

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

План одобрен
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика ядерных реакторов

Название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

передача студентам фундаментальных основных знаний о динамике, алгоритмах функционирования и устройстве систем управления и технологической защиты основных агрегатов АЭС.

Задачи изучения дисциплины:

- выработать у студентов навыки создания математических моделей физических процессов;
- выработать у студентов навыки написания уравнений, описывающих созданную математическую модель;
- выработать у студентов навыки выбора метода решения;
- выработать у студентов навыки анализа полученных результатов;
- дать моторные навыки управления РУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля, дисциплины по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

1. Конструкции ядерных реакторов.
2. Критерии безопасности и оценки риска.
3. Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок

Дисциплина изучается на 5 курсе в 10 семестр.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5.1	Способен управлять содержанием проекта (программы) в области атомной энергетики	З-ПК-5.1 Знать основные этапы ввод, вывод и эксплуатация атомных электрических станций с реакторными установки различных проектов. У-ПК-5.1 Уметь проводить оценку безопасности АЭС на этапе ввода, вывода и эксплуатации. В-ПК-5.1 Владеть основными подходами и методами анализа безопасности АЭС с реакторными установками различных проектов, владеть навыками использования передовых программных комплексов в области реакторостроения.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения

		со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); - формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право»,

	улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	«Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке
--	---	--

		ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла
--	--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)				
	Очная		Заочная		
	Семестр		Курс		
	№ 10	Всего	№ _	№ _	Всего
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	80	80			
В том числе:					
<i>лекции</i>	32	32			
<i>практические занятия</i>	32	32			
<i>лабораторные занятия</i>	16	16			
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
<i>зачет</i>	-	-			
<i>экзамен</i>	36	36			
Самостоятельная работа обучающихся	64	64			
Всего (часы):	180	180			
Всего (зачетные единицы):	5	5			

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Основы управления ЯЭУ										
1.1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	2	0	-		5					
1.2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	2	0	-		5					
1.3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	4	8	4		5					
1.4.	Системы обеспечения безопасности	2	4	-		5					
1.5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	4	2	-		5					
1.6.	Система управления и защиты реактора	2	2	4		5					
1.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	2	4	4		5					
1.8.	Защита по превышению и понижению давления	2	2	-		5					
1.9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	4	2	-		5					
1.10.	Защита по нейтронным параметрам	2	4	-		5					
1.11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	4	4	4		5					
1.12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	2	0	-		9					
	Всего:	32	32	16		64					

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Канал аварийной защиты.	
1.1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	Схема I контура, назначение, устройство, характеристики и принципы работы основного оборудования I контура. Схема II контура, назначение, устройство, характеристика и принципы работы основного оборудования II контура. Функциональные связи между оборудованием. Схема управляющих воздействий и роль обратных связей.
1.2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	Уравнение баланса передачи тепла от топлива к теплоносителю I контура. Уравнение баланса передачи тепла теплоносителем от реактора к парогенератору. Уравнение баланса передачи тепла в ПГ от теплоносителя I контура к воде-пару II контура. Уравнение баланса энергии в турбине и конденсаторе. Уравнение баланса передачи энергии от турбины к генератору.
1.3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	Влияние обратных связей. Роль положительного парового эффекта реактивности в развитии аварии на реакторе РБМК ЧАЭС.
1.4.	Системы обеспечения безопасности	Малая течь I контура. Большая течь I контура. Гидроаккумулирующие емкости. Спринклерная система. Обеспечение электроснабжения при обесточивании АЭС.
1.5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	Принципы формирования сигналов по уменьшению периода разгона реактора и превышению уровня мощности. Период и реактивность в надкритическом и подкритическом реакторах.
1.6.	Система управления и защиты реактора	Группирование рабочих органов СУЗ. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ. Система борного регулирования.
1.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Ускоренная разгрузка блока. Предупредительная защита I рода. Предупредительная защита II рода. Разгрузка ограничения мощности. Автоматическое регулирование мощности.
1.8.	Защита по превышению и понижению давления	Повышение давления во II контуре, возможные причины. Срабатывание БРУ-К, БРУ-А, предохранительных клапанов. Влияние повышения давления во II контуре на работу реактора. Повышение давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств в компенсаторе давления, снижающих давление в I контуре. Понижение давления во II контуре, возможные причины. Влияние понижения давления во II контуре на работу реактора. Снижение давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств, повышающих давление в I контуре.

1.9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Отключение одного и двух ГЦН при различных уровнях мощности. Принцип упреждающей защиты. Формирование сигналов об отключении ГЦН. Инерционный «выбег» ГЦН.
1.10.	Защита по нейтронным параметрам	Защита по периоду удвоения мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере ускорения разгона реактора. Защита по превышению уровня нейтронной мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере нарастания превышения мощности заданного уровня.
1.11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Физические причины возникновения эффектов реактивности различного знака. Температурные и плотностные эффекты топлива, замедлителя и теплоносителя. Влияние жидкостного борного регулирования
1.12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	Реакторы нового поколения с внутренне-присущей безопасностью.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Канал аварийной защиты.	
1.3.	Система управления и защиты реактора	Измерение относительной характеристики 10-й группы регулирующих стержней в подкритическом состоянии реактора Измерение относительной характеристики 10-й группы поглощающих стержней в критическом состоянии реактора методом перекомпенсации на борный поглотитель
1.4.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Определение абсолютной эффективности 10-й группы поглощающих стержней Измерение коэффициента реактивности борного поглотителя методом разгона реактора, определение эффективности 10-й группы поглощающих стержней, оценка температурного коэффициента реактивности теплоносителя
1.5.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Измерение мощностного коэффициента реактивности при разном числе работающих ГЦН Определение температурных коэффициентов топлива и теплоносителя Измерение скорости ввода реактора в йодную яму
1.6.	Система управления и защиты реактора	Группирование рабочих органов СУЗ. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ. Система борного регулирования.
1.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Ускоренная разгрузка блока. Предупредительная защита I рода. Предупредительная защита II рода. Разгрузка ограничения мощности. Автоматическое регулирование мощности.
1.8.	Защита по превышению и понижению давления	Повышение давления во II контуре, возможные причины. Срабатывание БРУ-К, БРУ-А, предохранительных клапанов. Влияние повышения давления во II контуре на работу реактора. Повышение

		давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств в компенсаторе давления, снижающих давление в I контуре. Понижение давления во II контуре, возможные причины. Влияние понижения давления во II контуре на работу реактора. Снижение давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств, повышающих давление в I контуре.
1.9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Отключение одного и двух ГЦН при различных уровнях мощности. Принцип упреждающей защиты. Формирование сигналов об отключении ГЦН. Инерционный «выбег» ГЦН.
1.10.	Защита по нейтронным параметрам	Защита по периоду удвоения мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере ускорения разгона реактора. Защита по превышению уровня нейтронной мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере нарастания превышения мощности заданного уровня.
1.11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Физические причины возникновения эффектов реактивности различного знака. Температурные и плотностные эффекты топлива, замедлителя и теплоносителя. Влияние жидкостного борного регулирования

Лабораторные работы

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Канал аварийной защиты.	
1.2.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	Определение критического положения десятой группы поглощающих стержней методом экстраполяции кривой обратного умножения Определение критической концентрации борного поглотителя методом экстраполяции кривой обратного умножения
1.6.	Система управления и защиты реактора	Группирование рабочих органов СУЗ. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ. Система борного регулирования.
1.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Ускоренная разгрузка блока. Предупредительная защита I рода. Предупредительная защита II рода. Разгрузка ограничения мощности. Автоматическое регулирование мощности.
1.11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Физические причины возникновения эффектов реактивности различного знака. Температурные и плотностные эффекты топлива, замедлителя и теплоносителя. Влияние жидкостного борного регулирования

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 10 семестр			
1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Коллоквиум
2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
4.	Системы обеспечения безопасности	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Работа на тренажере
6.	Система управления и защиты реактора	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
8.	Защита по превышению и понижению давления	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
10.	Защита по нейтронным параметрам	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	
Промежуточный контроль, 10 семестр			
	экзамен	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы к экзамену:

1. Процессы, протекающие в ядерном реакторе в ходе эксплуатации. Выгорание топлива, накопление продуктов деления, отравление.
2. Обратные связи и безопасность реактора.
3. Типы возможных аварий на АЭС. Способы их предотвращения и снижения тяжести их последствий.
4. Принцип работы ядерного реактора. Цепная реакция деления.
5. Баланс нейтронов. Критическое, надкритическое и подкритическое состояния реактора. Эффективный коэффициент размножения нейтронов, зависимость его от радиуса.
6. Температурные и мощностные эффекты реактивности.
7. Роль запаздывающих нейтронов.
8. Отравление реактора ксеноном-135, йодная яма.
9. Измерение относительной характеристики стержней.
10. Метод экстраполяции кривой обратного умножения и его значение для безопасного пуска реактора.
11. Связь реактивности и периода разгона реактора. Формула обратных часов.
12. Формула четырех сомножителей.
13. Процессы, протекающие в реакторе во время его работы.
14. Факторы опасности ядерного реактора.
15. Теплоносители ядерных реакторов. особенности водяного, газового, жидкометаллического и жидкосолевого теплоносителей. Их достоинства и недостатки.
16. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах, их достоинства и недостатки.
17. Корпусные и канальные ядерные реакторы.
18. Классификация реакторов по назначению.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на экзамене входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала;

	- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

8.2.5. Задания работы на тренажере

а) типовые задания - образец:

Определение критической концентрации борного поглотителя методом экстраполяции кривой обратного умножения.

