



УДК 539.1 + 621.039.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА И УСТРОЙСТВО ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ»

Дробот С.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь, drobot@bsuir.by

Аннотация. В статье рассмотрены структура учебной дисциплины «Ядерная физика и устройство ядерных энергетических реакторов», а также особенности использования информационных технологий на учебных занятиях по дисциплине.

Ключевые слова. Ядерная физика, ядерные энергетические реакторы, информационные технологии, электронный ресурс учебной дисциплины.

В настоящее время кафедра электроники БГУИР имеет пятнадцатилетний опыт подготовки специалистов в области электронных систем контроля и управления для Белорусской АЭС. Все поколения учебных планов, использовавшихся для подготовки таких специалистов, включают дисциплину «Ядерная физика и устройство ядерных энергетических реакторов», которая обеспечивает специалистов компетенциями по решению ряда практических задач, связанных с физикой работы ядерного реактора как одного из наиболее сложных объектов управления.

В соответствии с образовательными стандартами дисциплина предусматривает изучение основных понятий, терминов, законов ядерной и нейтронной физики, а также основных положений физики ядерных реакторов, необходимых для понимания нейтронно-физических процессов, протекающих в ядерном реакторе. В ряде тем программы изучаются вопросы, связанные с кинетикой ядерных реакторов и управлением ими, классификацией и конструктивными особенностями реакторов. Кроме того, рассматриваются материалы ядерной техники и основные этапы ядерного топливного цикла. В отдельном разделе достаточно подробно изучаются характеристики, структурные схемы, элементы и устройства основных систем и подсистем атомной электростанции (АЭС) с реактором ВВЭР-1000, а также особенности проекта «АЭС-2006».

Теоретический материал учебной дисциплины дополнен циклами лабораторных работ и практических занятий, которые позволяют студенту приобрести навыки выполнения нейтронно-физических расчетов, связанных с физикой работы реактора ВВЭР, моделирования явлений и процессов в реакторе в режимах нормальной эксплуатации и проектных аварий.

Усвоение данной дисциплины имеет важное значение для студентов поскольку является основой для изучения дисциплин, направленных на освоение смежных областей, связанных с методами и устройствами регистрации ионизирующих излучений, элементами систем контроля и управления ядерных энергетических установок», автоматизированными системами управления технологическими процессами атомной электростанции и других.

При подготовке учебной программы дисциплины и постановке различных видов учебных занятий был

взят ориентир на широкое использование современных информационных технологий в учебном процессе рассматриваемой дисциплины. Использование информационных технологий приводит не только к изменению содержания учебной деятельности студентов, которая становится все более самостоятельной и творческой, не только способствует реализации индивидуального подхода в обучении, но позволяет значительно улучшить качество обучения, повысить эффективность учебного процесса, обеспечить необходимый уровень профессионализма, а также повысить профессиональную компетентность и конкурентоспособность будущих специалистов. Все перечисленное становится особенно актуальным при подготовке специалистов для таких сложных отраслей науки и техники, какими являются ядерные технологии и ядерная энергетика.

При изложении теоретического материала разделов, посвященных нейтронной физике и физике ядерных реакторов, на лекционных занятиях используется мультимедийный курс по физике ядерных реакторов [1], который был получен в рамках сотрудничества БГУИР с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ). Мультимедийные вставки данного курса позволяют упростить изучение сложных нейтронных реакций, а также явлений, которые происходят в ядерном реакторе.

В цикле лабораторных работ по дисциплине используется учебная лаборатория «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ядерных энергетических установок» [2], разработанная специалистами Национального исследовательского ядерного университета «Московский инженерно-физический институт» по заказу МАГАТЭ и переданная БГУИР в рамках технической поддержки МАГАТЭ стран-новичков, которые находятся на начальном этапе реализации своей ядерной энергетической программы, с целью совершенствования подготовки специалистов для Белорусской АЭС.

Основным компонентом переданной учебной лаборатории является компьютерное программное средство, которое является многофункциональным анализатором режимов ядерной энергетической установки (ЯЭУ) с реактором ВВЭР-1000 на основе соответствующей математической модели.



Модель ЯЭУ в составе учебной лаборатории воспроизводит ЯЭУ в объеме, достаточном для изучения состава, характеристик, режимов эксплуатации, алгоритмов управления и защиты, действия технологических защит, блокировок, пассивных и активных систем безопасности реакторной установки.

