



зация технологических процессов и производств», Т.19.01 «Промышленное и гражданское строительство», Т.19.02 «Производство строительных изделия и конструкций», Т.19.03 «Строительство дорог и транспортных объектов», Т.19.06 «Водоотведение, водоснабжение, очистка природных и сточных вод», С.04.02 «Мелиорация и водное хозяйство» / сост.: П.П. Строкач, В.А. Халецкий, С.В. Басов, Э.А. Тур; Брестск. гос. техн. ун-т. – Брест: БрГТУ, 2011. – 35 с.

5. Михайлова, Н.С. Дидактическое сценирование в химическом образовании: возможности и перспективы, влияние на самообразовательную деятельность обучающегося / Н.С. Михайлова // Новое в методике преподавания химических и экологических дисциплин: сб. науч. ст. / УО «Брестск. гос. ун-т им. А. С. Пушкина», УО «БрГТУ»; Редкол.: Н.М. Голуб [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2010. – С. 113-118.

6. Химия: учеб. программа для спец. 1-36 01 01 Технология машиностроения; 1-36 01 03 Технологическое оборудование машиностроительного производства; 1-37 01 36 Техническая эксплуатация автомобилей; 1-37 01 07 Автосервис / В.А. Халецкий, Е.К. Антонюк; реценз.: Е.И. Василевская (БГУ); кафедра химии УО «БГУ им. А.С. Пушкина». – УО «БрГТУ» / утв. 23.02.2010; рег. номер УД-367 / баз.

УДК 621.039.001.5

Э.А. МИХАЛЫЧЕВА, А.Г. ТРИФОНОВ

ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси, г. Минск

ОЦЕНКА РИСКА И ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНОЙ СТАНЦИИ КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Основной задачей обеспечения безопасности атомной электростанции (АЭС) является защита населения, эксплуатационного персонала и окружающей среды от неприемлемого уровня радиационного воздействия, достигаемая техническими средствами и организационными мерами. Ядерная установка является техническим комплексом с высоким технологическим уровнем, с ней связана потенциальная опасность нанесения ущерба обществу и окружающей среде, а поэтому должны быть рассмотрены самые неблагоприятные сочетания эксплуатационных факторов и внешних воздействий.

В настоящее время приняты следующие *методы анализа безопасности АЭС*, которые в общем случае делятся на детерминистские и вероятностные [1].

Детерминистский метод предусматривает качественный анализ последовательности этапов развития аварий, начиная от исходного события через последовательность предполагаемых стадий отказов, деформаций и разрушения компонентов до установившегося конечного состояния системы. Ход аварийного процесса изучается и предсказывается с помощью математического моделирования и проведения сложных расчетов.

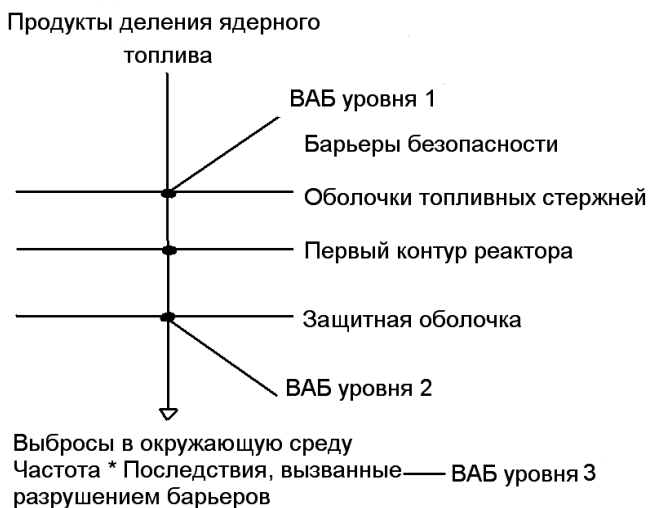
Вероятностный метод анализа безопасности (ВАБ) предполагает как оценку вероятности возникновения аварии, так и расчет относительных вероятностей того или иного пути развития процессов. При этом анализируются разветвленные цепочки событий и отказов оборудования, выбирается подходящий математический аппарат и оценивается полная вероятность аварий.

Методы ВАБ дополняют детерминистские методы исследования безопасности, т.е. оба метода применяются совместно.



Для атомных электростанций ВАБ обычно выполняется на следующих трех уровнях [1]:

- ВАБ уровня 1, который определяет риск повреждения тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), находящихся в активной зоне и/или в бассейне выдержки;
- ВАБ уровня 2, который определяет риск и пути возможных радиоактивных выбросов в окружающую среду;
- ВАБ уровня 3, который оценивает влияние выбросов на здоровье, а также иные общественные риски, такие как загрязнение территории.



