

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)

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы управления ядерными энергетическими установками

Название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

Код и название специальности

профиля

Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах

Название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

- формирование теоретических основ в области физико-химических и технологических процессов на АЭС с жидкометаллическими теплоносителями;
- получение практических навыков по использованию знаний в области жидких металлов в производственной и научной деятельности;
- получение навыков работы с научными и справочными материалами по технологии жидких металлов.

Задачи дисциплины

- основы проектирования и конструирования ЯЭУ с жидкометаллическими теплоносителями;
- освоение технологий жидкометаллических теплоносителей;
- обеспечение безопасности АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.

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

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Конструкции ядерных реакторов; Критерии безопасности и оценки риска; Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

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

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-20.1	Способен провести инженерно-физическое сопровождение и контроль обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта перегрузок и пуска реакторной установки.	З-ПК-20.1 Знать основы технологий обращения с жидкометаллическими теплоносителями; особенности физических расчетов ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов У-ПК-20.1 Уметь осуществлять расчетное обеспечение эксплуатации ядерных реакторов В-ПК-20.1 Владеть основами управления ядерными энергетическими установками; основными расчетными комплексами для проведения нейтронных физических расчетов реакторных установок с жидкометаллическим теплоносителем.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

5. 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	Количество часов на вид работы в семестре:				
	Семестр				
	№ 2				
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	80				
В том числе:					
<i>лекции</i>	32				
<i>практические занятия</i>	32				
<i>лабораторные занятия</i>	16				
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
<i>зачет</i>	-				
<i>экзамен</i>	36				
Самостоятельная работа обучающихся	28				
Всего (часы):	144				
Всего (зачетные единицы):	4				

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									
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО					
1.	Основные понятия теории автоматического управления										
1.1.	Основные понятия теории автоматического управления.	1	-	-		2					
1.2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	-	2	-		2					
1.3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	1	-	-		2					
1.4.	Методики определения основных нейтронно-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	-	2	-		2					
2.	Вывод ЯР в критическое состояние Органы регулирования и аварийной защиты ЯР										
2.1.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	2	-	-		2					
2.2.	Управление энергетическим ЯР.	2	-	-		2					
2.3.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	1	-	-		2					
2.4.	Эффекты реактивности ЯР	1	-	-		2					
2.5.	Характеристики стержней СУЗ	1	2	-		3					

2.6.	Кампания реактора.	2	-	-		2					
2.7	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	1	-	-		3					
2.8.	Останов реактора (плановый, аварийный).	1	-	-		3					
2.9.	Цепочка аварийной защиты.	2	-	-		2					
3.	Канал аварийной защиты.										
3.1.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	1	-	3		1					
3.2.	Требования к СУЗ	1	3	3		2					
3.3.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	-	3	3		1					
3.4.	Пуск и останов реактора	-	2	3		1					
3.5.	Режимы работы ИР	-	3	4		2					
4.	Основы управления ЯЭУ										
4.1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	2	0	-		1					
4.2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	1	0	-		1					
4.3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	1	0	-		1					
4.4.	Системы обеспечения безопасности	1	0	-		1					
4.5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	1	8	-		2					
4.6.	Система управления и защиты реактора	1	8	-		2					

4.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	1	8	-		2					
4.8.	Защита по превышению и понижению давления	1	0	-		1					
4.9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	1	0	-		1					
4.10.	Защита по нейтронным параметрам	1	0	-		1					
4.11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	2	10	-		2					
4.12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	2	0	-		2					
	Итого за семестр:	32	32	16		28					
	Всего:	32	32	16		28					

