

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01 Учебный план № 5111
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления подготовки и уровня образования
Уровень образования специалитет	14.05.02
Квалификация, присваиваемая выпускнику Инженер-физик	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:
ФГОС ВО	17.08.2015, № 849

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Титов Геннадий Павлович	к-т техн. наук, доцент	Доцент	АСиВИЭ	
2	Тучков Андрей Михайлович	к-т. техн. наук	Доцент	АСиВИЭ	
3	Климова Виктория Андреевна	—	ст. преподаватель	АСиВИЭ	

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И.Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы

С. Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Физика ядерных реакторов» относится к базовой части образовательной программы и посвящена изучению физических основ ядерных реакторов различных типов. Рассматриваются физические процессы в активной зоне реактора, характеристики процессов размножения нейтронов. Изучаются основы теории гетерогенных решеток и критических размеров. Рассматривается влияние гетерогенной структуры на основные характеристики активной зоны, критические условия реакторов с отражателями нейтронов в одно- и двухгрупповом приближении. При изучении нейтронно-физических особенностей реакторов основное внимание уделяется методам расчета ядерных реакторов, особенностям расчета нейтронно-физических характеристик реакторов на тепловых и быстрых нейтронах. Рассматриваются эксперименты при физическом пуске реактора и эффекты реактивности, связанные с изменением технологических параметров реактора. Изучаются основные типы и конструкции ядерных энергетических реакторов, функционирующих в России и в мире. Рассматриваются теплофизические особенности, достоинства и недостатки различных типов ядерных энергетических реакторов. В курсовой работе выполняется вариантный теплогидравлический и нейтронно-физический расчет ЯЭУ для отечественных АЭС.

Изучение дисциплины «Физика ядерных реакторов» оправдано и необходимо для изучения дисциплин профессионального цикла. Для изучения данной дисциплины студент должен владеть знаниями по курсам «Ядерной физики», «Высшей математики» и «Теории переноса нейтронов».

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации (ПК-3);
- готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (ПК-4);
- способность составить отчет по выполненному заданию, готовностью к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ (ПК-5);
- готовность к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом (ПСК-1.2);
- способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы (ПК-16);
- способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы (ПК-17);
- способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- классификацию ядерных реакторов;
- физические особенности ядерных энергетических реакторов;

- физические процессы в активных зонах ядерных реакторов;
- теорию критических размеров и гетерогенных решеток;
- методы расчета нейтронно-физических характеристик ядерного реактора.

Уметь:

- решать учебные задачи;
- использовать методы подготовки констант и расчетов параметров активной зоны;
- ориентироваться в особенностях расчета реакторов на тепловых и быстрых нейтронах.

Владеть

- методикой поиска информации в специальной литературе и сети Интернет;
- методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;
- навыками проведения оценочных расчетов ядерных реакторов.

1.4. Объем дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	7	8
1.	Аудиторные занятия	119	119	51	68
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы				
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	97	20,85	39	58
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен, 18	Экзамен, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	144,51	108	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		3	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Введение	
Р1.Т1	Основные сведения из ядерной физики и теории переноса нейтронов	Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Микро- и макроскопические сечения. Делящиеся и воспроизводящие нуклиды. Энергия, мгновенные нейтроны деления и продукты деления. Запаздывающие нейтроны. Ядерное топливо. Диффузия нейтронов. Уравнение диффузии. Длина диффузии. Замедление нейтронов. Закон рассеяния. Вероятность избежать резонансного поглощения. Уравнение возраста. Возраст и площадь миграции нейтронов. Многогрупповое приближение.
Р1.Т2	Классификация ядерных реакторов	Гомогенные и гетерогенные реакторы. Спектр нейтронов в реакторе. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Групповые теории. Тепловая область. Спектр Максвелла. Сечения и скорость