Концепция анализа риска энергоблока АЭС находится в соответствии с концепцией глубоко эшелонированной защиты (создание барьеров безопасности). На рисунке 1 показаны барьеры безопасности, нарушение которых исследуется при выполнении ВАБ.

Рисунок 1 – Связь уровней ВАБ с барьерами безопасности

Основные цели проведения ВАБ:

- обеспечить систематический анализ для получения уверенности в том, что проект отвечает общим целям безопасности и нет непропорционально большого вклада отдельной характеристики или исходного события в общее значение риска;
- обеспечить оценку вероятности возникновения тяжелого повреждения активной зоны и оценку риска крупных выбросов за пределы площадки;
- установить системы, для которых снижение вероятности возникновения тяжелых аварий или смягчение их последствий возможно путем улучшения проекта или модификации эксплуатационных процедур.

Целью полномасштабного ВАБ является оценка совокупного риска нежелательных последствий для энергоблока АЭС от всех возможных видов инициаторов (воздействий). В качестве основного источника опасности рассматривается радиоактивное вещество (тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы) в активной зоне и бассейне выдержки, жидкие радиоактивные отходы и т.д.). Численной мерой нежелательных последствий является риск, определяемый как вероятность возникновения ущерба в отношении населения и материальных ценностей. Математически риск (P) при эксплуатации энергоблока АЭС может быть представлен как произведение частоты события ($Ч$) на последствия (ущерб) (Π), обусловленные этим событием:

$$P = Ч \times \Pi$$

ВАБ уровня 1 для внутренних иницирующих событий (ИС), обусловленных отказами оборудования и ошибками персонала включает в себя выполнение следующих задач [2]:

- 1) сбор проектной и эксплуатационной информации об энергоблоке. Отбор и группирование эксплуатационных состояний энергоблока АЭС;



- 2) отбор и группирование инициирующих аварии событий (ИС); анализ критериев успеха;
- 3) моделирование аварийных последовательностей;
- 4) анализ надёжности систем, зависимостей и надёжности персонала;
- 5) разработка вероятностных моделей энергоблока АЭС;
- 6) выполнение количественных расчётов ВАБ-1;
- 7) анализ неопределённости, чувствительности и значимости;
- 8) оценка уровня безопасности по результатам ВАБ-1.

Выполнение ВАБ-1 носит итеративный характер, в большинстве случаев достаточно выполнить две итерации.

При выполнении ВАБ-1 данные для перечня возможных *эксплуатационных состояний энергоблока* (для режимов работы энергоблока на малом уровне мощности и в период останова может более 100) обычно получают из технологического регламента (для эксплуатируемых энергоблоков АЭС); опыта эксплуатации анализируемого энергоблока АЭС и энергоблоков АЭС с аналогичным типом реактора.

Одной из основных задач при *анализе и отборе ИС* является составление перечня внутренних ИС, для которых в последующем разрабатываются деревья событий (ДС). В перечень включаются все единичные или множественные отказы систем, оборудования, элементов или ошибочные действия персонала АС, возникновение которых приводит к необходимости выполнения одной или нескольких функций безопасности или приводит к автоматическому или персоналом введению в действие одной или нескольких систем безопасности.

Следующей задачей ВАБ-1 является разработка *вероятностных моделей безопасности АЭС*. Дерево событий (ДС) представляет собой логическую диаграмму, которая определяет множество возможных конечных состояний АЭС, каждое из которых является реализацией промежуточных событий, могущих повлиять на процессы развития аварии при заданном ИС.

Структура простейшего дерева событий, показанная на рисунке 2, является характерной и для более сложных деревьев событий.

