

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА АВАРИЙ

О.М. Проталинский, Д.В. Немчинов (АГУ)

Для построения системы принятия решений при оценке риска аварий предложено использовать стандартные подходы к анализу риска с применением методик, основанных на положениях искусственного интеллекта и математическом аппарате нечетких множеств. Это позволяет отображать историю формирования и развития аварийной ситуации и формировать рекомендации и команды по снижению риска аварий.

В настоящее время проблемы промышленной безопасности являются актуальными и сложными. Современное оборудование становится все более безопасным и надежным, и урон, наносимый им при возможных авариях, уменьшается. Однако на предприятиях продолжает эксплуатироваться устаревшее оборудование, которое выработало свой ресурс. Кроме того, даже новое оборудование имеет свойство выходить из строя. При этом могут случаться аварии, вследствие которых происходят выбросы в окружающее пространство теплоты и вредных веществ. Это может повлечь за собой гибель людей, нанести урон окружающей среде и значительный материальный ущерб.

Проблемы усугубляются тем, что в условиях внезапных аварий и внештатных ситуаций на производствах повышенного риска управляющий и оперативный персонал за короткое время должен воспринять большое количество информации и принять решение по недопущению дальнейшего развития аварии и снижению риска возникновения аварийных ситуаций. При этом на оператора возлагается большая ответственность за принимаемые решения.

Направлениями по снижению риска возникновения аварий являются: исследование закономерностей возникновения и развития аварийных ситуаций, разработка математических моделей и их использование для прогноза и определения наиболее рациональных путей снижения риска.

Основной трудностью в построении математических моделей и анализа риска является получение решений по снижению риска в условиях дефицита исходной информации и неопределенности в исходных данных.

Использование традиционных математических методов позволяет эффективно принимать решения только в тех условиях, когда параметры системы известны или их можно представить в виде фиксированных значений. Использование только детерминированных методов и моделей заставляет вносить определенность в те ситуации, в которых ее в действительности не существует.

Методики, построенные на положениях искусственного интеллекта, дают возможность использовать приближенные, но в то же время обладающие достаточной степенью эффективности, способы описания слабоформализуемых систем, для анализа которых невозможно применение традиционных математических методов.

Таким образом, возникает задача построения системы поддержки принятия решений, которая позволит получить управляющее воздействие (решение) по снижению риска аварий, основываясь на не-

достаточном объеме и неопределенности исходной информации.

Для повышения безопасности ТП и смягчения последствий или предотвращения аварий предлагается система управления по снижению риска аварий с элементами поддержки принятия решений (рис. 1).

Процесс управления по снижению риска включает следующие основные этапы: идентификация опасностей, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска.

Основные задачи *идентификации опасностей* – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа: не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

При идентификации определяется, какие элементы, технические устройства, технологические блоки или процессы в технологической системе требуют более серьезного анализа и какие представляют меньший интерес с точки зрения безопасности. Для решения этой задачи используется система идентификации предаварийных ситуаций [1], в основе функционирования которой лежит принцип использования формализованной с применением нечетких множеств информации в виде знаний оператора о данном ТП. В этом случае ситуация на объекте управления считается лингвистической переменной, а каждое ее значение формализуется с использованием математического аппарата нечетких множеств. На основе полученных данных об источниках опасностей оценивается риск возникновения той или иной аварийной ситуации.

Основные задачи этапа *оценки риска* связаны с определением частоты возникновения всех нежелательных событий, оценкой последствий возникновения нежелательных событий, обобщением оценок риска.

Для проведения анализа риска используется графическая модель (рис. 2) – древовидная структура, аналогичная дереву неисправностей [2]. Отличие заключается в том, что элементами модели могут быть не только события, переводящие систему из одного состояния в другое, но и процессы и явления различной природы.

