

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт «Физико-технологический»
Кафедра Технической физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Т.Князев С.Т.Князев

подпись

06 2018 г.

дата

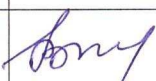
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДИНАМИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ, КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА РИСКОВ

Рекомендована учебно-методическим советом физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:

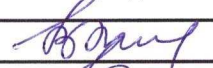
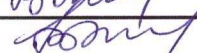
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) програм- мы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисци- плины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и мате- риалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.56

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Токманцев В.И.	д.т.н	Зав. кафедрой	Технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса


P.X. Токарева

Председатель учебно-методического совета
Физико-технологического института


В.В.Зверев

14.05.2018, протокол № 9



1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика ядерных реакторов, критерии безопасности и оценка рисков

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):

способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок (ПСК-1.3);

способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ (ПСК-1.4);

способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ (ПСК-1.5);

способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации (ПСК-1.9);

готовность к оценке ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ (ПСК-1.10);

способность проводить критический анализ работы существующих ядерных установок и использовать его при проектировании перспективного оборудования (ПСК-1.11);

готовность использовать современные средства автоматического регулирования, управления и защиты ядерных установок (ПСК-1.12);

готовность к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных ЯЭУ (ПСК-1.15).

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать физические основы кинетики ядерных реакторов, методы определения устойчивости систем управления, элементом которых является ядерный реактор, структуру систем управления ядерным реактором, системы безопасности ядерных энергетических установок.

Уметь работать с основными нормативными документами, обеспечивающими безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок.

Владеть знаниями по обеспечению радиационной безопасности на АЭС и за её пределами.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Дифференциальное и интегральное исчисления; Дифференциальные уравнения; Атомная физика; Ядерная и нейтронная физика; Статистическая физика; Теория переноса нейтронов; Специальные материалы и защищенность ядерно-топливного цикла; Физическая теория реакторов.
2. Кореквизиты*	Основы учета, контроля и физической защиты ядерных реакторов и материалов; Взаимодействие излучения с веществом (дозиметрия);

	Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок; Физическая теория реакторов.
3. Постреквизиты*	-

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)*	9 семестр
1.	Аудиторные занятия, час.	34	34	34
2.	Лекции, час.	34	34	34
3.	Практические занятия, час.	0	0	0
4.	Лабораторные работы, час.	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	56	5,1	56
6.	Вид промежуточной аттестации	18	2,33	Экзамен, 18
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	41,43	108
8.	Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	-	3

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Содержание дисциплины направлено на изучение физических основ управления ядерными реакторами, основ радиационной и ядерной безопасности ядерных энергетических установок и знакомство с системами управления ядерными реакторами. Изучение дисциплин модуля позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями для успешного использования методов безопасного управления ядерными реакторами.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Роль энергетики в жизни общества. Мировые запасы различных видов топлива, их экологическая безопасность и перспективы развития ядерной энергетики.
P2	Основы теории нестационарных процессов и обоснование ядерной безопасности	<p>2.1. Нестационарное состояние (кинетика) реактора. Кинетика без учета запаздывающих нейтронов. Период реактора. Запаздывающие нейтроны. Ядра-предшественники, выход и время жизни запаздывающих нейтронов.</p> <p>2.2. Основные уравнения кинетики реактора. Уравнения кинетики точечного реактора. Качественное обсуждение полученных уравнений. Стационарное состояние точечного реактора в отсутствие источников. Условие мгновенной критичности. Уравнение Кинетики реактора в диффузионном приближении. Уравнение Больцмана для описания кинетики реактора. Эффективная доля запаздывающих нейтронов. Влияние изотопного состава топлива и энергии запаздывающих нейтронов на их эффективную долю. Фотонейтроны.</p> <p>2.3. Решение уравнений кинетики для скачка реактивности. Установившийся период, переходные периоды, скорость разгона, структурная схема прибора для измерения периода. Установившийся период при малой и большой реактивности. Единицы реактивности. Решение уравнений кинетики с учетом одной группы запаздывающих нейтронов. Зависимость потока нейтронов от времени при положительной и отрицательной реактивности. Калибровка органов регулирования методом скачка плотности нейтронов и методом разгона реактора. Кинетика реактора при линейном изменении реактивности. О балансе реактивности.</p> <p>2.4. Эффекты реактивности. Эффекты реактивности при изменении физических параметров реактора. Температурные эффекты реактивности. Мощностной эффект реактивности. Другие эффекты реактивности.</p> <p>2.5. Коэффициенты реактивности. Коэффициент реактивности по температуре топлива. Коэффициент реактивности по плотности теплоносителя. Коэффициент реактивности по плотности теплоносителя для реакторов ВВЭР. Коэффициент реактивности по плотности теплоносителя для реакторов РБМК. Пустотный коэффициент реактивности в реакторах на быстрых нейтронах. Коэффициент реактивности по температуре теплоносителя. Коэффициент реактивности по температуре замедлителя. Влияние утечки нейтронов на реактивность.</p>

