

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА РИСКА СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ «РизЭкс-2М»

Грановский Э. А.

Генеральный директор  
Научного центра изучения рисков «РИЗИКОН».  
г. Северодонецк, Луганская обл., Украина

[Gran@rizikon.lg.ua](mailto:Gran@rizikon.lg.ua)  
[granovskiy@rizikon.ru](mailto:granovskiy@rizikon.ru)

Анализ риска структурно-сложных технологических систем невозможен без применения информационных технологий. Комплекс «РизЭкс-2М» позволяет выполнять все процедуры анализа опасности и оценки риска, регламентированные действующим международным и национальным законодательством.

Как выполнять оценку риска, какие модули комплекса и в какой взаимосвязи использовать зависит от того с какой целью анализ выполняется. В этой связи очень важным этапом является постановка задачи.

Поскольку невозможно оценить риск неопознанных опасностей вторым этапом является идентификация потенциальных опасностей. В программном комплексе «этот процесс формализован с реализацией исследования «HAZOP» сочетанием методов системного анализа и мозгового штурма.

Учитывается, что любой аварийный процесс происходит в результате случайных процессов возникновения и развития аварии, реализуемых вследствие отказов в системе «Машина – Человек».

Моделирование случайных процессов возникновения и развития аварии выполняется автоматизированным построением «дерева отказов» и системного «дерева событий» по результатам анализа опасности по процедуре «HAZOP», в которых вероятности отказов для базовых событий определяются с использованием базы данных «Надежность», содержащей информацию для более 7000 элементов технологических систем. При построении системного «дерева событий» учитывается не только вероятность срабатывания или отказа систем безопасности, но и их эффективность. Оптимизация системного «дерева событий» позволяет найти минимально необходимый набор конечных состояний и определить суммарные риски возможных аварийных процессов.

Для каждого конечного состояния в системном «дереве событий» моделированием рассеяния облака в атмосфере, с учетом опасных свойств выброшенной примеси и встречи облака со случайным источником зажигания формируется феноменологическое «дерево событий» с определением вероятности реализации возможных аварийных процессов.

Для анализа результатов моделирования процессов возникновения и развития аварии программа в автоматизированном режиме производит синтез «дерева отказов» с «деревами событий» с последующим определением «минимальных аварийных сочетаний», «минимальных проходных сочетаний» и значимости «базовых событий». Моделируются: мгновенный переход в паровую фазу при выбросе

многокомпонентной смеси сжиженных газов и перегретых жидкостей; истечение жидкости и газа в окружающее пространство как при образовании аварийного отверстия на теле аппарата, так и через систему трубопроводов при их порыве; испарение жидкости из пролива.

Определяется изменение во времени массы между нижним и верхним пределами и граница взрывоопасного облака.

Моделируется миграция облака по территории опасного объекта с учетом вероятности направления и скорости ветра в возможном диапазоне их изменения с определением вероятности встречи со случайными источниками зажигания. Определяется вероятность реализации различных режимов сгорания: «огненный шар», взрыв, вспышка (хлопок).

Блок «Аварийные события» включает в себя модули «Взрыв», «Пожар» и «Рассеяние ОХВ».

Модуль «Взрыв» позволяет выполнять расчеты с определением параметров ударных и взрывных волн в окружающем пространстве при детонации конденсированных веществ, при детонации и дефлаграции парогазовых облаков, при физических взрывах вследствие разрушения оборудования под давлением, при разрушении сосудов с перегретыми жидкостями (BLEVE). Моделируется разлет осколков.

Модуль «Пожар» позволяет определять интенсивность тепловых потоков в окружающем пространстве для пожара пролива, сгорания облака в виде «огненного шара» и факельного горения.

Модуль «Рассеяние ОХВ» позволяет определить изменение во времени и в пространстве концентрации вредных примесей в воздухе.

При моделировании аварийных процессов для каждого из них определяется условная вероятность поражения человека и материальные потери.

Для множества источников аварийных процессов на производственном объекте или в регионе с использованием модуля «Риск» рассчитываются поля территориального риска, производится построение F-N диаграмм. Определяются интегральные показатели риска: индивидуальный риск, ожидаемое число погибших, социальный риск. В процессе анализа риска могут приниматься решения для достижения приемлемого риска.

При заданной величине допустимого риска на основе принципа «ALARP» программа в автоматизированном режиме производит распределение требований к надежности систем, выполняющих функцию безопасности (SIL-анализ) с минимизацией затрат на безопасность.

Программный комплекс «РизЕкс-2М» успешно используется для решения практических задач безопасности при проектировании и эксплуатации сложных технологических систем взрывопожароопасных и химически опасных производств.