

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156172	Контроль и управление ядерными энергетическими установками

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 1. 14.05.02/33.01
Направление подготовки 1. Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 1. 14.05.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Акифьева Наталья Николаевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	атомные станции и возобновляемые источники энергии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Контроль и управление ядерными энергетическими установками

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Контроль и управление ядерными энергетическими установками» состоит из дисциплин «Кинетика ядерных реакторов» и «Автоматизированные системы управления атомных станций». Дисциплина «Кинетика ядерных реакторов» изучает основные динамические характеристики, определяющие состояние реактора, точечная модель кинетики с учетом запаздывающих нейтронов, температурные обратные связи в ядерных реакторах, изменение изотопного состава активной зоны ядерного реактора в процессе работы, баланс реактивности и функции органов регулирования СУЗ. Дисциплина формирует представление о традиционных методах анализа переходных процессов в ядерных установках: как теоретических основах методов, так и правил их практического применения, а также способность применять эти методы для решения профессиональных задач. Дисциплина «Автоматизированные системы управления атомных электростанций» изучает принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), особенности построения АСУ ТП для атомных электростанций, структуру и функций АСУ ТП. Особое внимание уделяется теоретическим основам построения автоматических систем регулирования (АСР) в составе АСУ ТП. Изучается структурно-функциональная схема автоматизированных систем управления технологическим процессом на атомных станциях, система управления и защиты реактора, системы автоматического регулирования энергоблока

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Автоматизированные системы управления атомных станций	5
2	Кинетика ядерных реакторов	4
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Тепломеханическое оборудование АЭС2. Математическое моделирование физических процессов3. Физика и конструкции ядерных реакторов4. Дополнительные вопросы энергетики
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Атомные станции2. Монтаж, ремонт и модернизация оборудования атомных станций3. Государственная итоговая аттестация

--	--

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Автоматизированные системы управления атомных станций	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	3-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности
	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	3-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов
	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического	3-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов

	<p>оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять</p>	<p>З-12 - Характеризовать теоретические модели, используемые для описания динамики линейных объектов управления и элементов автоматических систем регулирования</p>

	<p>методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>У-9 - Определять оптимальные методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач</p> <p>У-11 - Выбирать стандартные пакеты автоматизированного проектирования и научных исследований для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт решения базовых задач анализа автоматизированных систем регулирования</p>
	<p>ПК-6 - Способен в составе рабочей группы организовывать безопасную и экономичную эксплуатацию реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции, в том числе проводить нейтронно-физические, теплогидравлические расчеты, анализировать технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты АС</p>	<p>З-9 - Описывать функции, оборудование и особенности работы систем автоматического управления технологическими процессами атомных станций</p> <p>У-9 - Проводить физические, теплофизические, и теплогидравлические расчеты и измерения для обоснования и контроля режимов эксплуатации ядерных энергоблоков</p> <p>У-12 - Анализировать алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты атомных станций с точки зрения обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации</p> <p>Д-1 - Демонстрировать готовность соблюдать принципы культуры безопасности при эксплуатации систем и оборудования атомных станций</p>
Кинетика ядерных реакторов	<p>ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>З-6 - Описывать нестационарные процессы, происходящие в ядерном реакторе</p> <p>У-4 - Соотносить процессы, происходящие в оборудовании объектов использования атомной энергии, с теоретическими представлениями физики ядерных реакторов</p> <p>У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-10 - Выбирать методы теоретического и экспериментального исследования с учетом специфики поставленной задачи</p>
	<p>ПК-3 - Способен в составе рабочей группы</p>	<p>З-5 - Изложить теоретические основы расчетно-экспериментальных методов,</p>

	<p>проводить испытания основного и вспомогательного оборудования атомных станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации, проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом</p>	<p>используемых для оценки эффективности органов системы управления и защиты реакторных установок</p> <p>У-3 - Определять оптимальные методы проведения нейтронно-физических измерений</p> <p>У-4 - Обосновать выбор оборудования для определения нейтронно-физических параметров</p>
	<p>ПК-6 - Способен в составе рабочей группы организовывать безопасную и экономичную эксплуатацию реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции, в том числе проводить нейтронно-физические, теплогидравлические расчеты, анализировать технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты АС</p>	<p>З-10 - Описывать структуру, функции системы управления и защиты реакторной установки, способы градуировки стержней СУЗ</p> <p>З-14 - Описывать порядок и особенности проведения операций пуска, останова, подъема и снижения мощности ядерного реактора, изменения режимов его работы</p> <p>У-9 - Проводить физические, теплофизические, и теплогидравлические расчеты и измерения для обоснования и контроля режимов эксплуатации ядерных энергоблоков</p> <p>У-11 - Решать базовые задачи анализа динамики реакторных установок различных типов</p> <p>П-6 - Подготовить в соответствии с требованиями отчет по результатам расчетов нейтронно-физических теплогидравлических характеристик активной зоны, в том числе графическую документацию</p> <p>Д-1 - Демонстрировать готовность соблюдать принципы культуры безопасности при эксплуатации систем и оборудования атомных станций</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматизированные системы управления
атомных станций