<p>Р3</p>	<p>Ядерный реактор как объект управления</p>	<p>3.1. Основные понятия теории автоматического регулирования. Основные процессы, происходящие в ЯЭУ. Внутренние обратные связи, способы исследования устойчивости. Принципы управления (регулирования). Принцип обратной связи. Жесткая и гибкая обратная связь. Отрицательная обратная связь. Линеаризация уравнений динамики. Временной и частотный анализ систем. Передаточная функция звена. Критерии устойчивости систем автоматического управления. Типовые звенья и их передаточные функции.</p> <p>3.2. Передаточные функции точечного реактора нулевой мощности. Структурная схема модели точечного реактора нулевой мощности. Амплитудно-частотная фазово-частотная характеристики точечного реактора.</p> <p>3.3. Реактор с обратной связью по мощности и температуре. Передаточная функция реактора с обратной связью по температуре топлива.</p> <p>3.4. Распределенные модели и большие скачки реактивности. Устойчивость пространственного распределения мощности. Передаточная матрица реактора как многомерного объекта управления. Качественное рассмотрение пространственных ксеноновых колебаний мощности.</p>
<p>Р4</p>	<p>Структура систем управления и защиты ядерных реакторов</p>	<p>4.1. Классификация систем управления, основные элементы и их характеристики. Основные факторы, определяющие структуру систем управления и защиты при пуске, выходе на мощность и остановке реактора. Контроль и поддержание подкритического состояния. Измерительные каналы СУЗ. Размещение детекторов энерговыделения. Принципиальная схема управления реактором. Исполнительные механизмы, способы индикации положения стержней, статические и динамические ошибки.</p> <p>4.2. Пусковые каналы реактора. Импульсный канал. Токосый канал измерения мощности и периода. Широкодиапазонный канал контроля мощности.</p> <p>4.3. Системы контроля мощности реактора и энергораспределения, теплотехнический контроль, регулирование мощности реактора. Общая схема автоматического регулирования мощности. Схема локальных автоматических регуляторов. Система компенсации реактивности. Назначение системы. Требования безопасности, предъявляемые к системе управления стержнями компенсирующей системы (КС). Структурная схема управления перемещением стержней КС.</p> <p>4.4. Системы аварийной защиты и сигнализации, типы аварийных ситуаций и основные сигналы. Защита по уровню мощности и периоду разгона, аварийная и предупредительная сигнализация.</p>

