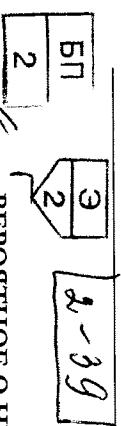


Фото 2,3,35 №и. 64

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩЕЕ СРЕДУ



ВЕРОЯТНОЕ О НЕВЕРОЯТНОМ: К ВОПРОСУ
О ВЕРОЯТНОМ АНАЛИЗЕ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

М.Н. Тихонов, М.И. Рылов
(РЭСплентр, Санкт-Петербург)

Рис.
Реэ. англ.

Значение любой заслуживающей науки в зависимости от того, какую роль играет в ней числа.

Э.Борель. Вероятность и достоверность

Наука только тогда достойна稱譽а, когда
ей удаётся пользоваться математикой

К.Маркс

Любые базовые принципы времена от времени подвергаются пересматриванию, всегда сопровождаемому специалистами, хотя бы для того, чтобы убедиться в их правильности, особенно когда практика даёт для этого столь очевидный повод.

Профессор Б.Г. Гордон

Фактически всегда получается так, что вероятностного анализа больше, чем считается проектировщиками.

Академик А.Д. Сахаров

Всё происходит в человеке, который знает, контролирует и который может.

Важно только осознать границы возможного.

А.Эйнштейн

Те проблемы, которые возникли как следствие несовершенства наших знаний в прошлом, невозможно разрешить на основе старых методов мышления

А.Эйнштейн

PROBABLE ABOUT TASE IN CREDIBLE: TO TASE QUESTION OF PROBABILISTIC SAFETY ANALYSIS OF NPPNUCLEAR POWER PLANTS

Тихонов М.Н., Рылов М. И.
(RECcentre, St. Petersburg)

There is given overview of the current state of the nuclear safety problem based on open domestic and foreign press. The main factors that have a direct impact on the risks uncertainty on nuclear power plants (NPP) from human erroneous actions for unforeseen failures and equipment on NPP at accidents and emergency situations are considered. The methodology of risk analysis and assessment of NPP that allows to combine the necessary variety thematic information and modern computing technology with the aims of NPP safety management under uncertainty conditions is submitted. In article the problem of critical situations and factors which can constitute a certain danger to the person, and also search and justification of a package of measures and means on their exception or decrease in an adverse effect rises.

Probabilistic analysis of safety is based on use of logic structures –fault trees and probability theory as base theory for processing casual variables.

Дан краткий обзор современного состояния проблемы безопасности ядерной энергетики по материалам открытой отечественной и зарубежной печати. Рассмотрены основные факторы, оказывающие непосредственное влияние на неопределенность рисков на атомных электростанциях (АЭС), начиная с ошибочных действий человека-оператора и заканчивая непредвиденными событиями и отказами оборудования АЭС в аварийных и чрезвычайных ситуациях. Представлена методология анализа и оценки риска АЭС, которая позволяет в усло-

виях неопределенности связать ведущую (синтез) необходимую разностороннюю тематическую информацию и современные вычислительные технологии с целью управления критичностью безопасности АЭС. Рассмотрено на практике использования комплекса мер и средств по их исполнению.

Вероятностный анализ безопасности базируется на используемых полигонических структурах – деревьев отказов и теории вероятностей как базовой теории для обработки случайных переменных. Отсутствие достоверных статистических данных и размытый, фрагментарный характер имеющейся информации по возможным отказам делает целесообразным рассмотрение их как нечетких событий. При этом события описываются с использованием функций принадлежности. Последние полностью характеризуют как значение соответствующего события, так и его возможный разброс.

Ключевые слова: ядерная энергетика, атомная электростанция, человеческий фактор, факторы опасности, тяжёлая авария, аварийная ситуация, радиационная авария, чрезвычайная ситуация, стрессовая нагрузка, облучённая тепловыделяющая сборка, ядерного реактора, радиация, радиоактивное загрязнение, доза облучения, радиационная безопасность, риск, тип данных, статистические критерии, распределение, вероятностный анализ безопасности АЭС, неопределенность, современные вычислительные технологии, программное обеспечение, управление риском, интегральные показатели, оценка воздействия на окружающую среду и персонал.

7. Реализация программы развития безопасности АЭС

В силу принципа двойственности любой субстанция (измененная сущность вещей) объективно имеет две стороны: плосы и минусы, достоинства и недостатки. Между диаметральными противоположностями (в наимен слу чае – опасностью и безопасностью) находятся промежуточные стадии, ступени, переходные процессы и состояния, характеризующиеся неопределенностью. Ядерные технологии небезопасны – аксиома, поэтому и спланированное образование, и тренажеры, ядерный и радиационный налазор и культура безопасности. В последние годы произошло кардинальное реформирование концепции безопасности. Концепция управления аварий заключается в том, что даже после отказа систем безопасности, аварии нужно управлять, используя другие системы в целях безопасности и/или системы безопасности по другому, чем планировалось первоначально, на значению. Цель: избавиться от тяжёлого повреждения активной зоны на сколько это возможно или, по крайней мере, преодолевание раннего отказа запитной оболочки. Даже серьёзные аварии правильными действиями могут быть сведены к минимальным последствиям. Но к этому нужно готовиться заранее, а не во время аварии, постоянно и на всех уровнях, прививая культуру безопасности.