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Акифьева Наталья Николаевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	атомные станции и возобновляемые источники энергии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Акифьева Наталья Николаевна, Старший преподаватель, атомные станции и возобновляемые источники энергии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Структура и функции АСУ ТП АЭС	Аппаратная структура АСУ ТП АЭС. Устройства полевого уровня. Уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК). Верхний уровень АСУ ТП АЭС (SCADA уровень). Автоматизированные рабочие места. Понятие программно-технического комплекса АСУ ТП АЭС. Функциональные подсистемы АСУ ТП АЭС. Система управления и защиты реакторной установки (СУЗ РУ) и ее связь с общетехнологической АСУ ТП АЭС.
P2	Основные понятия теории автоматического регулирования	Принципиальная схема автоматической системы регулирования. Понятие переходного процесса. Классификация АСР. Математические модели АСР. Линейные дифференциальные уравнения. Модели динамики линейных объектов.
P3	Передаточная функция линейной АСР	Операционное преобразование Лапласа. Предельная теорема. Теорема запаздывания. Таблица преобразования Лапласа. Формы представления изображений. Понятие передаточной функции линейной «точечной» непрерывной АСР и ее отдельного звена. Нули и полюса передаточной функции. Импульсная передаточная функция дискретной АСР.
P4	Элементарные динамические звенья	Элементарные звенья линейной АСР. Их передаточные функции. Отклик звеньев на ступенчатое возмущение на входе. Отклик звеньев на осциллирующее возмущение. Исследование звена реальной АСР на принадлежность типу. Структурный

		анализ линейных АСР. Декомпозиция линейной АСР на элементарные звенья. Описание динамики линейной АСР системой ОЛДУ. Передаточные функции простейших структур. Вывод передаточной функции АСР. Характеристическое уравнение линейной АСР. Степени свободы АСР. Физический смысл модели АСР с двумя и более степенями свободы. Передаточные функции простейших структур. Последовательное и параллельное соединение звеньев. Звено, охваченное обратной связью. Структурные преобразования схем сложных АСР.
P5	Частотные характеристики линейных АСР	Переходный процесс при подаче на вход линейного звена или линейной АСР частотного возмущения. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Логарифмическая АЧХ (ЛАЧХ). Логарифмическая единица «децибел». Построение АФХ, АЧХ и ФЧХ для усилительного, интегрирующего, аperiodического, дифференцирующего и запаздывающего звеньев. Построение АФХ, АЧХ и ФЧХ для колебательного звена n-го порядка при $n > 1$. Собственная частота колебательного звена. Резонанс.
P6	Устойчивость линейных АСР	Понятие устойчивости линейных АСР. Устойчивость и корни характеристического уравнения. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной АСР. Анализ устойчивости по положению полюсов передаточной функции на комплексной плоскости. Признак устойчивости линейной АСР. Критерий устойчивости Раунса. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.
P7	Статизм и астагизм линейных звеньев и АСР	Понятие статизма и астагизма звена линейной АСР. Порядок астагизма линейной АСР в разомкнутом состоянии. Статизм-астагизм элементарных звеньев. Статизм и астагизм замкнутых АСР. Обеспечение астагизма при регулировании по управляющему воздействию и при регулировании по возмущению.
P8	Параметрический синтез линейных АСР	Показатели качества переходного процесса. Колебательность или аperiodичность. Постоянная времени. Метод оценки степени устойчивости и степени колебательности по распределению корней характеристического уравнения. Статизм-астагизм. Параметрический синтез. П, ПИ и ПИД-регулятор. Подбор типового закона регулирования для линейной АСР, исходя из особенностей объекта и требований к качеству переходного процесса.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
---	---------------------------------	--	-------------	---------------------

Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-2 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий	П-7 - Иметь практический опыт решения базовых задач анализа автоматизированных систем регулирования
-----------------------------	--	---	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированные системы управления атомных станций

Электронные ресурсы (издания)

1. Глазырин, М. В.; Автоматизированные системы управления тепловыми электростанциями : учебное пособие. I. Основы функционирования АСУ ТП ТЭС; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228766> (0 экз.)
2. Трофимов, В. Б.; Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебно-практическое пособие.; Инфра-Инженерия, Москва|Вологда; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466931> (0 экз.)

Печатные издания

1. Вальков, В. М., Вершин, В. Е.; Автоматизированные системы управления технологическими процессами; Политехника, Ленинград; 1991 (20 экз.)
2. Родионов, В. Д., Терехов, В. А., Яковлев, В. Б.; Технические средства АСУ ТП : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1989 (85 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLibrary

Реферативная БД Scopus

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ТЕХЭКСПЕРТ. Открытый фонд НТД (ГОСТ, СНИПов, СанПиНов, ВСН, РД, РДС, СП, ГЭСН, ФЕР, ТЕР, ГН, правовые акты). URL: <http://www.cntd.ru/>.