		<p>4.5. Органы регулирования реактора – их свойства и применение.</p> <p>Материалы регулирующих стержней и их конструктивное исполнение. Влияние органов СУЗ на распределение потока нейтронов. Жидкостные системы регулирования. Выгорающие добавки и их роль в управлении. Определение эффективности центрального и периферийного регулирующих стержней. Эффективность стержня в зависимости от глубины погружения. Эффективность системы стержней.</p>
P5	Работа ЯЭУ на неноминальных уровнях мощности	<p>5.1. Режимы работы ЯЭУ.</p> <p>Режимы нормальной эксплуатации и аварийные, стационарные и нестационарные режимы, базисный режим и переменный, номинальный и неноминальные режимы работы.</p> <p>5.2. Статические программы регулирования ЯЭУ.</p> <p>Программы с постоянной средней температурой в первом контуре, с постоянным давлением пара во втором контуре, компромиссные программы. Реализация программ регулирования ЯЭУ.</p> <p>5.3. Режимы пуска и нормальной эксплуатации ЯЭУ.</p> <p>Управление реактором в режиме пуска. Параметры подкритического состояния. Потенциальная опасность пускового режима. Естественные и искусственные источники нейтронов в подкритическом реакторе. Оценка периода подкритического реактора. Физический пуск. Определение критической загрузки реактора. Степень воспроизводимости пусковых параметров реактора.</p> <p>5.4. Применение ЭВМ для управления ядерными установками и оперативной обработки информации о состоянии реактора при повторных пусках.</p>
P6	Санитарные правила проектирования и эксплуатации АЭС	<p>6.1. Выбор площадки и генерального плана. Защита персонала.</p> <p>Санитарно-защитная зона и зона наблюдения. Деление на зоны промплощадки АЭС. Требования к защите персонала, населения и охране окружающей среды. Требования к радиационному дозиметрическому контролю.</p> <p>6.2. Требования к производственным помещениям и организации технологического процесса.</p> <p>Требования санитарных правил к организации работ и контролю за состоянием твэлов.</p> <p>6.3. Требования к вентиляции, газоочистке и удалению отходов.</p>
P7	Источники излучений на АЭС	<p>7.1. Основной технологический контур АЭС как источник гамма-излучения.</p> <p>Причины активации теплоносителя, переноса и отложений активности в контуре. Влияние переходных режимов на массообмен. Основные радионуклиды, образующиеся из продуктов коррозии. Поступление в теплоноситель и перенос осколков деления.</p>

		<p>7.2. Другие источники излучения. Источники излучений в воздухе рабочих помещений АЭС. Поверхностное загрязнение как источник излучения.</p>
P8	Радиационная обстановка и дозовые затраты персонала АЭС	<p>8.1. Основные понятия и нормы радиационной безопасности. Вредные факторы облучения человека малыми дозами. Понятие риска от облучения малыми дозами. Радиационная обстановка на реакторах различных типов. Вклад в мощность дозы продуктов деления и радионуклидов, образующихся из различных продуктов коррозии. 8.2. Облучаемость персонала. Облучаемость на одноконтурных и двухконтурных АЭС. Дозовые затраты персонала. Характер зависимости дозовых затрат от времени работы реактора. Зависимость дозовых затрат от электрической мощности блока. Распределение дозовых затрат по отдельным видам работ. Пути уменьшения дозовых затрат.</p>
P9	Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (ПБЯ РУ АС)	<p>9.1 Требования обеспечения ядерной безопасности, предъявляемые к реактору и системам реакторной установки, важным для безопасности. Требования обеспечения ядерной безопасности при эксплуатации реакторной установки. 9.2. Государственный надзор и контроль за соблюдением Правил и ответственность за их нарушение. 9.3. Дополнительные требования по безопасности атомных станций с наиболее распространенными типами реакторных установок.</p>
P10	Ядерная безопасность реакторной установки	<p>10.1. Концепция внутренней безопасности. Принцип защиты в глубину как последовательность уровней безопасности. Реализация принципа защиты в глубину в концепции безопасности АЭС. Принцип единичного отказа. Активный и пассивный принципы действия систем безопасности. Канальная структура систем безопасности. 10.2. Барьеры безопасности. Первый барьер безопасности. Удержание продуктов деления в диоксиде урана и под оболочкой. Проектные пределы для обеспечения эффективной работы первого барьера безопасности. Второй и третий барьеры безопасности. 10.3. Аварийные процессы в реакторе. Остаточное энерговыделение в реакторе. Исходные события аварийных процессов при авариях с изменением реактивности, с потерей теплоносителя, с нарушением теплоотвода от реактора или активной зоны. Максимальная проектная авария. Гипотетическая авария. Результаты экспериментальных исследований аварий с потерей теплоносителя. 10.4. Инженерные вопросы безопасности реакторов. Аварийные процессы в защитной оболочке. Воздействия на защитную оболочку в ходе тяжелой аварии. Разгерметизация защитной оболочки. Байпасирование защитной</p>

		оболочки. Оценка выброса из защитной оболочки. Новые подходы к локализуемым системам. 10.5. Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам. Вероятностный анализ безопасности. Анализ крупных аварий на атомных станциях. Заключение. Инженерные вопросы безопасности перспективных реакторов.
--	--	--

