленными задачами и целями оценки опасности.

Все существующие математические модели для оценки последствий и риска промышленных аварий, независимо от причин, к ним приводящим, могут быть разделены на три класса: сложные исследовательские модели; простейшие модели для экспресс-оценок; инженерные модели.

Кроме этого, в отдельную группу имеет смысл выделить комплексные системы анализа опасности и оценки риска.

В настоящее время наблюдается тенденция к построению комплексных интегрированных систем для анализа опасности и оценки риска на ОПО (ARAC, IIASA, SAFETI, MERA8). Они включают базы данных и разные модели для оценки риска и строятся на основе объединения моделей, как правило, инженерного класса, позволяют провести анализ большого спектра аварийных ситуаций (табл. 1).

Таблица 1. – Компьютерные программы оценки последствий и риска промышленных аварий на ОПО

Название	Разработчик	Область применения
ОБЛАКО	Логус, Красногорск, Россия	Оценка последствий аварий с сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ). Реализована нормативная методика РД 52.04.253-90. Определяет площадь и глубину поражения от первичного и вторичного облаков СДЯВ
ТОКСИ	ФГУП НТЦ «Промышленная безопасность», Россия	Расчет концентрационных полей для различных сценариев аварии с выбросом опасных веществ. Определяет число погибших на основе токсических доз поражения
HORS 2.0 (Hazard Objects Ranking System)	Институт риска и безопасности, Россия	Ранжирование опасных объектов в промышленном регионе на основе методик МАГАТЭ PNI (Potential Hazard Index), МАГАТЭ IAEA-TECDOC-727. Расчет характеристик зоны поражения от аварий со СДЯВ по методике РД 52.04.253-90. Включает базу данных по потенциально опасным объектам, веществам
DEGADIS (DENSE GAS DISPERSION)	Havens and Spicer, Arkansas Univ., USA	Моделирование распространения в атмосфере газов тяжелее воздуха (токсичных и взрывоопасных). Моделирование распространения опасных веществ от постоянно действующих и мгновенных источников
DEGATEC	Risk & Industrial Safety Consultants Ins., USA	Моделирование распространения в атмосфере газов тяжелее воздуха (токсичных и взрывоопасных) от постоянно действующих и мгновенных источников. Построение двумерных и трехмерных концентрационных полей

Продолжение таблицы 1.

Название	Разработчик	Область применения
EFFECTS 1.0/2.0	TNO, Holland	Моделирование различных опасных аварийных процессов при пожарах, взрывах и распространении токсических веществ. Расчет двухфазных потоков, испарения, дисперсии и т. п.
DAMAGE	TNO, Holland	Оценка воздействия на людей и строительные конструкции различных поражающих факторов аварий: тепловое излучение, ударная волна, токсическое воздействие, разлет осколков
CAMEO, ALOHA, MARPLOT	National Safety Council, USA	Оценка последствий аварии для более чем 5000 опасных веществ и определение необходимых мероприятий по их ликвидации. Моделирование распространения опасных веществ в атмосфере (ALOHA) и построение результатов расчета на карте (MARPLOT).
PHAST (Process Hazard Analysis Software Tools)	Det Norske Veritas, UK	Определение и анализ последствий аварий для 55 токсичных и взрыво-, пожароопасных веществ (зоны токсических поражений, огненный шар, факел, пожар пролива, взрыв и т. п.)

Следует отметить, что большинство из представленных моделей и систем анализа риска пригодны для моделирования только отдельных сценариев развития аварий и определенных типов поражающих факторов и не оценивают опасность производственного объекта в целом.

Для количественной оценки риска ОПО эти модели, как правило, малоприменимы, т. к. требуется рассмотрение большого числа возможных аварийных сценариев. К ним прибегают в отдельных случаях, когда можно ограничиться рассмотрением небольшого количества сценариев, можно использовать эти модели для количественной оценки риска.

Современные условия функционирования промышленных объектов характеризуются, с одной стороны, сформированностью общемировых подходов в необходимости оценки риска возникновения аварий на наиболее опасных объектах химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, а с другой стороны – разрозненностью и разобщенностью прикладных методик количественной оценки риска аварий и их последствий.

Все вышеупомянутые интегрированные системы для анализа опасности и оценки риска на ОПО используют в основном стационарные модели и модели для конкретных объектов нефтехимической отрасли промышленности. Эти системы не являются универсальными: объект их исследования – кратковременно действующие источники высвобождения энергии или опасных веществ; не ведется оценка экономического ущерба.

Заключение. К настоящему времени в мире сформировались научные основы оценки потенциальной опасности промышленных объектов с использованием методологического инструмента теории анализа риска, однако существующие методики носят фрагментарный характер и различную степень точности, кроме того, не существует единой (общепринятой) методики анализа риска.

Методы анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтехимической отрасли должны учитывать все значимые физические явления и эффекты, возникающие при реализации аварий; частотные характеристики различных сценариев возникновения и развития аварии, с учетом возникающих эффектов «домино»; проведение возможных мероприятий по снижению потенциальной опасности промышленных объектов; должны позволять решать задачу количественной оценки потенциальной опасности промышленных объектов для персонала и населения. Результаты анализа риска используются при декларировании, экспертизе промышленной безопасности; обосновании организационной технической решений по ее обеспечению; страховании; экономическом анализе «стоимость – безопасность – выгода»; оценке воздействия опасных производственных объектов на окружающую среду и в других случаях, связанных с управлением промышленной безопасностью.

Необходимо на основе развития теории анализа риска разработать методический аппарат количественного анализа риска крупных производственных аварий на объектах хранения, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов с использованием математических методов исследования. Данная методика должна рассматривать все возможные виды инцидентов и аварийных ситуаций с учетом их развития и результирующего воздействия на систему со всесторонней оценкой возможных последствий и разработкой предупредительных мер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иманов, Р.Н. Анализ пожарной опасности технологического процесса хранения нефти и нефтепродуктов на основе оценки риска / Р.Н. Иманов, В.А. Бирюк // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых: курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов), Минск, 7–8 апр. 2016 г. / Командно-инженер. ин-т МЧС Респ. Беларусь; орг. ком.: И.И. Полевода [и др.]: в 2 ч. – Ч. 1. – Минск: КИИ, 2016. – С. 39–40.
2. Гражданкин, А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 5. – С. 33–36.
3. О безопасности машин и оборудования: ТР ТС 010/2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/deptexreg/tr/Documents/P_823_1.pdf. – Дата доступа: 19.12.2017.
4. О промышленной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 2016 г., № 354-З // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
5. Об утверждении Положения о порядке разработки, оформления и представления декларации промышленной безопасности, внесения в нее изменений и (или) дополнений и учета таких деклараций [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 авг. 2016 г., № 627 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
6. Об утверждении Примерного положения об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности [Электронный ресурс]: Постановление МЧС Респ. Беларусь, от 15 июля 2016 г., № 37 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
7. Тверигин, А.А. Использование анализа риска в обеспечении промышленной безопасности / А.А. Тверигин // Технические науки – от теории к практике: материалы XVIII междунар. заоч. науч.-практ. конф., Новосибирск, 20 фев. 2013 г. / редкол.: Р.М. Ахмеднабиев [и др.]. – Новосибирск: СибАК, 2013. – С. 184–187.
8. Швецова-Шиловская, Т.Н. Научно-методические основы анализа аварийного риска производственных объектов / Т.Н. Швецова-Шиловская [и др.] // Химическая и биологическая безопасность. – 2012. – № 1–2. – С. 17–27.

METHODS OF RISKS ESTIMATION IN THE SYSTEM OF INDUSTRIAL SAFETY MANAGEMENT AT PETROCHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISES

Viktar Biruk, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

The state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

Yuliya Bulauka, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Educational establishment «Polotsk State University», Novopolotsk, Belarus

Rasim Imanov

The state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

Purpose. The scientific and methodological bases of risk analysis arising from possible accidents at hazardous industrial facilities are considered.

Methods. The comparison of modern domestic and foreign methods for risk analysis arising from possible accidents at hazardous industrial facilities for employees.

Findings. The understanding of risk of accidents from the perspective of industrial safety and social insurance is presented.

Application field of research. The system of scientific and technical methods for ensuring industrial safety of these facilities is considered, including identification of hazards and the assessment of the risk value to a person, society, property or the environment.

Conclusions. It was shown the need to develop information and analytical techniques that represent a complex of mathematical models and risk analysis systems allowing efficient use and allocation of resources for safety, and integrate into the industrial safety management system.

Keywords: industrial safety, hazardous industrial object, accidental risk, risk assessment methodology, reliability.

(The date of submitting: September 24, 2018)

REFERENCES

1. Imanov R.N., Biryuk V.A. Analiz požarnoy opasnosti tekhnologicheskogo protsessa khraneniya nefi i nefteproduktov na osnove otsenki riska [Fire hazard analysis of the process of storing oil and petroleum products based on risk assessment] *Proc. X Intern. scientific-practical conf.: «Obespechenie bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: problemy i perspektivy»*, Minsk, April 7–8, 2016. Minsk: Institute for Command Engineers of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus', 2016. Part 1. Pp. 39–40. (rus)
2. Grazhdankin A.I., Lisanov M.V., Pecherkin A.S. Ispol'zovanie veroyatnostnykh otsenok pri analize bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov [Using probabilistic assessments in the safety analysis of hazardous production facilities]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2001. No. 5. Pp. 33–36. (rus)
3. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti mashin i oborudovaniya. TR TS 010/2011»* [Technical regulations of the Customs Union «On the safety of machinery and equipment. TR CU 010/2011»], available at: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Documents/P_823_1.pdf (accessed: December 19, 2017). (rus)
4. *O promyshlennoy bezopasnosti* [About industrial safety]: *Law of the Republic of Belarus, January 5, 2016, No. 354-Z*. Konsul'tant Plyus, Belarus. OOO «YurSpektr», National Center of Legal Information of the Republic of Belarus. Minsk, 2018. (rus)
5. Ob utverzhdenii Polozheniya o poryadke razrabotki, oformleniya i predstavleniya deklaratsii promyshlennoy bezopasnosti, vneseniya v nee izmeneniy i (ili) dopolneniy i ucheta takikh deklaratsiy [On approval of the Regulations on the procedure for the development, execution and submission of the declaration of industrial safety, making changes and (or) additions to it and taking into account such declarations]: *Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, August 10, 2016, No. 627*. Konsul'tant Plyus, Belarus. OOO «YurSpektr», National Center of Legal Information of the Republic of Belarus. Minsk, 2018. (rus)

6. Ob utverzhdenii Primernogo polozheniya ob organizatsii i osushchestvlenii proizvodstvennogo kontrolya v oblasti promyshlennoy bezopasnosti [On approval of the Model provision on the organization and implementation of production control in the field of industrial safety]: *Decree of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus July 15, 2016, No.37*. Konsul'tant Plyus, Belarus. ООО «YurSpektr», National Center of Legal Information of the Republic of Belarus. Minsk, 2018. (rus)
7. Tverigin A.A Ispol'zovanie analiza riska v obespechenii promyshlennoy bezopasnosti [Using risk analysis in industrial safety]. *Proc. XVIII Intern. extramural scientific-practical. conf. «Technical sciences - from theory to practice», Novosibirsk, February 20, 2013*. Ed. by R.M. Akhmednabiev et al. Novosibirsk: SibAK, 2013. Pp. 184–187. (rus)
8. Shvetsova-Shilovskaya T.N., Polehina O.V., Gromova T.V., Gamzina T.V., Afanas'eva A.A., Nazarenko D.I., Ivanov D.E. Nauchno-metodicheskie osnovy analiza avariynogo riska proizvodstvennykh ob"ektov [Scientific and methodological basis for the analysis of emergency risk of production facilities] *Khimicheskaya i biologicheskaya bezopasnost'*, 2012. No. 1–2. Pp. 17–27. (rus)