РОССТАНДАРТ (тексты новых стандартов). URL: <http://protect.gost.ru/default.aspx>; <http://libgost.ru/>.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированные системы управления атомных станций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink

		Специализированные лабораторные стенды кафедры АСиВИЭ	
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
7	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Кинетика ядерных реакторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Акифьева Наталья Николаевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	атомные станции и возобновляемые источники энергии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Акифьева Наталья Николаевна, Старший преподаватель, атомные станции и возобновляемые источники энергии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные динамические характеристики, определяющие состояние реактора	Основные характеристики самоподдерживающейся реакции деления. Коэффициент размножения нейтронов. Реактивность. Изменение баланса нейтронов в ядерном реакторе, вследствие изменения состава и конфигурации активной зоны и (или) отражателя. Уравнение кинетики без учета запаздывающих нейтронов. Период реактора. Неуправляемость реактора в состоянии критичности на мгновенных нейтронах. Запаздывающие нейтроны. Характеристики шести групп запаздывающих нейтронов при делении основных топливных нуклидов тепловыми и быстрыми нейтронами. Средние значения эффективной доли запаздывающих нейтронов для реакторов различных типов.
P2	Точечная модель кинетики с учетом запаздывающих нейтронов	Односкоростное нестационарное уравнение диффузии. Источник на мгновенных нейтронах и источник на запаздывающих нейтронах в односкоростном нестационарном уравнении диффузии. Точечное приближение. Получение выраженного через реактивность точечного уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов. Применимость модели к реакторам различных типов. Точечная модель кинетики при вводе постоянной реактивности - система обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Качественное представление решения уравнения обратных часов для шести групп запаздывающих нейтронов. Асимптотический период.

		Переходный процесс при положительном и отрицательном скачке реактивности.
P3	Температурные обратные связи в ядерных реакторах	Температурные обратные связи в гомогенном, гетерогенном тепловом и быстром реакторе. «Водородный» эффект реактивности в быстрых реакторах. Коэффициенты и интегральные эффекты реактивности при изменении температуры компонентов активной зоны. Мгновенные и запаздывающие эффекты. Оперативное понятие мощностного и температурного коэффициента и эффекта реактивности. Передаточная функция реактора с температурными обратными связями. Необходимое и достаточное условие устойчивости реактора с температурными обратными связями.
P4	Изменение изотопного состава активной зоны ядерного реактора	Общая модель, описывающая изменение во времени концентрации любого нуклида активной зоны. Классификация нуклидов по взаимодействию с нейтронами. Выгорание и воспроизводство ядерного горючего. Дифференциальные уравнения, описывающие изменение концентрации топливных нуклидов во времени для тепловых и быстрых реакторов. Глубина выгорания. Шлакование и отравление ядерного реактора. Дифференциальные уравнения, описывающие изменение концентрации шлаков во времени для тепловых реакторов. Аппроксимация сечения поглощения нейтронов шлаками для уранового топлива в зависимости от глубины выгорания. Коэффициент шлакования реактора. Практическая оценка шлакования реактора в различные моменты кампании. Отравление реактора ксеноном. Переходный процесс изменения реактивности, вызванного изменением концентрации ксенона и йода при переходах мощности. Нестационарное и стационарное отравление. Отравление самарием. Модель отравления самарием.
P5	Баланс реактивности и функции органов регулирования СУЗ	Оперативный и неоперативный баланс реактивности. Компенсация «быстрых» и «медленных» эффектов реактивности. Функции ОР СУЗ: автоматическое регулирование (АР); компенсация и перекомпенсация (КР); аварийная защита (АЗ). Взвешивание и градуировка ОР СУЗ. Оценка необходимой эффективности ОР СУЗ, выполняющих функции АР, КР и АЗ. Нейтронно-физические характеристики (НФХ) ОР СУЗ. Метод перекомпенсации. Использование «реактиметра» для получения НФХ ОР. Жидкостное регулирование. Выгорающие поглотители. Требования ПБЯ к эффективности ОР СУЗ, выполняющих различные функции. Способы регулирования реакторов различных типов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
---	---------------------------------	--	-------------	---------------------

Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология анализа образовательных задач	ПК-6 - Способен в составе рабочей группы организовывать безопасную и экономичную эксплуатацию реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции, в том числе проводить нейтронно-физические, теплогидравлические расчеты, анализировать технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты АС	У-11 - Решать базовые задачи анализа динамики реакторных установок различных типов
-----------------------------	---------------------------------	---	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика ядерных реакторов

Электронные ресурсы (издания)

Печатные издания

1. Дементьев, Б. А.; Кинетика и регулирование ядерных реакторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (13 экз.)
2. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (12 экз.)
3. Шальман, М. П., Плютинский, В. И.; Контроль и управление на атомных электростанциях; Энергия, Москва; 1979 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLibrary

Реферативная БД Scopus

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика ядерных реакторов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется