

УДК 621.039-78

**ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС В БГУИР**

Е.Н. ЗАЦЕПИН, С.В. ДРОБОТ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 30 января 2015*

Представлены системы безопасности современной АЭС и особенности их изучения студентами БГУИР, которые обучаются в рамках Государственной программы подготовки кадров для ядерной энергетики Республики Беларусь на 2008–2020 гг.

*Ключевые слова:* системы безопасности АЭС, фундаментальные принципы безопасности, подготовка специалистов для Белорусской АЭС, автоматизированная система управления, ядерный реактор.

Ввиду насыщенности производственной сферы и повседневной жизни человека сложными техническими объектами, растет вероятность отказов и неполадок, а также ошибок человека в процессе их эксплуатации. Одной из основных задач государства является обеспечение безопасности своих граждан путем предотвращения аварий и катастроф, к которым могут приводить такие отказы. Масштаб крупных техногенных катастроф уже вполне соизмерим с чрезвычайными ситуациями военного времени. Начало 21 века характеризуется ростом числа чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, экологического и социального характера во всем мире. Таким образом, изучение учебной дисциплины «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» с учетом профессиональной деятельности выпускников вузов является исключительно актуальным. Будущие специалисты должны глубоко уяснить основные принципы безопасности и стать основными проводниками и организаторами мероприятий по обеспечению безопасности в различных сферах профессиональной деятельности. В рамках данной дисциплины на кафедре экологии БГУИР рассматривается ряд вопросов, связанных с обеспечением безопасности при эксплуатации ядерных энергетических реакторов. К ним относятся: дозиметрические величины, способы регистрации ионизирующих излучений, цепная ядерная реакция, устройство ядерного реактора, причины и последствия аварии на ЧАЭС, нормативные документы, действие ионизирующего излучения на тело и отдельные органы человека, методы и средства защиты. Особое внимание уделяется обеспечению безопасного проживания граждан в условиях радиоактивного загрязнения территорий после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

При подготовке специалистов в области электронных систем контроля и управления для Белорусской АЭС, которая ведется в БГУИР, вопросам обеспечения безопасности на АЭС по ряду понятных причин уделяется первостепенное значение. Главная особенность технологического процесса на АЭС заключается в образовании значительного количества радиоактивных продуктов деления в тепловыделяющих элементах активной зоны реактора. Для надежного удержания (локализации) радиоактивных продуктов в ядерном топливе и в границах сооружений атомной станции, строящейся в Беларуси по проекту АЭС–2006, предусматривается ряд последовательных физических барьеров, препятствующих их выходу в окружающую среду [1]. Как показывает практика, на АЭС возможны нарушения режимов нормальной эксплуатации и возникновение аварийных ситуаций с выходом радиоактивных веществ за пределы активной зоны, гермооболочки реакторного отделения и даже АЭС. Это

представляет потенциальный риск для персонала АЭС, населения и окружающей среды и требует принятия технических и организационных мер, снижающих вероятность возникновения таких ситуаций до приемлемого минимума. Обеспечение таких мер осуществляется системами безопасности и системами по преодолению запроектных аварий. К настоящему времени мировым сообществом выработаны общие принципы и требования по обеспечению безопасности АЭС. Они универсальны для всех типов реакторов, хотя и существует необходимость их адаптации к проектным или эксплуатационным особенностям конкретных реакторных установок. Эти принципы уточняются и дополняются по результатам опыта эксплуатации и анализа аварийных ситуаций. Основные принципы безопасности содержатся как в российской нормативной, так и в международной нормативно-регламентирующей документации. Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) и Международной консультативной группой по ядерной безопасности (INSAG) разработан ряд рекомендательных документов, определяющих общие подходы и принципы обеспечения безопасности. Сформулированы 12 фундаментальных принципов безопасности, три из которых связаны с управлением безопасностью, три – с глубоководной защитой и шесть – с техническими принципами обеспечения безопасности.

Системы безопасности, спроектированные с учетом этих фундаментальных принципов, позволяют значительно снизить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций в результате таких аварий как потеря электроснабжения, отказах аварийного электроснабжения, а также природных катаклизмах, приводящих к длительной потере внешней водной среды как конечного поглотителя тепла.

Основными инновациями в системах безопасности АЭС–2006 по сравнению с типовым проектом ВВЭР–1000 являются пассивные технологии: пассивный отвод тепла; пассивный залив активной зоны (гидроемкости первой и второй ступеней); пассивная фильтрация межоболочного пространства; пассивная локализация и удержание расплавленных материалов активной зоны. Применение пассивных систем предотвращает переход запроектных аварий в тяжелую стадию, при которой происходит сверхпроектное повреждение активной зоны, обеспечивает локализирующие свойства контейнмента и ограничивает количество радиоактивного выброса со станции.

Одной из важных систем АЭС, обеспечивающих высокую надежность ее работы, является автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП). Структура, основы функционирования, подсистемы и влияние АСУТП на безопасность АЭС изучаются в ряде дисциплин кафедры электроники БГУИР.

В современных АЭС АСУТП является многоуровневой распределенной системой, которая строится по иерархическому принципу. Уровень связи с технологическим объектом управления ТОУ (датчики, исполнительные устройства) обеспечивает подготовку и проведение автоматических измерений параметров технологического процесса, контроля состояния оборудования, отработку управляющих команд автоматического и автоматизированного управления и защит (подача силового питания на исполнительные устройства). Нижний уровень автоматизации обеспечивает прием и обработку данных автоматических измерений и контроля, обмен информацией с верхним уровнем АСУТП и осуществляет реализацию алгоритмов управления системами безопасности, технологических защит и блокировок, автоматического и автоматизированного (по командам оператора) управления.

Верхний уровень АСУТП обеспечивает обработку информации, полученную с нижнего уровня, ее архивирование, документирование и представление оперативному персоналу пунктов управления, осуществляет формирование команд автоматизированного управления технологическим процессом энергоблока, обеспечивает передачу необходимой информации в общестанционную систему управления.

Задача АСУТП состоит в выполнении контроля и управления технологическими процессами и оборудованием для обеспечения: ядерной и радиационной безопасности; надежности выработки электроэнергии; экономичности производственных процессов АЭС. Система должна удовлетворять требованиям существующих нормативно-технических документов с точки зрения обеспечения безопасности.

Особое внимание уделяется изучению системы управления и защиты (СУЗ), предназначенной для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и

энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечению контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров реакторной установки (РУ) и контроля положения органов регулирования. СУЗ обеспечивает поддержание параметров РУ в рамках эксплуатационных пределов при нормальных условиях эксплуатации, ограничение мощности вплоть до полного останова реактора и аварийную защиту при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, формирование сигналов защиты в исполнительную часть управляющих систем безопасности, обеспечивая тем самым безопасность АЭС.

Теоретический материал курса «АСУТП АЭС» закрепляется при выполнении лабораторного практикума в учебной лаборатории «Реакторная физика, управление и безопасная эксплуатация ядерных энергетических установок», которая была поставлена в БГУИР специалистами Национального исследовательского ядерного университета «Московский инженерно-физический институт» в рамках программы технической помощи МАГАТЭ [2].

#### Список литературы

1. Проект АЭС-2006. Основные концептуальные решения на примере Ленинградской АЭС-2. – ОАО «Санкт-Петербургский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект», 2011.
2. Учебная лаборатория «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ядерных энергетических установок». Том 4. Описание лабораторного практикума. М., 2012.