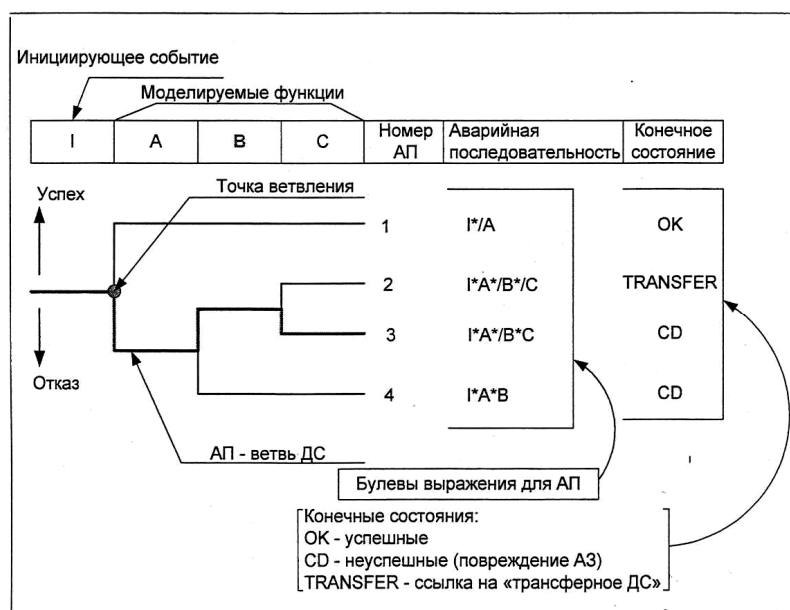


Рисунок 2– Структура дерева событий



Анализ *надежности систем* проводится с целью разработки логических моделей систем, корректно отражающих зависимости выполнения системой всех моделируемых функций от состояния компонентов системы, работы обеспечивающих систем, действий персонала или других факторов. Разработка и представление логической модели системы (дерева отказов) осуществляется обычно в графическом виде в среде выбранного программного кода и отображает параллельные и последовательные комбинации событий, которые могут привести к реализации заранее определённого нежелательного события.

Основными целями *интеграции модели* являются выполнение количественных оценок частоты тяжелого повреждения активной зоны для внутренних исходных событий, определение слабых мест проекта и доминантных вкладчиков в риск. Для интеграции модели необходимо выполнить загрузку в интегральную модель проекта деревьев событий; деревьев отказов систем; базы данных для первичных событий; наборов постулирующих событий; набор правил для минимальных сечений и т.д.

При выполнении ВАБ уровня 1 *оценка уровня безопасности энергоблока АЭС* проводится путём установления соответствия/несоответствия вероятности повреждения ядерного топлива (ТВЭЛ) целевому ориентиру по суммарной вероятности тяжелых запроектных аварий равному $1 \cdot 10^{-5}$ [3].

На рисунке 3 показаны некоторые результаты ВАБ-1, проведенного для энергоблока №5 Нововоронежской АЭС [2].



Рисунок 3 – Результаты ВАБ-1 энергоблока №5 Нововоронежской АЭС

Основными итогами проведения вероятностных оценок безопасности энергоблоков АЭС являются:

- установление показателей безопасности или показателей риска;
- сравнение их с показателями, характеризующими допустимый риск;



- перечень и детальное описание наиболее значимых АП в порядке убывания величины их вклада в частоту неуспешного конечного состояния;
- разработка проектов и сооружение по ним новых АЭС повышенной безопасности.

Решая задачи безопасности, необходимо учитывать психологическую сторону проблемы, которая сводится к тому, что никакой допустимый уровень выброса радиоактивных продуктов в аварийных ситуациях, даже если он не приводит к заметным последствиям, не воспринимается общественным мнением в качестве приемлемого, только концепция предотвращения всяких аварийных выбросов способна завоевать доверие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Острейковский, В.А. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ / В.А. Острейковский, Ю.В. Швыряев – М.: Физматлит, 2008. – 187 с.
2. Любарский, А.В. Вероятностный анализ безопасности АС уровня 1 / А.В. Любарский, Д.Е. Носков, Г.И. Самохин – М.: Труды НТЦ ЯРБ, 2010. – 166 с
3. Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Standards. – № SSG-3. – Вена, МАГАТЭ, 2010. – 193 с.

УДК 372.854

И.Б. МИШИНА, Т.А. БОРОВСКИХ, Г.М. ЧЕРНОБЕЛЬСКАЯ
ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Российская Федерация

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ШКОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время Россия переживает базисные изменения социально-экономической ситуации, суть которых в формировании рыночных отношений в экономике и либерализация социальной сферы. Важной составляющей перемен является вхождение России в современную информационную цивилизацию, когда объем информации удваивается каждые три года, список профессий обновляется более чем на 50% каждые семь лет и, чтобы быть успешным, человеку приходится менять место работы в среднем 3-5 раз в жизни. Фундаментальные академические знания в эпоху Интернет и электронных справочников перестают быть капиталом. От человека теперь требуется не столько обладание какой бы то ни было специальной информацией, сколько умение ориентироваться в информационных потоках, быть мобильным, осваивать новые технологии, самообучаться, искать и использовать недостающие знания или другие ресурсы.

Готовность к работе с информацией принято называть информационной компетенцией. По нашему мнению, формирование всех других компетенций обучающегося начинается именно с информационной компетенции.

А.В. Хуторской утверждает, что информационная компетенция формируется при помощи реальных объектов (телевизор, телефон, компьютер и т.д.) и информационных технологий (аудио- и видеозапись, электронная почта, СМИ, Интернет). В ее структуру входят умения и навыки учащихся по отношению к информации, содержащейся в учебных предметах и окружающем мире: само-