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий														Объем дисциплины (зач.ед.): 3							
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Всего (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)							
Код раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Ни/семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированый или при отсутствии экзамена)	Экзамен*	
P1	3	2	2			1	1	1																			
P2	14	4	4			10	2	2				1															
P3	14	4	4			10	2	2				1															
P4	14	4	4			10	2	2				1															
P5	14	4	4			10	2	2				1															
P6	6	4	4			2	2	2																			
P7	6	4	4			2	2	2																			
P8	3	2	2			1	1	1																			
P9	3	2	2			1	1	1																			
P10	13	4	4			9	2	2													7	1					
	90	34	34	0	0	56	17	17	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	18
	108					74																					

В т.ч. промежуточная аттестация

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

1. Запаздывающие нейтроны.
2. Фотонейтроны.
3. Эффективная доля запаздывающих нейтронов.
4. Баланс реактивности.
5. Эффекты реактивности при изменении физических параметров реактора.
6. Коэффициенты реактивности.
7. Влияние утечки нейтронов на реактивность.
8. Ключевые понятия теории автоматического регулирования.
9. Испытательные сигналы.
10. Передаточная функция звена.
11. Устойчивость САУ.
12. Реактор с обратной связью по мощности и температуре.
13. Структура СУЗ.
14. Пуск и выход на мощность.
15. Работа на номинальной мощности.
16. Остановка.
17. Контроль и поддержание подкритического состояния.
18. Измерительные каналы СУЗ.
19. Пусковые каналы.
20. Структурная схема управления реактором.
21. Система компенсации реактивности.
22. Система аварийной защиты ядерного реактора.
23. Режимы работы ЯЭУ.
24. Реализация программ регулирования.
25. Режимы пуска и регламентной остановки ЯЭУ.
26. Управление реактором в режиме пуска.

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

не предусмотрено

4.3.4. *Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов*

не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

не предусмотрено

4.3.6. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

не предусмотрено

4.3.7. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

не предусмотрено

4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ
не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Концепция безопасности.
2. Принцип единичного отказа.
3. Общие принципы построения систем безопасности.
4. ТВЭЛ – первый барьер безопасности
5. Система первого контура – второй барьер безопасности
6. Система защитной оболочки – третий барьер безопасности
7. Аварии с изменением реактивности
8. Аварии с потерей теплоносителя
9. Аварии с нарушением теплоотвода от реактора или активной зоны
10. Максимальная проектная авария
11. Гипотетическая авария.
12. Малые аварии
13. Воздействие ЗО в ходе тяжелой аварии
14. Разгерметизация ЗО

4.3.10. Перевод иноязычной литературы
не предусмотрено

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы												
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум	
P1-P10	Методы активного обучения													
	Проектная работа													
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)	*				*								
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)	*												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*				*								*
Командная работа														

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.=1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	9, 1-17 уч.нед.	10
Выполнение домашней работы 1	9, 3-5 уч.нед.	10
Выполнение домашней работы 2	9, 6-10 уч.нед.	10
Выполнение домашней работы 3	9, 11-13 уч.нед.	10
Выполнение домашней работы 4	9, 14-16 уч.нед.	10
Сдача коллоквиума	9, 12-15 уч.нед.	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – ксем.
Семестр 9	k сем 9= 1

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Самойлов, Олег Борисович. Безопасность ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов по спец. "Атом. электростанции и установки" / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев .— М. : Энергоатомиздат, 1989 .— 279 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 275 (11 назв.). Алф. указ.: с. 276-277. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-283-03802-5 : 0.90. 92 экз
2. Копосов, Е.Б. Кинетика ядерных реакторов [Электронный ресурс] : методические указания / Е.Б. Копосов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 115 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/103467>>.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) <URL: http://www.ritverc.ru/normadoc/OSPORB_2010_rev.2013.pdf>.
4. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций НП-082-07 <URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/548/4293835628.pdf>>.
5. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03) СанПиН 2.6.1. 24 – 03. <URL: <https://www.seogan.ru/sanpin-2.6.1.24-03-sanitarnie-pravila-proektirovaniya-i-ekspluatacii-atomnix-stanciiy-sp-as-03.html>>.
6. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 <URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Доллежалъ Н. А., Емельянов И. Я. Канальный ядерный энергетический реактор . — М. : Атомиздат, 1980. — 208 с. : ил. — Библиогр. в конце глав. — Предм. указ.: с. 205—206. — <URL: http://elib.biblioatom.ru/text/dollezhal_kanalnyy-yadernyy-reaktor_1980/go,2/>.
2. Солонин, В.И. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Солонин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 88 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/52206>>.