		взаимодействия нейтронов. Коэффициент размножения бесконечной среды и среды конечных размеров. Условие критичности. Аддитивная форма коэффициента размножения.
P2	Теория гетерогенной решетки	
P2.T1	Основные предположения и допущения в теории решетки	Физические особенности гетерогенного реактора. Элементарная ячейка. Тесные, разреженные и каналные решетки. Блок-эффект в резонансном поглощении и поглощении тепловых нейтронов. Метод вероятности первых столкновений (ВПС). Соотношение взаимности. Расчет ВПС в разреженных, тесных и канальных решетках. Схема расчета гетерогенного реактора на тепловых нейтронах. Основные параметры решетки.
P2.T2	Влияние гетерогенности на размножающие свойства среды. Зависимость от параметров решетки	Коэффициент размножения на быстрых нейтронах в решетках гетерогенного реактора. Вероятность избежать резонансного поглощения. Расчет эффективного резонансного интеграла и вероятности избежать резонансного поглощения в различных типах решетки. Коэффициент использования тепловых нейтронов. Внутренний и внешний блок-эффект. Диффузионное приближение. Метод АБГ. Расчет коэффициента теплового использования в различных типах ячеек гетерогенного реактора. Число вторичных нейтронов деления на один поглощенный топливом нейтрон. Влияние состава топлива. Длина диффузии и возраст нейтронов в решетке активной зоны.
P3	Теория критических размеров	
P3.T1	Реактор без отражателя	Уравнение реактора в одногрупповом приближении. Геометрический параметр реакторов различной формы. Распределение потока нейтронов в однозонных реакторах. Коэффициент неравномерности. Двухзонный цилиндрический реактор. Цилиндрический реактор с центральным регулирующим стержнем.
P3.T2	Реактор с отражателем	Уравнение для активной зоны и отражателя. Граничные условия. Плоский реактор с отражателем конечной толщины. Эффективная добавка. Условие критичности реактора. Условие критичности сферического и цилиндрического реакторов. Определение критического радиуса. Коэффициенты неравномерности реактора с отражателем. Реактор с отражателем в двухгрупповом приближении. Система уравнений для однозонного реактора с отражателем и условие критичности. Распределение плотности потока быстрых и тепловых нейтронов. Цилиндрический реактор, окруженный отражателем со всех сторон. Многозонный реактор.
P4	Нейтронно-физические особенности и расчет энергетических реакторов	
P4.T1	Водо-водяные энергетические	Физические особенности реакторов ВВЭР. Особенности конструкции. Компенсация

	реакторы (ВВЭР)	реактивности и органы регулирования. Коэффициенты неравномерности энерговыделения. Выгорание и перегрузка топлива. Задачи и выбор схемы физического расчета. Шлакование и отравление реактора. Стационарное и нестационарное отравление. Йодная яма и прометиевый провал. Изменение нуклидного состава топлива. Определение кампании реактора. Методы выравнивания неравномерности энерговыделения. Выгорающие поглотители. Четырехгрупповой метод расчета реакторов ВВЭР. Гомогенизация ячейки. Подготовка групповых констант. Определение эффективного коэффициента размножения и кампании реактора.
P4. T2	Водо-водяные кипящие реакторы	Физические особенности водо-водяных реакторов кипящего типа. Особенности конструкции и физического расчета реактора. Связь физического расчета с теплогидравлическим. Методы выравнивания энерговыделения. Выбор основных теплофизических параметров реактора.
P4.T3	Реакторы канального типа	Физические особенности канальных графитовых реакторов (РБМК). Особенности конструкции. Коэффициенты неравномерности энерговыделения. Физический расчет канальных реакторов. Особенности расчета коэффициента размножения методом Весткотта. Определение параметров реактора. Тяжеловодные реакторы. Особенности конструкции и физического расчета тяжеловодного канального реактора.
P4.T4	Реакторы на быстрых нейтронах (РБН)	Физические особенности реакторов РБН. Ядерно-физические константы. Воспроизводство делящихся материалов. Запас реактивности и глубина выгорания. Физический расчет реактора. Оценка спектров и усреднение сечений. Многогрупповые и малогрупповые методы расчета. Оценочный расчет характеристик реакторов на быстрых нейтронах. Определение коэффициента размножения, обогащения, коэффициента воспроизводства и времени удвоения. Многогрупповые уравнения быстрого реактора с учетом ценности нейтронов. Константы многогрупповых уравнений. Расчет критической массы и коэффициента воспроизводства, оптимизация физических характеристик реакторов на быстрых нейтронах.
P5	Нейтронно-физические расчеты на ЭВМ	
P5.T1	Методы решения реакторных задач	Односкоростное уравнение переноса нейтронов. Метод сферических гармоник. Метод дискретных ординат. Конечно-разностные алгоритмы. Теория возмущений. Вариационные методы. Метод вероятности первых столкновений. Метод Монте-Карло.
P5.T2	Программы расчета реакторных ячеек и реакторов на ЭВМ	Алгоритмы физических расчетов. Программные реализации на ЭВМ. Расчетные модели. Подготовка ядерных констант в многогрупповом диффузионном приближении. Задачи расчетов выгорания и