В исходном состоянии реактор находится на % $N_{ном}$ в подкритике. Изменяя концентрацию поглотителя с шагом 0,005 гр/кг, записываем значение мощности после окончания переходного процесса в рабочую тетрадь и отношение $N(C_{h0})/N(C_b)$. Измерения продолжаем, пока $N(C_{h0})/N(C_b)$ не станет меньше 0,5. После этого нужно получить экстраполированное значение критической концентрации и сравнить ее с экспериментальной

N	C_b , г/кг	$N_{подк}(C_b)$, %	$N_0/N(C_b)$
0			
1			
2			
...			

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки:

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
Предварительный опрос	- раскрытие вопроса; - названия и определения; - формулировка понятий и категорий; - использование дополнительной литературы и иных материалов и др.	5
Соблюдение требований к оформлению рабочей тетради	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - культура оформления.	15
Правильность выполнения заданий	- правильность и правильная последовательность выполнения заданий, изложенных в методическом описании; - правильный расчет параметров.	25
Обоснование выбранных действий	- продемонстрировать знаний программного материала; - изложить теоретический материал; - продемонстрировать умения работы с литературой; - выводы по излагаемому материалу.	5

в) описание шкалы оценивания:

30-50 задания, выполняемые на тренажере, считается выполненным
0-29 задания, выполняемые на тренажере, требуют доработки

8.2.6. Коллоквиум

а) типовые вопросы - образец:

1. Принципы работы основного оборудования I контура.
2. Принципы работы основного оборудования II контура.
3. Схема управляющих воздействий и роль обратных связей.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

На коллоквиуме задается вопрос.

8-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

5-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-4 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний

в) описание шкалы оценивания:

5-10 коллоквиум, считается сданным

0-4 студенту задается другой вопрос, при ответе на который вводится коэффициент 0,8 к полученному результату ответа

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр:

9 семестр

контрольная точка № 1 (*ИДЗ 1*) и контрольная точка № 2 (*ИДЗ 2*).

10 семестр

контрольная точка № 1 (*Коллоквиум*) и контрольная точка № 2 (*Работа на тренажере*).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

10 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы	Оценочное	Балл
--------------	--------------------------	-----------	------

	средство	Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Коллоквиум	6	10
	Контрольная точка № 2		
	Работа на тренажере	30	50
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета(экзамен), что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет(экзамен) предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете(экзамене) для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете(экзамене).

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64			
0-59	2 -	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется

	«неудовлетворительно»/ «не зачтено»		студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	-------------------------------------	--	--

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Выговский, С.Б. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Б. Выговский, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Vygovskij_Bezопасnost_i_zadachi_inzhenernoj_podderzhki_2013.pdf 20.04.2015]
2. Наумов, В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Наумов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Naumov_Fizicheskie_osnovy_bezопасnosti_yadernyh_reaktorov_2013.pdf 20.04.2015]
3. Постников, В.В. Контроль распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. В. Постников, И. С. Якунин. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Postnikov_Kontrol_raspredeleniya_2012.pdf 20.04.2015]
4. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику: учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М.: НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с.: ил. (275 экз)

б) дополнительная учебная литература:

1. Б.А. Дементьев, Кинетика и регулирование ядерных реакторов (учебное пособие) М, Энергоатомиздат, 1986.
2. М.П. Шальман, В.И. Плютинский Контроль и управление на атомных электростанциях М, Энергия 1979.
3. Емельянов И.Я, Селиверстов Б.Н, Гаврилов П.А. Управление и безопасность ядерных энергетических реакторов М, Атомиздат 1995.
4. Емельянов И.Я, Воскобойников В.В, Масленок Б.А. Основы проектирования механизмов управления ядерных реакторов М, Атомиздат 1978.
5. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов. М.: Атомная техника, 1984.
6. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1990. - 352 с., ил. (эл. копия)
7. Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич. Экспериментальные методы физики реакторов. Москва. Энергоатомиздат, 1984г.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<http://ibooks.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет.

	Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

12.1. Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.
Понятийный тренажер ВВЭР-1000

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применяемые на лекционных занятиях

- Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)
- Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических занятиях

- Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных задач).
- Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предполагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике).

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары,	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
---------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------	---

		практические занятия)		
1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	Лекции	2	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
2	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	Лекции	1	лекция-беседа
3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
4.	Системы обеспечения безопасности	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
6.	Система управления и защиты реактора	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
8.	Защита по превышению и понижению давления	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
10.	Защита по нейтронным параметрам	Лекции	1	лекция-беседа
11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Лекции, Практические занятия	12	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
11.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	Лекции	2	лекция-беседа

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. №

АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится

на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составили:

_____ Г.И. Тошинский, д.т.н., профессор ОЯФиТ

Рецензент:

_____ В.В. Колесов, доцент ОЯФиТ