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Основные понятия теории автоматического управления	
1.1.	Основные понятия теории автоматического управления	Точечные модели физического ЯР в СУЗ АЭС как объект управления. Режимы работы АЭС. Автоматизированные системы управления. Функционально-групповое управление. Управление. Процесс управления. Система управления. Основные задачи управления.
1.3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	Общие сведения о структуре радиационного контроля на АЭС. Технологический радиационный контроль. Связь параметров радиационного контроля с СУЗ реактора. Дистанционное управление на АЭС. Элементы с дистанционным управлением на АЭС. Функционально-групповое управление на реакторе.
2.	Вывод ЯР в критическое состояние Органы регулирования и аварийной защиты ЯР	
2.1.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	Классификация и виды исполнительных механизмов СУЗ. Способы воздействия на реактивность. Устройство СУЗ. Способы функционирования, индикации, крепления СУЗ. Привода СУЗ. Общая процедура выхода реактора в критическое состояние. Подъем мощности реактора до МКУ.
2.2.	Управление энергетическим ЯР.	Управление для разных типов реакторов. Кластерное регулирование. Технологическое оборудование, требующее регулирования. Компенсатор объема, барабан-сепаратор, ГЦН, турбина и т.д.
2.3.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	Виды программ автоматического регулирования ВВЭР, РБМК, БН. Различные программы регулирования энергоблоков: $T_{ср-const}$, $T_{вых-const}$, $G-const$, $F-const$.
2.4.	Эффекты реактивности ЯР	Дифференциальные характеристики стержней СУЗ. Интегральные характеристики стержней СУЗ. Температурный эффект реактивности. Мощностной эффект реактивности.
2.5.	Характеристики стержней СУЗ	Способы калибровки стержней СУЗ Расчет максимального шага исполнительных органов СУЗ Калибровка методом «разгона», методом «перекомпенсации».
2.6.	Кампания реактора.	Определение кампании реактора. Виды кампаний. Способы перегрузки топлива в реакторе. Движение топлива в реакторе
2.7.	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	Влияние изотопов ^{135}I , ^{135}Xe на запас реактивности. Изменение концентраций этих изотопов во времени.
2.8.	Останов реактора	Процесс снижения мощности реактора. Поведение

	(плановый, аварийный).	различных параметров реактора в процессе и после останова реактора. Изменение параметров при останове
2.9.	Цепочка аварийной защиты.	Цепочка аварийной защиты. Общие принципы. Основные сигналы АЗ Аварийная защита реакторов. Требования к АЗ (ОПБ ИР - 94).
3.	Основы управления ЯЭУ.	
3.1.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы. Аварийная защита ВВЭР, РБМК Поведение запаса реактивности реактора при различных режимах работы Принципиальная схема канала АЗ. Виды аварийных защит реакторов. Параметры срабатывания АЗ. Запас реактивности как один из основных параметров при работе реактора.
3.2.	Требования к СУЗ	Требования к СУЗ (Нормативная документация). Реактор ВВР-ц Калибровка стержней СУЗ (реальные данные реактора ВВР-ц) Требования к СУЗ (ОПБ ИР -94).
4.	Канал аварийной защиты.	
4.1.	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.
4.2.	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.
4.3.	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.
4.4.	Системы обеспечения безопасности	Малая течь I контура. Большая течь I контура. Гидроаккумулирующие емкости. Спринклерная система. Обеспечение электроснабжения при обесточивании АЭС.
4.5.	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.
4.6.	Система управления и защиты реактора	Группирование рабочих органов СУЗ. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ. Система борного регулирования.

4.7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Ускоренная разгрузка блока. Предупредительная защита I рода. Предупредительная защита II рода. Разгрузка ограничения мощности. Автоматическое регулирование мощности.
4.8.	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.
4.9.	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.
4.10.	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.
4.11.	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
4.12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	Реакторы нового поколения с внутренне-присущей безопасностью.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Основные понятия теории автоматического управления	
1.2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	Активная зона реактора как объект контроля. Теплотехнический контроль на АЭС. Логика систем аварийной защиты. Конструирование цепочек АЗ. Описание общих схем контроля и управления мощностью реактора. Описание общих схем контроля и управления теплотехническими параметрами реакторов. Аварийная защита реакторов. Требования к АЗ (ОПБ ИР - 94).
1.4.	Методики определения основных нейтронно-	Описание общих схем контроля и управления мощностью реактора. Элементы с дистанционным управлением на АЭС.

	физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	Функционально-групповое управление на реакторе.
2.	Вывод ЯР в критическое состояние Органы регулирования и аварийной защиты ЯР	
2.5.	Характеристики стержней СУЗ	Дифференциальные характеристики стержней СУЗ. Интегральные характеристики стержней СУЗ. Требования к СУЗ (ОПБ ИР -94).
3.	Канал аварийной защиты.	
3.2.	Требования к СУЗ	Требования к СУЗ (ОПБ ИР -94). Способы калибровки стержней СУЗ Калибровка методом «разгона», методом «перекompенсации».
3.3.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе (реальные данные реактора ВВР-ц). Запас реактивности как один из основных параметров при работе реактора.
3.4.	Пуск и останов реактора	Общая процедура выхода реактора в критическое состояние. Подъем мощности реактора до МКУ. Процесс снижения мощности реактора. Поведение различных параметров реактора в процессе и после останова реактора.
3.5.	Режимы работы ИР	Режимы работы ИР
4.	Канал аварийной защиты.	
4.5.	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
4.6.	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 перекompенсации на борный поглотитель
4.7.	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
4.11.	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

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
3.	Канал аварийной защиты.	
3.2.	Требования к СУЗ	Требования к СУЗ (ОПБ ИР -94). Способы калибровки стержней СУЗ Калибровка методом «разгона», методом «перекompенсации».
3.3.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе (реальные данные реактора ВВР-ц). Запас реактивности как один из основных параметров при работе реактора.
3.4.	Пуск и останов реактора	Общая процедура выхода реактора в критическое состояние. Подъем мощности реактора до МКУ. Процесс снижения мощности реактора. Поведение различных параметров реактора в процессе и после останова реактора.
3.5.	Режимы работы ИР	Режимы работы ИР

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

Учебно-методические материалы, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) по данной дисциплине не разрабатывались, предлагается использовать тот же подход, который описан в известных учебно-методических материалах, например:

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Физика», утвержденные кафедрой общей и специальной физики, протокол № 2 от 25.09.2014 г.

2. Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой общей и специальной физики, протокол № 7 от 06.06.2013 г.

Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Название дисциплины» – <http://iate.obninsk.ru/node/5230>

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

Методические рекомендации по работе на понятийном тренажере ВВЭР-1000.

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

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Основные понятия теории автоматического управления.	З-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	Индивидуальное домашнее задание 1
2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	З-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	

3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
4.	Методики определения основных нейтронно-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
5.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
6.	Управление энергетическим ЯР.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
7.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
8.	Эффекты реактивности ЯР	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
9.	Характеристики стержней СУЗ	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
10.	Кампания реактора.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
11.	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
12.	Останов реактора (плановый, аварийный).	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
13.	Цепочка аварийной защиты.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
14.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	Индивидуальное домашнее задание 2
15.	Требования к СУЗ	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
16.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
17.	Пуск и останов реактора	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
18.	Режимы работы ИР	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
19.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	Коллоквиум
20.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
21.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
22.	Системы обеспечения безопасности	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
23.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	Работа на тренажере
24.	Система управления и защиты реактора	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
25.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	

26	Защита по превышению и понижению давления	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
27	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
28.	Защита по нейтронным параметрам	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
29	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
30	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	
Промежуточный контроль, 2 семестр			
	Экзамен	3-ПК-20.1; У-ПК-20.1; В-ПК-20.1	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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 каналные ядерные реакторы.
18. Классификация реакторов по назначению.
19. Управление ЯР, продление кампании ЯР, используя эффекты реактивности.
20. «Йодная яма». График изменения запаса реактивности.
21. АЭС как объект управления. Режимы работы АЭС. Основные регулируемые технологические параметры энергоблока.
22. Ядерно-физический контроль на АЭС. Активная зона реактора как объект контроля.

23. Тепло-технический контроль на АЭС.
24. Требования к СУЗ (Нормативная документация).
25. Технологический радиационный контроль на АЭС.
26. Дистанционное управление на АЭС.
27. Поведение запаса реактивности реактора при различных режимах работы.
28. Вывод ЯР в критическое состояние.
29. Аварийная защита ВВЭР, РБМК.
30. Регулирующие органы и исполнительные механизмы СУЗ.
31. Канал аварийной защиты. Аварийная защита ВВЭР.
32. Алгоритм работы стержней АР. Подъем мощности реактора.
33. Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.
34. Автоматическое регулирование ЯР. Виды регулирования ВВЭР, БН, РБМК
35. Интегральные характеристики стержней СУЗ.
36. Цепочка аварийной защиты. Общие принципы. Основные сигналы АЗ.
37. Интерференция стержней СУЗ.
38. Способы калибровки стержней СУЗ.
39. Автоматическое регулирование питания ПГ и БС. Функциональная схема трех-импульсного регулятора уровня.
40. Эффекты реактивности ЯР.
41. Кампания реактора. Движение топлива в реакторе.
42. Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe , при различных режимах работы реактора.
43. Поведение запаса реактивности реактора при различных режимах работы.
44. Дифференциальные характеристики стержней СУЗ.
- 45.

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.

8.2.2. ИДЗ 1

а) типовые задания - образец:

Задание:

Калибровка стержня АР (метод разгона)

1. Построение кривой обратных часов
 $l=0.001$ (сек.)– время жизни мгновенных нейтронов;
 $\beta_{eff}=0.7$ (%) – эффективная доля запаздывающих нейтронов;
2. Определим периоды удвоения мощности при разных положениях стержня АР.
3. Построим интегральную характеристику.
4. Построим дифференциальную характеристику.

Вариант 0

(мм)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)	T(сек)
АР	30	40	50	60	70	80	100	120	140
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	0	14	25	34	41	48	59	67	75
270	0	12	22	30	37	43	52	60	68
200	0	19	35	47	58	68	83	96	106
0	0	15	29	38	47	55	67	78	86

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки:

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

25-30 баллов ставится, если:

- Задание решено правильно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике.

21-30 ставится, если:

- Задание решено правильно с незначительными поправками;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

15-20 ставится, если:

- В ходе решения задания была допущена ошибка;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может применить теоретические знания на практике;

– на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

0-15Задание возвращается обучающемуся для переделывания.

8.2.3. ИДЗ 2

а) типовые задания - образец:

Калибровка стержня РР методом перекомпенсации.

Интегральные характеристики стержня РР-3

L (mm)	PP-3	L (mm)	PP-3	L (mm)	PP-3
0	0	300	0,47	560	1,26
50	0,01	310	0,51	570	1,28
60	0,01	320	0,54	580	1,3
70	0,02	330	0,57	590	1,32
80	0,02	340	0,61	600	1,34
90	0,02	350	0,64	610	1,35
100	0,03	360	0,68	620	1,35
110	0,04	370	0,71	630	1,36
120	0,05	380	0,74	640	1,36
130	0,06	390	0,78	650	1,37
140	0,07	400	0,81		
150	0,08	410	0,84		
160	0,1	420	0,89		
170	0,12	430	0,91		
180	0,14	440	0,94		
190	0,16	450	0,98		
200	0,18	460	1,01		
210	0,21	470	1,01		
220	0,23	480	1,04		
230	0,26	490	1,08		
240	0,28	500	1,11		
250	0,31	510	1,14		
260	0,35	520	1,16		
270	0,38	530	1,19		
280	0,41	540	1,21		
290	0,44	550	1,24		

Калибровка стержня РР-1(по РР-3)

PP-1	PP-2	AP	PP-3
650	446	260	180
600	446	260	186
550	446	260	200
500	446	260	222
450	446	260	249
400	446	260	282
350	446	260	315
300	446	260	347
250	446	260	377
200	446	260	403
150	446	260	422

100	446	260	434
50	446	260	440
0	446	260	442

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки:

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

25-30 баллов ставится, если:

- Задание решено правильно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике.