		алгоритмы расчетов медленных физических процессов. Программные расчетные комплексы для различных типов ядерных реакторов («WIMSD4», «БИПР», «ГЕФЕСТ», «SYNTES», «JOKER»)
Р6	Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах на сборках и реакторах	
Р6.Т1	Экспериментальные методы, определения нейтронно-физических характеристик	Методы измерения скоростей реакций и нуклидного состава топлива, запаса реактивности. Измерение энергетических спектров нейтронов и распределения энерговыделения. Измерение интегральных характеристик на критических сборках в обоснование параметров активной зоны. Методы определения размножающих свойств среды, параметров нейтронного поля и решетки реактора, методы определения глубины выгорания ядерного топлива. Измерение коэффициентов реактивности и эффектов реактивности, связанных с изменениями технологических параметров. Эксплуатационные расчеты и измерения. Эксперименты при физическом и энергетическом пуске реактора

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (для очной формы обучения, традиционная технология)

Семестр обучения:

7

Объем дисциплины (зач. ед.):

3

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)					Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)								
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	И/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Всего (час.)	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 / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Экзамен*	
P1.T1	Основные сведения из ядерной физики и теории переноса нейтронов	6,8	4	4			0,8	0,8				2	1									0					
P1.T2	Классификация ядерных реакторов	4,8	4	4			0,8	0,8				0										0	0				
P2.T1	Основные предположения и допущения в теории решетки	12	10	6	4		2	1,2	0,8			0										0					
P2.T2	Влияние гетерогенности на размножающие свойства среды. Зависимость от параметров решетки	39	12	8	4		3	1,6	1,4			24							1			0					
P3.T1	Реактор без отражателя	14,2	10	6	4		2,2	1,2	1			2	1									0					
P3.T2	Реактор с отражателем	13,2	11	6	5		2,2	1,2	1													0					
Всего (час):		90	51	34	17	0	39	6,8	4,2	0	0	28	4	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	18	
Всего по дисциплине (час.):		108																									

Семестр обучения:

8

Объем дисциплины (зач. ед.):

4

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)					Виды, количество и объемы мероприятий																			
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)						
							Всего	Лекции	Практ., семинар. занятия	Лабораторные работы	Н/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Всего (час.)	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 / Междисц. курсовая работа*	Курсовой проект / Междисц. курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Экзамен*
P4.T1	Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР)	15,8	8	4	4		3,8	0,8	3			0										4	1			
P4.T2	Водо-водяные кипящие реакторы	22,8	8	4	4		2,8	0,8	2			12	1									0				
P4.T3	Реакторы канального типа	10,8	8	4	4		2,8	0,8	2			0										0				
P4.T4	Реакторы на быстрых нейтронах (РБН)	11,6	8	4	4		3,6	0,8	2,8			0										0				
P5.T1	Методы решения реакторных задач	11	8	4	4		3	0,8	2,2			0										0				
P5.T2	Программы расчета реакторных ячеек и реакторов на ЭВМ	20	12	6	6		4	1,2	2,8			0										4	1			
P6.T1	Экспериментальные методы, определения нейтронно-физических характеристик	34	16	8	8		6	1,6	4,4			12	1									0				
Всего (час):		126	68	34	34	0	58	6,8	19,2	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	18
Всего по дисциплине (час.):		144																								

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

4.2. Практические занятия

Номер п/п	Раздел, тема дисциплины	Тема занятия	Объем учебного времени, час.
1	P2.T1	Элементарная ячейка. Геометрические параметры и объемные доли материалов в активной зоне. Коэффициенты одногруппового уравнения в гетерогенном реакторе. Расчет основных параметров решетки гетерогенного реактора.	4
2	P2.T2	Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Эффективный резонансный интеграл и вероятность избежать резонансного поглощения в различных типах решетки. Коэффициент использования тепловых нейтронов. Число вторичных нейтронов деления на один поглощенный тепловой нейтрон. Длина диффузии и возраст нейтронов в ячейке гетерогенного реактора.	4
3	P3.T1	Условие критичности реактора без отражателя и с отражателем в одногрупповом приближении. Геометрический параметр для реакторов различной формы. Коэффициенты неравномерности. Эффективная добавка.	4
4	P3.T2	Определение критического радиуса сферического и цилиндрического реактора. Двухзонный реактор. Реактор с отражателем в двухгрупповом приближении. Распределение плотности потока быстрых и тепловых нейтронов по радиусу цилиндрического реактора	5
5	P4.T1	Последовательность расчетов водо-водяных и кипящих реакторов.	4
6	P4.T2	Расчет отравления, шлакования и выгорания топлива. Температурные эффекты.	4
7	P4.T3	Последовательность расчетов канальных реакторов.	4
8	P4.T4	Оценочный расчет ядерного реактора на быстрых нейтронах.	4
9	P5.T1	Алгоритм физических расчетов. Расчетные модели. Подготовка ядерных констант в многогрупповом диффузионном приближении.	4
10	P5.T2	Четырехгрупповой метод расчета реакторов ВВЭР. Гомогенизация ячейки. Групповые константы. Определение эффективного коэффициента размножения.	6
11	P6.T1	Измерение интегральных характеристик в обоснование параметров активной зоны. Измерение коэффициентов реактивности и эффектов реактивности, связанных с изменениями технологических параметров	8
		Всего	51

