

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)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления и защиты ядерных энергетических установок

Название дисциплины

для студентов специальности

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг

Код и название специальности

специализации

Проектирование и эксплуатация атомных станций

Название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	З-УК-6 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения У-УК-6 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности В-УК-6 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик
ПК-4	Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ	З-ПК-4 знать нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям; У-ПК-4 уметь обобщать и анализировать научнотехническую информацию; В-ПК-4 владеть методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части. Индекс дисциплины:
Б.04.ДВ.02.01

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 9 семестрах.

- 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		
	№ 9	Всего	№ _	№ _	Всего
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	60	60			
В том числе:					
<i>лекции (лекции в интерактивной форме)</i>	32	32			
<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	32	32			
<i>лабораторные занятия</i>					
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
<i>зачет</i>	-	-			
<i>экзамен</i>	20	20			
Самостоятельная работа обучающихся					
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	96	96			
В том числе:					
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	20	20			
<i>подготовка к семинарам</i>	10	10			
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	30	30			
<i>подготовка к зачету</i>	36	36			
Всего (часы):	180	180			
Всего (зачетные единицы):	5	5			

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. 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	Внеау д	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеау д	СРО
1.	Основные понятия теории автоматического управления	2				10					
1.1.	Основные понятия теории автоматического управления.	1	-			4					
1.2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	-	2			1					
1.3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	1	-			4					
1.4.	Методики определения основных нейтронно-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	-	2			1					
2.	Вывод ЯР в критическое состояние Органы регулирования и аварийной защиты ЯР	12				40					
2.1.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	1	-			4					
2.2.	Управление энергетическим ЯР.	2	-			6					
2.3.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	1	-			6					

2.4.	Эффекты реактивности ЯР	1	-			6					
2.5.	Характеристики стержней СУЗ	2	2			6					
2.6.	Кампания реактора.	2	-			6					
2.7	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	1	-			4					
2.8.	Останов реактора (плановый, аварийный).	1	-			1					
2.9.	Цепочка аварийной защиты.	1	-			1					
3.	Канал аварийной защиты.	2				10					
3.1.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	1	-			2					
3.2.	Требования к СУЗ	1	3			2					
3.3.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	-	3			2					
3.4.	Пуск и останов реактора	-	2			2					
3.5.	Режимы работы ИР	-	3			2					
	Всего:	16	32			60					

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.	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	Способы калибровки стержней СУЗ

	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 (плановый, аварийный).	Процесс снижения мощности реактора. Поведение 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).

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-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	Описание общих схем контроля и управления мощностью реактора. Элементы с дистанционным управлением на АЭС. 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 перекомпенсации 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

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

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

Методические рекомендации по работе на понятийном тренажере ВВЭР-100

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ 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.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных	Индивидуальное домашнее задание 1

		аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
2.	Ядерно-физический контроль на АЭС.	Способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПСК-1.12)	
3.	Технологический радиационный контроль на АЭС.	Способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПСК-1.12)	
4.	Методики определения основных нейтронно-физических, теплотехнических и др. параметров ЯР	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
5.	Органы регулирования и аварийной защиты ЯР.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
6.	Управление энергетическим ЯР.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии	

		потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
7.	Виды программ автоматического регулирования реакторов различного типа.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
8.	Эффекты реактивности ЯР	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
9.	Характеристики стержней СУЗ	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
10.	Кампания реактора.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать	

		методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
11.	Изменение концентраций ^{135}I , ^{135}Xe при различных режимах работы реактора	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
12.	Останов реактора (плановый, аварийный).	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
13.	Цепочка аварийной защиты.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
14.	Канал аварийной защиты. Структурная схема и принцип работы.	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	Индивидуальное домашнее задание 2

		(ПСК-1.12)	
15.	Требования к СУЗ	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
16.	Расчет средней плотности потока тепловых нейтронов в реакторе по поведению запаса реактивности	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
17.	Пуск и останов реактора	Способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПСК-1.12)	
18.	Режимы работы ИР	Способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПСК-1.12)	
Промежуточный контроль			
	Зачет	Способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПСК-1.12) Способность оценивать	Вопросы к зачету

		риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПСК-1.12)	
--	--	---	--

6.2. 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

6.2.1. 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.

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.

6.2.3. ИДЗ 1

а) типовые задания - образец:

Задание:

Калибровка стержня АР (метод разгона)

1. Построение кривой обратных часов

$l=0.001(\text{сек.})$ – время жизни мгновенных нейтронов;

$\beta_{\text{eff}}=0.7(\%)$ – 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.

0-15 Задание возвращается обучающемуся для переделывания.

6.2.4. ИДЗ 2

а) типовые задания - образец:

Калибровка стержня РР методом перекомпенсации.

Интегральные характеристики стержня РР-3

L (mm)	РР-3	L (mm)	РР-3	L (mm)	РР-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)

РР-1	РР-2	АР	РР-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:

- Входе 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.

6.2.5. 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)
Предваритель	-раскрытие вопроса;	5

ный опрос	- названия и определения; - формулировка понятий и категорий; - 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

6.2.6. 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

6.3. 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.

9 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	ИДЗ 1	18	30
	Контрольная точка № 2		
	ИДЗ 2	18	30
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).

7. 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.

8. 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>

9. 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; пометить 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.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень информационных технологий

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

10.2. Перечень программного обеспечения

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

11. 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

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. *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-	Практические занятия	2	визуальный семинар с разбором конкретных задач

	физических, теплотехнических и др. параметров ЯР			
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

Программу составил:

О.Ю. Кочнов, д.т.н., профессор ОЯФиТ

Рецензент:

В.В. Колесов, доцент ОЯФиТ