За послание десятилетия ядерная энергетика сделала значительные усовершенствования по всем аспектам безопасности АЭС, в частности, в области человеческого фактора, искаючищие возможность катастрофических последствий. Усовершенствована система переведоготовки и аттестации персонала предприятий и аварийных формирований. Регулярно проводятся учения и тренировки. Изменена государственная организация управления АЭС, обеспечен постоянный профессиональный контроль – восстановлен професионализм управления. Созданы ОСЧС и 5 аварийно-технических центров (1992 г.) и ещё 7 в последующее время. Созданы система реалирования на аварии (система «Гарант» с ОПАС с центрами поддержки), аварийно – спасательная служба Росатома, автоматизированные и организационные системы («Рубеж», АСКРО, АСБТ). Одним из основных инструментов для решения общей задачи безопасности реакторов является совокупность вычислительных кодов, используемых для обоснования характеристик реакторов и анализа их изменения при разных исходных событиях, включая анализ физико-химических процессов при всех возможных путях развития аварии. Для анализа последних тяжёлых аварий на быстрых реакторах разрабатываются два кода нового поколения на базе многофункциональной многоскоростной термической неравновесной модели – СОКОРТА-БН и ЕВКЛМД [60]. Оба кода являются кодами интерпретального типа и обеспечивают моделирование всех стадий тяжёлой аварии вплоть до оценки дозы облучения населения.

Существенно изменена конструкция реактора. Она полностью соответствует постфукусимским требованиям: аварийная запитная оболочка, ловушка расплава активной зоны, пассивный отвод тепла из воздушного пространства под запитной оболочкой, рекомбинаторы водорода, система пассивного ввода бора. Станция оснащена всем набором дополнительных пассивных запинг, которые срабатывают независимо от человеческого фактора и налипчивой электропроцессии. Это пассивная система, работающая в любой ситуации. 22 октября 2013 г. подключен к энергосети, инструмент первый блок АЭС «Куданкулам». Это первая в мире атомная станция, построенная по постфукусимским требованиям безопасности. Если бы АЭС «Куданкулам» попала

под такой же удар землетрясения и цунами, как АЭС Фукусима-1, никаких последствий для окружающей среды не было бы. Российская атомная отрасль оказалась единственной, которая за годы после Фукусимы-1 не потеряла обём заказов, а увеличила их в два раза.

Атомной энергетике нет альтернативы в этом столетии, без неё нам не предодолеть энергетический кризис. Главные проблемы – это преодоление аварий и утилизации отработавшего топлива и РАО. Поскольку аварии неминимы, то на повестке дня – разработка реакторов, способных работать без тяжёлых аварий и замка ими всего парка АЭС.

Мировая атомная энергетика подходит к новому этапу своего развития на основе ядерных установок малых и средних мощностей. Энергетический запас установок малой и средней мощности позволяет создавать локальные сети с необходимым уровнем надёжности и запаса энергоресурса без присоединения к большим сетям. Наука подтверждает возможность достижения этой цели [61]. Столдни мы планируем развивать новое поколение гибридных ядерных энергетических систем. Оно может быть реализовано на основе концепции внутренне самозапущённых ядерных энергетических источников – жидкосолевых гибридных токамаков, в которых осуществляется самообеспечение топливом и эффективное преобразование энергии. Также у нас есть наработка по использованию обычных и быстрых реакторов малой мощности, которые по своему устройству обеспечивают себе пассивную безопасность.

Заключение

Уроки любой аварии важны анализом причин и поиском слабого звена для исключения повторов. Беда ядерной энергетики в сфере безопасности происходит из-за того, что тяжёлые аварии действительно могут случаться при выбранном способе генерации энергии и выбранных технологиях. Сомнительные оценки не могут повысить безопасность ядерной энергетики. ВАБ должен нам помочь, но его ответы нас не устраивают. Вряд ли применение самых совершенных математических методов и моделей способно привести к снижению вероятности событий (отказов). Законы физики не переделать.

Ни теория вероятностей, ни теория нечётких множеств, ни другие подобные теории не в состоянии каждая в отдельности адекватно описать или объяснять процессы, влияющие на безопасность АЭС. Несомненно, в общей связке с ВАБ они представляют собой molto математический аппарат.

Математические модели могут лишь указать с той или иной определённостью на связь отдельных отказов (их частоты) с вероятностью события. Для обеспечения безопасности ядерных энергетических объектов нельзя пренебрегать учётом даже таких факторов риска, проявление которых сопутствует крайне маловероятным. Если в энергосистеме, состоящей из звёздообразных реакторов, может произойти авария, то она произойдёт рано или поздно, если не успеть вывести из эксплуатации эти реакторы [62,63].

Будущее атомной энергетики вызывает много споров и ещё большие вопросы. Единства мнений нет. Роль Госкорпорации Росатом в экономике страны должна определяться не масштабами и предлагаемой динамикой её производства, а возможностью стать технологическим лидером инновационного сектора российской экономики [64]. Атомный комплекс необходимо рассматривать не только как одну из высокотехнологичных отраслей народного хозяйства, но и как своеобразный генератор высоких технологий,