Каждый элемент схемы считается лингвистической переменной. При этом формулировки событий,



Рис. 1. Система поддержки принятия решений по снижению риска аварий

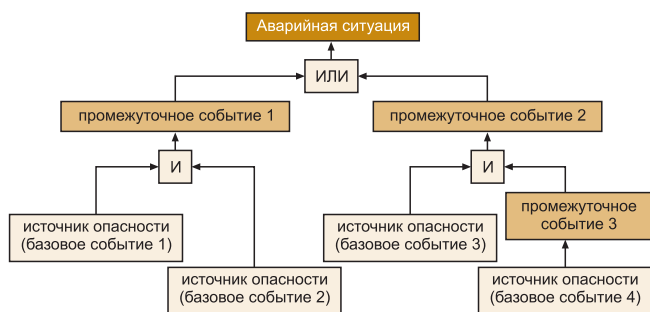


Рис. 2. Модель анализа риска возникновения аварийной ситуации

явлений, процессов меняются таким образом, чтобы была возможность их количественного описания. В основном применяются реальные физические или технические параметры. Если это не удастся, вводятся относительные показатели, коэффициенты, баллы и т.п. Функции принадлежности всех используемых в модели лингвистических переменных формулируются с привлечением экспертных знаний, и разрабатывается система логических правил формирования аварийной ситуации таким образом, чтобы при количественном анализе была возможность оценивать вероятность наступления аварийной ситуации.

После проведения анализа по каждому сценарию возникновения аварийной ситуации для определения риска ТП в целом проводится обобщенная оценка риска.

Обобщенная оценка риска (или степень риска) аварий отражает состояние промышленной безопасности с учетом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти на опасном производственном объекте, и основывается на результатах объединенных показателей рисков всех сценариев аварий с учетом их взаимного влияния и анализа неопределенности и точности полученных результатов.

Как правило, основными источниками неопределенностей являются неполнота информации по надежности оборудования и человеческим ошибкам, принимаемые допущения, используемые в модели аварийного процесса. Источники неопределенности идентифицируются, оцениваются и представляются в отчетах. Для решения этой задачи используется модуль экспертных оценок, позволяющий формировать мнения экспертов в виде БД системы.

В блоке *принятия решений по снижению риска* формируются рекомендации и команды по снижению риска аварий, которые базируются на результатах анализа возникновения отдельной аварийной ситуации и обобщенной оценке риска ТП, полученной с привлечением экспертной системы, использующей формализованную (с применением нечетких множеств) информацию о ТП. Меры по уменьшению риска имеют технический или организационный характер.

Формирование БД экспертной системы осуществляется исходя из стоящей перед ней задачи: обосновать и оценить эффективность предлагаемых мер по уменьшению риска и выдать рекомендации для достижения двух альтернативных целей [3]:

1) при заданных средствах обеспечить максимальное снижение риска эксплуатации опасного производственного объекта;

2) при минимальных затратах обеспечить снижение риска до приемлемого уровня.

Для определения приоритетности выполнения решений по уменьшению риска в условиях заданных средств или ограниченности ресурсов определяется совокупность мер, которые могут быть реализованы при заданных объемах финансирования, и производится ранжирование по показателю "эффективность – затраты".

Использование стандартных методов анализа риска в сочетании с математическим аппаратом нечетких множеств отображают всю историю формирования и развития аварийной ситуации. Сценарные диаграммы позволяют схематизировать возможные сценарии и траектории развития аварийных ситуаций; методы искусственного интеллекта и аппарат нечетких множеств дают возможность получить количественные оценки вероятности возникновения аварийной ситуации. Достоинство этого подхода составляет возможность учета основных факторов, влияющих на формирование аварийных ситуаций, среди которых могут быть как события различной природы, так и процессы, не имеющие четкого начала и окончания, а также физические закономерности и явления. С точки зрения количественных оценок аппарат нечетких множеств позволяет получить наиболее обоснованные выводы в условиях неполных, противоречивых и неопределенных исходных данных.

Описанная система поддержки принятия решений разработана применительно к процессу обеззараживания воды на промышленных водоочистных сооружениях с использованием хлора, но также может быть использована для оценки риска и формирования рекомендации по снижению риска аварий на различных промышленных объектах повышенной опасности.

#### Список литературы

1. Проталинский О.М. Применение методов искусственного интеллекта при автоматизации технологических процессов. Астрахань. Издательство АГТУ. 2004.
2. ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических схем. М.: Издательство стандартов. 2002.
3. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. Госгортехнадзор России // Безопасность труда в промышленности. 2001. №10.

*Проталинский Олег Мирославович – д-р техн. наук, проф.,*

*Немчинов Денис Валерьевич – ст. преподаватель Астраханского государственного технического университета.*

*Контактный телефон (8512) 57-73-95. E-mail: dnem@yandex.ru*