21-30 ставится, если:

- Задание решено правильно с незначительными поправками;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

15-20 ставится, если:

- В ходе решения задания была допущена ошибка;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может применить теоретические знания на практике;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

0-15 Задание возвращается обучающемуся для переделывания.

8.2.4. 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;	5

	- использование дополнительной литературы и иных материалов и др.	
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

8.2.5. 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:

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

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

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	ИДЗ 1	9	15
	Коллоквиум	9	15
	Контрольная точка № 2		
	ИДЗ 2	9	15
	Работа на тренажере	9	15
Промежуточный	Зачет		
	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 обучающимся 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 обучающемуся, 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»	В	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		С	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, 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_Bezopasnost_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_bezopasnosti_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/>
<http://kuperbook.biblioclub.ru>
<http://www.studentlibrary.ru>
<http://library.mephi.ru>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и схемам по темам лекционных занятий. Предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить для практического занятия. Обратиться за дополнительной информацией в интернет источники.

Работа на тренажере	Прочитать описание тренажера. Перед началом работы внимательно изучить панель управления, назначение всех ключей и приборов.
Коллоквиум	При подготовке к коллоквиуму необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет.
Индивидуальное домашнее задание	Выбор номера варианта первого и второго индивидуального задания осуществляется студентом согласно порядкового номера его фамилии в журнале академической группы, что заполняется согласно списка группы в деканате факультета. Староста группы обязан сообщить всем студентам их порядковые номера в списке. Первая индивидуальная работа выполняется в период времени до первого модульного контроля, вторая — в период времени до второго модульного контроля. Конкретные сроки выполнения, как первого, так и второго индивидуального задания определяются преподавателем Выполнения всех заданий должны сопровождаться пояснениями.
Подготовка к зачету/экзамену	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.

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, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Основные понятия теории автоматического управления.	Лекции	1	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	Практические занятия	2	визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	Лекции	1	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
4.	Методики определения основных нейтронно-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	Практические занятия	2	визуальный семинар с разбором конкретных задач
5.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	Лекции	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
6.	Управление энергетическим ЯР.	Лекции	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
7.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	Лекции	1	лекция-беседа
8.	Эффекты реактивности ЯР	Лекции	1	лекция-беседа
9.	Характеристики стержней СУЗ	Лекции, Практические занятия	3	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
10.	Кампания реактора.	Лекции	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций

11.	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	Лекции	1	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
12.	Останов реактора (плановый, аварийный).	Лекции	1	лекция-беседа
13.	Цепочка аварийной защиты.	Лекции	2	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
14.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	Лекции	1	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
15.	Требования к СУЗ	Лекции, Практические занятия	4	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
16.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	Практические занятия	3	визуальный семинар с разбором конкретных задач
17.	Пуск и останов реактора	Практические занятия	2	визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
18.	Режимы работы ИР	Практические занятия	3	визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
19.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	Лекции	2	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
20.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	Лекции	1	лекция-беседа
21.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
22.	Системы обеспечения безопасности	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
23.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
24.	Система управления и защиты реактора	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм

25.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Лекции, Практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
26.	Защита по превышению и понижению давления	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
27.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Лекции	1	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
28.	Защита по нейтронным параметрам	Лекции	1	лекция-беседа
29.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Лекции, Практические занятия	12	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
30.	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 так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся 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 обучающийся 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 так же использование на лекциях

звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний обучающихся на практических 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 обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся 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 обучающийся 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