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Определение характеристик нейтронов. Определение утечки нейтронов.
2. Геометрический параметр B^2 для реакторов различной формы.
3. Расчет параметров борного регулирования. Определение кампании реактора.
4. Определение критической загрузки активной зоны

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. Примерный перечень тем курсовых работ**

1. Расчет реактора типа ВПБЭР-600.

2. Расчет реактора типа ВВЭР-1000.

3. Расчет реактора типа ВВЭР-1200.

4. Расчет реактора типа ВВЭР-1500.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Вычисление возраста и времени замедления нейтронов в различных средах

2. Расчет эффективного резонансного интеграла в различных решетках и в гомогенной среде.

3. Нестационарное отравление ксеноном – йодная яма

4. Построение дифференциальной и интегральной характеристик РО СУЗ.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов*не предусмотрено***5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Р1 Введение				*								
Р2 Теория гетерогенной решетки	*											
Р3 Теория критических размеров												
Р4 Нейтронно-физические особенности и расчет энергетических реакторов		*										
Р5 Нейтронно-физические расчеты на ЭВМ				*	*							
Р6 Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах		*		*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 2)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. Ред. С.Е. Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 548 с. – 5 экземпляров в учебном фонде + 25 на кафедре.
2. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. Ред. С.Е. Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 420 с. – 5 экземпляров в учебном фонде + 25 на кафедре.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. Учебное пособие/ Бартоломей Г. Г., Бать Г.А., Байбаков В.Д., Алхутов М.С. М: Энергоиздат, 1989. - 512 с. – 89 экз.
2. Усынин Г.Б., Кусмарцев Е.В. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие. М: Энергоатомиздат, 1985. - 288 с. – 18 экз
3. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для вузов М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с. – 49 экз.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows XP
2. Пакет Microsoft Office
3. Аналитический тренажер БН-800.
4. Тренажер Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-1А».
5. Тренажер Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-2».

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека (Москва) – РГБ <http://www.rsl.ru>
2. Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург) – <http://www.nlr.ru>

3. ЭБС «Лань», Издательство «Лань», [режим доступа : <http://e.lanbook.com/>]

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лекционных занятий используется специализированная аудитория с мультимедийным проектором. Практические занятия и лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала; число рабочих мест в классах должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-17	40
<i>Контрольная работа 1</i>	VII, 1-9	30
<i>Контрольная работа 2</i>	VII, 10-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических работ</i>	VII, 9-17	40
<i>Домашняя работа 1</i>	VII, 9-17	30
<i>Домашняя работа 2</i>	VII, 9-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0		

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1-17	40
<i>Контрольная работа 3</i>	VIII, 1-9	30
<i>Контрольная работа 4</i>	VIII, 10-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических работ</i>	VIII, 1-17	40
<i>Домашняя работа 3</i>	VIII, 1-9	30
<i>Домашняя работа 4</i>	VIII, 9-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Анализ источников и формирование входных данных	VIII, 10-12	20
Теплогидравлический расчет	VIII, 14	30
Нейтронно-физический расчет	VIII, 15	50
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,7		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,3		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
7 Семестр	0,5
8 Семестр	0,5

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, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, 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

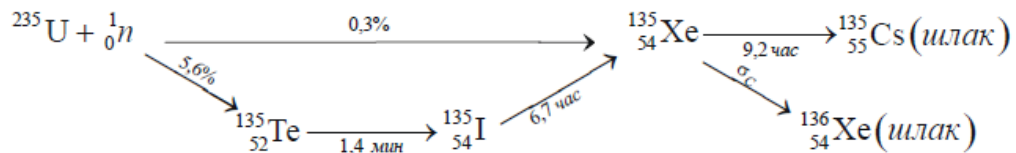
8.3.1. Примерные задания для проведения домашней работы

1. Определение характеристик нейтронов. Определение утечки нейтронов.
 - Определить длину волны гамма-излучения ($E = 2$ МэВ), быстрого ($E = 2$ МэВ) и теплового ($E = 0,025$ эВ) нейтронов.
 - Определить температуру тепловых нейтронов ($E = 0,025$ эВ, $0,1$ эВ), промежуточных ($E = 1$ эВ, 1 кэВ) и быстрых ($E = 2$ МэВ).
 - Оценить вероятность утечки нейтронов из малогабаритной активной зоны ВВР, имеющей высоту 1 м и диаметр $1,1$ м.
2. Геометрический параметр B^2 для реакторов различной формы.
 - Определить геометрический параметр для цилиндрической активной зоны ВВР, имеющей высоту 1 м и диаметр $1,1$ м (без отражателя и с отражателем).
 - Определить геометрический параметр для цилиндрической активной зоны уран-графитового реактора, имеющей высоту 7 м и диаметр 12 м (без отражателя и с отражателем).
3. Расчет параметров борного регулирования. Определение кампании реактора.
 - Ядерный реактор номинальной мощностью 150 МВт работал на мощности 50% - 15 сут; 80% - 40 сут и 100% - 60 сут. Определить среднюю мощность, энерговыработку в МВт·ч и время работы в эффективных сутках.
 - Компенсирующие стержни реактора ТР находятся в положении 800 мм, $H_{\text{крит.КС}} = 400$ мм. На сколько нужно поднять КС, чтобы подкритическая мощность реактора увеличилась в 2 раза?
4. Определение критической загрузки активной зоны.
 - Объем активной зоны ЯР на тепловых нейтронах равен $2,5$ м³. Внутренний источник имеет $I_{\text{ист}} = 5 \cdot 10^7$ нейтр./с; $\Phi_{\text{ном}} = 10^{13}$ нейтр./(см²·с). На какой мощности и в какой степени будет заметным увеличение Φ за счет источника при $K_{\text{эф}} = 1$?

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Нестационарное отравление ксеноном – йодная яма.
 - Изотоп ксенона-135 образуется в активной зоне как продукт распада йода-135, удельный выход которого равен $5,6\%$, а также как осколок деления с вероятностью

выхода 0,3%.



Полагая, что поток нейтронов при изменении мощности меняется скачком до значения заданной мощности, оценить изменение концентрации ксенона-135 и отравление $q(t) = \Sigma_{\text{Xe}} / \Sigma_{\text{aU}}$ при переходе с мощности 30% на мощность 50% через 2 суток.

2. Построение дифференциальной и интегральной характеристик РО СУЗ.

- Исходное состояние: градуируемый стержень АР находится в крайнем нижнем положении (1000 мм), стержни АЗ взведены, ЯР подкритичен. Построить дифференциальную характеристику АР методом разгона.

8.3.3. Примерные задания для проведения курсовой работы

Выполнить оценочный расчет эффективного коэффициента размножения ядерного реактора при заданной геометрии, составе, температуре активной зоны. Ядерные реакторы водо-водяного типа (ВВЭР), канального типа (РБМК) и ядерные реакторы на быстрых нейтронах (БН).

8.3.4. Перечень примерных вопросов для экзамена

7 семестр

1. Виды взаимодействий нейтронов с ядрами. Микро- и макроскопические сечения.
2. Делящиеся и воспроизводящиеся нуклиды. Энергия, мгновенные нейтроны деления и продукты деления.
3. Ядерное топливо. Запаздывающие нейтроны.
4. Диффузия нейтронов. Плотность потока нейтронов.
5. Замедление нейтронов. Закон рассеивания.
6. Возраст нейтронов и площадь миграции нейтронов. Уравнение возраста.
7. Уравнение диффузии. Граничные условия. Длина диффузии.
8. Гомогенные и гетерогенные реакторы. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
9. Коэффициент размножения бесконечной среды и среды конечных размеров. Условие критичности.
10. Аддитивная форма коэффициента размножения.

8 семестр

1. Физические особенности гетерогенного реактора. Элементарная ячейка.
2. Тесные, разреженные и канальные решетки.
3. Метод вероятности первых столкновений (ВПС). Расчет ВПС в разреженных, тесных и канальных решетках.
4. Схема расчета гетерогенного реактора на тепловых нейтронах.
5. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах в решетках гетерогенного реактора.
6. Вероятность избежать резонансного поглощения (зависимость от температуры, параметров решетки).
7. Эффективный резонансный интеграл.
8. Коэффициент использования на тепловых нейтронах. Внутренний и внешний блок эффект.
9. Расчет коэффициента теплового использования в различных типах ячеек гетерогенного реактора.
10. Зависимость коэффициента теплового использования от температуры и параметров решетки.
11. Число вторичных нейтронов деления. Влияние состава топлива.
12. Длина диффузии и возраст нейтронов в решетке активной зоны.

13. Зависимость коэффициента размножения на быстрых нейтронах от типа реактора и параметров решетки.

14. Спектр нейтронов. Групповые теории.

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

не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

не используются.