Модель ЯЭУ в составе многофункционального анализатора режимов ЯЭУ с ВВЭР-1000 обеспечивает решение следующих задач:

- изучение физических особенностей ВВЭР и формирование целостного понимания процессов в активной зоне реакторной установки в ходе профессиональной подготовки специалистов;

- анализ физических процессов, происходящих в активной зоне в штатных режимах, в режимах с нарушениями нормальных условий эксплуатации и проектных аварийных режимах, их взаимосвязи с процессами в других системах энергоблока;

- прогнозирование эксплуатационных характеристик активной зоны и параметров топливного цикла;

- исследования алгоритмов работы системы управления и защиты реакторной установки в различных режимах.

Модель ЯЭУ может быть использована для прогнозирования параметров топливного цикла, в частности длительности топливной загрузки, значений пусковой концентрации борной кислоты и «температуры повторной критичности», а также полевых характеристик активной зоны.

С использованием указанной учебной лаборатории был разработан цикл лабораторных работ, позволяющий исследовать статические и динамические характеристики активной зоны реактора, провести исследования зависимостей реактивности «веса» органов регулирования СУЗ от их положения и параметров активной зоны, а также исследовать различные режимы работы реакторной установки.

Анализ и интерпретация результатов моделирования различных характеристик и параметров активной зоны, оборудования и ЯЭУ позволяют досконально изучить особенности физических процессов и явлений в активной зоне реактора и оборудовании ЯЭУ, а также изучить взаимосвязь и взаимовлияние параметров активной зоны и характеристик реакторной установки.

Информационные технологии используются в цикле практических занятий, на которых студенты выполняют различные физические и нейтронно-физические расчеты с использованием математического пакета MathCAD. Такой подход позволяет высвободить

время для более тщательного анализа и интерпретации результатов расчетов, а значит разобраться с физикой явлений. Все это в комплексе позволяет повысить уровень теоретической и практической подготовки студентов.

К настоящему времени разработаны и используются в учебном процессе электронный ресурс учебной дисциплины (ЭРУД) «Ядерная физика и устройство ядерных энергетических реакторов», размещенный на сайте библиотеки БГУИР [3], а также электронный образовательный ресурс, размещенный в системе электронного обучения БГУИР.

ЭРУД реализован в формате html и включает следующие разделы: учебная программа; теоретические материалы по всем темам лекций учебной программы; практическая часть, содержащая лабораторный практикум и материалы для практических занятий; контроль знаний, включающий примеры тестовых вопросов, пользуясь которыми студент может определить уровень своей подготовки, а также вопросы к экзамену.

Разработанный ЭРУД активно использовался при реализации удаленного обучения во время пандемии COVID-19 и показал свою эффективность.

Таким образом, информационные технологии в учебной дисциплине «Ядерная физика и устройство ядерных энергетических реакторов» используются на всех видах учебных занятий. На лекциях используется мультимедийный курс [1], на лабораторных занятиях – многофункциональный анализатор режимов ЯЭУ с ВВЭР-1000 [2]. Разработанный ЭРУД [3] в комплексе с [1-2] позволяет реализовать индивидуальный подход в обучении, что повышает эффективность учебного процесса и улучшает качество обучения.

Литература

1. Мультимедийный курс по физике ядерных реакторов. Версия 4.2. [Электронный ресурс] / Политехнический Университет Каталонии, МАГАТЭ. – 1 электрон. опт. диск.
2. Учебная лаборатория «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ядерных энергетических установок». В 4-х томах. – М. : МИФИ, 2012.
3. Дробот, С.В. Ядерная физика и устройство ядерных энергетических реакторов: электронный ресурс учебной дисциплины / С. В. Дробот. – Минск : БГУИР, 2018 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://erud.bsuir.by/kaf-elektroniki> (дата обращения: 27.02.2024).

USING OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ACADEMIC SUBJECT «NUCLEAR PHYSICS AND STRUCTURE OF NUCLEAR POWER REACTORS»

S.V. Drobot

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus, drobot@bsuir.by

Abstract. The article discusses the structure of the academic subject «Nuclear Physics and structure of Nuclear Power Reactors», as well as the features of the using of information technologies in training sessions of the subject.

Keywords. Nuclear physics, nuclear power reactors, information technologies, electronic resource of the academic subject.