7.1.3. Методические разработки

1. Алексеенко, Н. Н. Динамика и безопасность ядерно-энергетических установок / Алексеенко Н.Н. — УМК .— 2007 .— .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4986>.

7.2.Программное обеспечение

не предусмотрено

7.3.Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> - Википедия – свободная энциклопедия;
2. <http://lib.urfu.ru> - Зональная библиотека УрФУ;
3. <https://www.iaea.org/ru> - Официальный сайт МАГАТЭ;
4. <https://www.seogan.ru/> - Атомные станции: надзор и безопасность.

7.4.Электронные образовательные ресурсы

не предусмотрено

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения материала курса и прохождения промежуточной аттестации студентам рекомендуется обращать внимание на рекомендуемые к изучению в процессе чтения лекций интернет-порталы, содержащие справочную информацию и полезные примеры. Кроме того, Зональная библиотека УрФУ обладает дополнительной литературой по тематике дисциплины, не указанной в п. 7.1 ввиду недостаточного количества экземпляров, однако содержащей ёмкий обзор изучаемых разделов. Дополнительных рекомендаций не требуется.

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

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе,	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обуче-	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увле-

	порученному делу	нию и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	ченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	------------------	--	---

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

не предусмотрено

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Нестационарное состояние реактора.
2. Основные уравнения кинетики реактора.
3. Решение уравнений кинетики для скачка реактивности.
4. Температурные эффекты реактивности.
5. Основные понятия теории автоматического регулирования.
6. Передаточные функции точечного реактора нулевой мощности.
7. Реактор с обратной связью по мощности и температуре.
8. Распределенные модели и большие скачки реактивности.
9. Классификация систем управления, основные элементы и их характеристики.
10. Пусковые каналы реактора.
11. Системы контроля мощности реактора и энергораспределения, теплотехнический контроль.
12. Системы аварийной защиты и сигнализации
13. Режимы работы ЯЭУ.
14. Статические программы регулирования ЯЭУ.
15. Режимы пуска и нормальной эксплуатации ЯЭУ.
16. Применение ЭВМ для управления ядерными установками.
17. Выбор площадки и генерального плана. Защита персонала.
18. Требования к производственным помещениям и организации технологического про-

цесса.

19. Требования к вентиляции, газоочистке и удалению отходов.
20. Основной технологический контур АЭС как источник гамма-излучения.
21. Другие источники излучения.
22. Основные понятия и нормы радиационной безопасности.
23. Облучаемость персонала.
24. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (ПБЯ РУ АС).
25. Требования обеспечения ядерной безопасности.
26. Государственный надзор и контроль за соблюдением Правил.
27. Дополнительные требования по безопасности атомных станций.
28. Концепция внутренней безопасности.
29. Барьеры безопасности.
30. Аварийные процессы в реакторе.
31. Инженерные вопросы безопасности.
32. Основные понятия теории надежности.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

не предусмотрено

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не предусмотрено

8.3.8. Интернет-тренажеры

не предусмотрено

8.3.9. Примерные задания в составе домашних работ

В рамках домашней работы предусмотрено самостоятельное изучение студентом литературы по выбранной тематике из списка тем в п.4.3.1 и выполнение самостоятельного задания на эту тему. Например:

1. Изучение влияния запаздывающих нейтронов на управление реакторов, ценности запаздывающих нейтронов, эффективной доли запаздывающих нейтронов.
2. Написание отчета по изученному материалу.

8.3.10. Примерные задания в составе коллоквиума

В рамках коллоквиума предусмотрен устный ответ студента на один из вопросов по выбранной тематике из списка тем, указанных в п.4.3.9. Например, вопрос: ТВЭЛ – первый барьер безопасности. В процессе ответа студент должен объяснить конструкцию ТВЭЛ, привести примеры конструкции ТВЭЛ для разных типов реакторов, рассказать какие используются материалы для изготовления ТВЭЛов, а также сформулировать основные проектные пределы для обеспечения эффективной работы первого основного барьера безопасности.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекции проводятся в аудиториях Ф-112, Ф-114, оснащенных доской, проектором с использованием мобильного компьютера (ноутбука) и экраном для демонстрации учебных материалов.

10 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола засе- дания кафедры	Дата заседания ка- федры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений