

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

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
 ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	Код модуля 1134102 Учебный план № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	не предусмотрена
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки Специалитет	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Велькин Владимир Иванович	доцент к.т.н.	доцент	Атомные станции и возобновля емые источники энергии	
2	Тучков Андрей Михайлович	к.т.н.	доцент	Атомные станции и возобновля емые источники энергии	

Руководитель модуля

В.И. Велькин

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

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

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль

С.Е.Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

1.1. Объем модуля 12, з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к базовой части образовательной программы.

Модуль посвящен освоению теории физики ядерных энергетических реакторов и изучению основных типов и конструкций ядерных энергетических реакторов, функционирующих в России и в мире.

Рассматриваются конструкции, технические характеристики, состав и функционирование ЯЭУ ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, АМБ-100, БН-350, БН-600, АСТ-500, ВВЭР, PWR, Candu.

Выполняется вариантный нейтронный и теплогидравлический расчеты ЯЭУ для отечественных АЭС, рассматриваются теплофизические особенности, достоинства и недостатки различных типов ядерных энергетических реакторов.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(Б) Проект по модулю	9					36	ПМ	36	1
2.	(Б) Ядерные энергетические реакторы	8	34	17	17	68	58	18 (Э)	144	4
3.	(Б) Физика ядерных реакторов	7-8	68	34	17	119	111	22 (З, Э)	252	7
Всего на освоение модуля			102	51	34	187	205	40	432	12

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Порядок изучения дисциплин согласно табл. п. 2
3.2.	Корреквизиты	-

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
14.05.02/01.01	<p>РО-О1. Способность проводить и участвовать в испытаниях основного технологического оборудования, систем контроля, диагностики, защиты и промышленной автоматики, автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных станций в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.</p>	<p>ПК-1 – готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок; ПСК-1.2 – готовность к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом.</p>
	<p>РО-О4. Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование при проектировании ядерных энергетических установок, их основного оборудования, технологических систем, систем контроля и управления; осуществлять в рамках проектной деятельности разработку проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.</p>	<p>ПК-13 – готовность к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок; ПК-14 – готовность подготовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа существующих и проектируемых ЯЭУ; ПСК-1.6 – готовность к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ; ДПК-3 – способность эффективно сотрудничать со специалистами смежных разделов проекта в ходе подготовки документации;</p>

		ДПК-4 – разрабатывать проектную документацию с учетом специфических требований органов экспертизы.
	РО-05. Способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, разрабатывать технические требования и задания на разработку и создание компонентов атомных станций и других ядерных энергетических установок.	ПК-11 – готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области проектирования ЯЭУ;
	РО-06. Способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы.	ПК-16 – способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы. ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-1	ПК-11	ПК-13	ПК-14	ПК-16	ПК-17	ПК-1.2	ПК-1.4	ПК-1.6
1	(Б) Проект по модулю	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	(Б) Ядерные энергетические реакторы	+		+	+					+
3	(Б) Физика ядерных реакторов	+				+	+	+	+	

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:
выполнение и защита проекта по модулю

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: 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.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю:

Не предусмотрен

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю

1. Вариантный расчет ядерного энергетического реактора ВВЭР (N, 400-1400 МВт);
2. Вариантный расчет ядерного энергетического реактора РБМК (N, 500-2000 МВт);
3. Вариантный расчет ядерного энергетического реактора БН (N, 300-1800 МВт).

В каждом расчете выполняется:

- нейтронно-физический расчет;
- теплогидравлический расчет;
- чертеж ЯЭУ с соблюдением расчетных габаритов активной зоны;
- чертеж тепловыделяющей сборки.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего 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
Модуль ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	Код модуля 1134102 Учебный план № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки Специалитет	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Тучков Андрей Михайлович	доцент, к.т.н.	доцент	<i>Атомные станции и возобновляемые источники энергии</i>	
2	Носов Даниил Антонович	—	заведующий лабораторией	<i>Атомные станции и возобновляемые источники энергии</i>	

Руководитель модуля

В.И. Велькин

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральского энергетического института

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

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Физика ядерных реакторов» изучается в базовом модуле «Физика и конструкции ядерных реакторов», включающем также дисциплину «Ядерные энергетические реакторы» (изучается параллельно).

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 проекте по модулю выполняется вариантный теплогидравлический и нейтронно-физический расчет ЯЭУ для отечественных АЭС.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ПК-1 – готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок;

ПК-16 - способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы;

ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы;

ПСК-1.2 – 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 1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теории критических размеров и гетерогенных решеток;
- физические особенности ядерных энергетических реакторов;
- методы расчета нейтронно-физических характеристик ядерных реакторов.

Уметь:

- использовать методы подготовки констант и расчетов параметров активной зоны;
- анализировать особенности расчета реакторов на тепловых и быстрых нейтронах;
- пользоваться навыками проведения оценочных расчетов ядерных реакторов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;
- первичными навыками и основными средствами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профилизации;

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6437)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7-й семестр	8-й семестр
1.	Аудиторные занятия	119	119	68	51
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	34	34	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	111	20.85	72	39
6.	Промежуточная аттестация	22	2.58	Зачет, 4	Экзамен, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	142.43	144	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		4	3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	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 Плотность потока нейтронов. Уравнение диффузии. Граничное условие Длина диффузии Замедление нейтронов. Закон рассеяния Замедление в тяжелых рассеивателях с поглощением. Вероятность избежать резонансного поглощения. Резонансный интеграл при бесконечном

		разбавлении и эффективный резонансный интеграл. Уравнение возраста. Возраст и площадь миграции нейтронов. Многогрупповое приближение. Групповые диффузионные приближения. Выбор числа групп.
P2	Физическая классификация ядерных реакторов	Гомогенные и гетерогенные реакторы. Спектр нейтронов в реакторе. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Групповые теории. Тепловая область. Спектр Максвеллла. Сечения и скорость взаимодействия нейтронов. Коэффициент размножения бесконечной среды и среды конечных размеров. Условие критичности. Аддитивная форма коэффициента размножения
P3	Теория гетерогенной 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 каналных решетках. Схема расчета гетерогенного реактора на тепловых нейтронах. Основные параметры решетки. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах в решетках гетерогенного реактора. Зависимость от типа реактора и параметров решетки. Вероятность избежать резонансного поглощения. Расчет эффективного резонансного интеграла и вероятности избежать резонансного поглощения в различных типах решетки. Учет зависимости от температуры. Зависимость от параметров решетки. Коэффициент использования тепловых нейтронов. Внутренний и внешний блок-эффект. Диффузионное приближение. Двухзонная ячейка, относящаяся к твэлу и ТВС. Двухзонная ячейка с эффективными граничными условиями и источниками нейтронов в обеих зонах. Метод АБГ. Расчет коэффициента теплового использования в различных типах ячеек гетерогенного реактора. Способы усреднения сечений в области энергий тепловых нейтронов. Влияние температуры и параметров решетки. Число вторичных нейтронов деления на один поглощенный топливом нейтрон. Влияние состава топлива. Учет надтепловой области энергии нейтронов. Смесь делящихся нуклидов. Длина диффузии и возраст нейтронов в решетке активной зоны. Расчетные формулы для определения длин диффузии и возраста в различных типах решетки. Зависимость параметров реактора от шага решетки. Оптимизация шага решетки. Задачи и методы физических расчетов
P4	Теория критических размеров	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. Реактор с отражателем в одногрупповом приближении. 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. Опреде-

		<p>ление критического радиуса. Коэффициенты неравномерности реактора с отражателем.</p> <p>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. Профилирование энерговыделения.</p>
P5	<p>Нейтронно-физические особенности и расчет энергетических реакторов</p>	<p>Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР). Физические особенности реакторов ВВЭР. Особенности конструкции. Компенсация реактивности и органы регулирования. Коэффициенты неравномерности энерговыделения. Выгорание и перегрузка топлива. Задачи и выбор схемы физического расчета. Оценочный расчет коэффициента размножения. Учет надтепловой области. Выбор оптимального водо-уранового соотношения. 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. Выбор основных физических параметров реактора. Четырехгрупповой метод расчета реакторов ВВЭР. Гомогенизация ячейки. Подготовка групповых констант. Определение эффективного коэффициента размножения и кампании реактора.</p> <p>Физические особенности водо-водяных реакторов кипящего типа (ВК). Особенности конструкции и физического расчета реактора. Связь физического расчета с теплогидравлическим. Методы выравнивания энерговыделения. Выбор основных теплофизических параметров реактора.</p> <p>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.</p> <p>реакторы на быстрых нейтронах (РБН). Физические особенности реакторов РБН. Спектр нейтронов. Ядерно-физические константы. Воспроизводство делящихся материалов. Запас реактивности и глубина выгорания. Особенности конструкции энергетического РБН. Физический расчет реактора. Оценка спектров и усреднение сечений. Многогрупповые и малогрупповые методы расчета. Оценочный расчет характеристик реакторов на быстрых нейтронах. Выбор расчетной модели. 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.</p>
P6	<p>Нейтронно-физические рас-</p>	<p>Методы решения реакторных задач Односкоростное уравнение переноса нейтронов. Метод сферических гармоник. Метод дис-</p>

	четы на ЭВМ	кретных ординат. Конечноразностные алгоритмы. Теория возмущений. Вариационные методы. Метод вероятности первых столкновений. Метод Монте-Карло. 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 (коды «WIMSD4», «Бипр-7», «Пермак», «Гефест», «Sintes», «Joker»).
P7	Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах на сборках и реакторах	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

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 6437 вер.2)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P5	1	Проверка стабильности работы модели блока РУ БН-800 на уровне мощности 100% N_{nom}	5
P6	2	Маневрирование мощностью РУ БН-800	12
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 6437 вер.2)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Основные сведения из ядерной физики и теории переноса нейтронов	2
P2	2	Физическая классификация ядерных реакторов	3
P3	3	Теория гетерогенной решетки	2
P4	4	Теория критических размеров	2
P5	5-10	Нейтронно-физические особенности и расчет энергетических реакторов	9
P6	11-15	Нейтронно-физические расчеты на ЭВМ	9
P7	15-17	Нейтронно-физические характеристики, определяемые в экспериментах на сборках и реакторах	7
Всего:			34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

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 проектов (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

Не предусмотрено.

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)
Р5. Нейтронно-физические особенности и расчет энергетических реакторов	*											

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

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК/ Абрамов М.А., Авдеев В.И., Адамов Е.О. и др./ М.: ГУП НИКИЭТ, 2006. - 632 с.
2. Байбаков В.Д., Воробьев В.Д., Кузнецов В.Д. Коды для расчета ядерных реакторов. Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2003. - 163 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Т.IV-25. Машиностроение ядерной техники. Кн.1 /Адамов Е.О., Драгунов Ю.С., Орлов В.В./ М.: «Машиностроение», 2005. - 960 с.
4. Машиностроение. Энциклопедия. Т.IV-25. Машиностроение ядерной техники. Кн.2 /Адамов Е.О., Андреев П.В., Антипов С.А., Аржаев А.И. и др./ М.: «Машиностроение», 2005. - 944 с.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Ганев И.Х. Физика и расчет реактора. Учебное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1992.-496 с.
2. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. Учебное пособие/ Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байбаков В.Д., Алхутов М.С. М: Энерго из-дат, 1989. - 512 с.
3. Файнберг СМ., Шихов СБ. Теория ядерных реакторов. Учебник. М.: Атомиздат, 1978.- 400 с.
4. Усынин Г.Б., Кусмарцев Е.В. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие. М: Энергоатомиздат, 1985. - 288 с.
5. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1990.-352 с.
6. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С Экспериментальные методы физики реакторов: Учебное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 272 с.
7. Бойко В.И., Кошелев Ф.П., Шаманин И.В., Колпаков Г.Н. Нейтронно-физический и теплогидравлический расчет реактора на тепловых нейтронах. Томск: Томский государственный университет, 2002 - 192 с.
8. Ю.Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1986. - 304 с

9.2.Методические разработки

Не используются.

9.3.Программное обеспечение

Операционная система Windows 7.

Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel).

Аналитический тренажер БН-800.

Тренажер Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-1А».

Тренажер Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-2».

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лабораторных занятий имеется аудитория Т-214, рассчитанная на проведение лабораторных занятий 12 студентами.

Лабораторные стенды:

Аналитический тренажер БН-800
Тренажер Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-1А»
Оперативного Моделирования Аварийных Ситуаций «ТОМАС-2»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины «Физика ядерных реакторов»

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

VII Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Посещаемость	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Активность на занятиях	VII, 10-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Отчеты по лабораторным работам	VII, 13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

VIII Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Посещаемость	VIII	100
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/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – се-	Максималь-

тиях	местр, учебная неделя	ная оценка в баллах
Практические занятия	VIII, 1-9	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
2. Лабораторные занятия: – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение курсовой работы	VII, 16	50
Защита курсовой работы	VII, 16	50
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,6		

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
Семестр VII	0,6
Семестр VIII	0,4

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

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

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение нейтронно-физического расчета одного из типов реакторов:

8.3.1. Примерные задания для проведения курсовой работы

- нейтронно-физический расчет ЯЭР ВВЭР-1000;
- нейтронно-физический расчет ЯЭР БН-800;
- нейтронно-физический расчет ЯЭР РБМК-1000.

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

- 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.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1.Физические особенности гетерогенного реактора. Элементарная ячейка.
- 2.Тесные, разреженные и каналные 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.

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	Код модуля 1134102 Учебный план № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки Специалист	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Велькин Владимир Иванович	к.т.н.	доцент	Атомные станции и возобновляе- мые источ- ники энергии	

Руководитель модуля

В.И.Велькин

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В.Черепанова

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в состав модуля «ФИЗИКА И КОНСТРУКЦИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ», относящегося к базовой части образовательной программы. В составе этого модуля есть вторая дисциплина «Физика ядерных реакторов», которая начинает изучаться раньше, но заканчивается в этом же семестре. Процесс изучения модуля завершается проектом по модулю.

Дисциплина посвящена изучению основных типов и конструкций ядерных энергетических реакторов, функционирующих в России и в мире.

Рассматриваются конструкции, технические характеристики, теплофизические особенности каждого типа, состав и функционирование ЯЭУ: ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, АМБ-100, БН-350, БН-600, БН-800, АСТ-500, BWR, PWR, Candu.

Выполняется вариантный теплогидравлический расчет ЯЭУ отечественных АЭС, рассматриваются теплофизические особенности, достоинства и недостатки различных типов ядерных энергетических реакторов.

1.2. Язык реализации программы – программа реализуется на русском языке.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ПК-1 – готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок;

ПК-13 – готовность к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок;

ПК-14 – готовность подготовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа существующих и проектируемых ЯЭУ;

ПСК-1.6 – готовность к проведению предварительного технико-экономического анализа разработок текущих и перспективных АС и ЯЭУ.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: физические особенности функционирования ЯЭУ, конструктивные особенности основного энергетического оборудования, технические характеристики ЯЭУ и АЭС в целом
текст

Уметь: выполнять теплогидравлический расчет ядерной энергетической установки, включая расчет параметров активной зоны, распределение критических температур по высоте и радиусу АЗ, определять расчетным путем скорость теплоносителя через АЗ, обеспечивающую запас до кризиса теплообмена 2-го рода и устойчивую циркуляцию т/н.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): навыками чтения конструкторских схем и чертежей различных типов ЯЭУ, характеристиками и особенностями функционирования ЯЭУ различных типов (ВВЭР, РБМК, АСТ, PWR, BWR, АСТ, GGR, AGR, CANDU).

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	58	10,2	58
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	80,53	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	ЯЭУ с водой под давлением	<p>Конструкция реактора ВВЭР-1000. Технические характеристики ВВЭР-1000 и ВВЭР-440. Конструкция корпуса реактора ВВЭР-1000; Назначение, конструкция и технические характеристики ВКУ: кольцо-разделитель потока; зона патрубков; шахта реактора, блок защитных труб, выгородка. Кольцо опорное, кольцо упорное; сильфон разделительный. Образцы-свидетели корпусной стали. Системы контроля корпуса реактора. Конструкция шахты реактора. Конструкция биологической и тепловой защиты ЯЭУ.</p> <p>Траверса для кантовки корпуса реактора, парогенератора ПГВ-1000.</p> <p>Твэлы и тепловыделяющие сборки реактора ВВЭР-1000. Характеристики перегрузочной машины.</p> <p>Перегрузка топлива на ЯЭУ ВВЭР-1000. Картограмма загрузки ВВЭР-1000.</p>
P2	ЯЭУ с кипящей водой (корпусные)	Тепло-физические особенности водо-водяных реакторов кипящего типа (ВК). Особенности конструк-

		<p>ции BWR. Эволюция реакторов кипящего типа. Конструкция реактора ВК-50. Принцип естественной циркуляции теплоносителя в кипящих реакторах; назначение переливных окон. Конструкция реактора АСТ-500. Принципы самозащищенности реакторной установки АСТ-500. Срабатывание систем защиты при разгерметизации основного корпуса ЯЭУ АСТ-500. Твэлы, ПЭЛы и ТВС ЯЭУ АСТ-500. Картограмма загрузки топлива АСТ-500.</p>
Р3	ЯЭУ с кипящей водой (канальные)	<p>Реакторы канального типа. Тепло-физические особенности канальных графитовых реакторов (РБМК). Особенности конструкции. Конструкция графитовой кладки; устройство верхней и нижней металлоконструкций; схемы «С», «КЖ», «Л», «Д». Назначение, устройство и функционирование контура многократной принудительной циркуляции; конструкция барабан-сепаратора. Система контроля герметичности оболочек ТВЭЛ; Конструкция технологического канала, канала охлаждения отражателя. Картограмма размещения каналов в активной зоне. Разгрузочно-загрузочная машина РБМК-1000. Перегрузка топлива на ЯЭУ РБМК-1000.</p>
Р4	ЯЭУ на быстрых нейтронах	<p>Реакторы на быстрых нейтронах (РБН). Тепло-физические особенности реакторов БН. Технические характеристики БН-350, 600, 800, «Суперфеникс 1200». Конструкция ЯЭУ БН 350, БН-600. Конструкция топливного пакета активной зоны и зоны воспроизводства. Конструкция поворотной колонны. Назначение гидрозатвора. Тракт транспортировки свежего и отработавшего топлива. Картограмма загрузки АЗ.</p>
Р5	ЯЭУ с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем	<p>Реакторы с газовым теплоносителем. Конструкция, особенности и технические характеристики магноксового реактора. Конструкция, особенности и технические характеристики усовершенствованного газографитового реактора. Конструкция, особенности и технические характеристики высокотемпературного газоохлаждаемого реактора. Конструкция реактора с шаровыми твэлами. Активная зона, графитовая кладка ЯЭУ с шаровыми твэлами. Перегрузка активной зоны реактора.</p>
Р6	ЯЭУ на тяжелой воде	<p>Реакторы с тяжелой водой. Теплофизические особенности реакторных установок с тяжелой водой. Конструкция реактора CANDU. Перегрузочная машина и порядок перегрузки на ЯЭУ «CANDU»</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Объем модуля (зач.ед.): 12
Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																											
				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)		Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
																															P1
P2	ЯЭУ с кипящей водой (корпусные)	13.6	5	3	1	1	8.6	2.6	0.6	1	1		6	1																	
P3	ЯЭУ с кипящей водой (канальные)	25.6	16	8	4	4	9.6	9.6	1.6	4	4																				
P4	ЯЭУ на быстрых нейтронах	26.4	12	6	3	3	14.4	7.2	1.2	3	3		7.2	1																	
P5	ЯЭУ с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем	20	11	5	3	3	9	7	1	3	3													2	1						
P6	ЯЭУ на тяжелой воде	8.4	4	2	1	1	4.4	2.4	0.4	1	1													2	1						
	Всего (час.) , без учета промежуточной аттестации:	126	68	34	17	17	58	40.8	6.8	17	17	0	13.2	13.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0					
	Всего по дисциплине (час.):	144	68				76																	В т.ч. промежуточная аттестация			18	0	12		

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Конструкция, главный разъем, ВКУ, ТВС ЯЭУ с водой под давлением	5
P2,P3	2	Конструкция графитовой кладки и топливного канала ЯЭУ с кипящей водой (канальные); корпусные кипящие ЯЭУ	1 4
P4, P5, P6	3	ЯЭУ на быстрых нейтронах	3+4
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Изучение основных элементов конструкции, главного разъема, ВКУ, ТВС ЯЭУ ВВЭР-1000 (Сборная модель ВВЭР-1000 М 1 : 3)	5
P2, P3	2 3	Изучение конструкции графитовой кладки и топливного канала ЯЭУ с кипящей водой (РБМК) (Полномасштабный топливный канал в колонне графитовой кладки М 1 : 1)	5
P4, P5, P6	4	Особенности и различия ЯЭУ на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800 (Поляроидные схемы ЯЭУ в УТК УрФУ)	3+4
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

4.3.1.1. КПСЛ «Ядерная энергетическая установка для Республики Индия»

КПСЛ «Ядерная энергетическая установка для Вьетнама»

КПСЛ «Ядерная энергетика для Республики Бангладеш»

КПСЛ «Ядерная энергетика для Арабской Республики Египет»

(КПСЛ-компьютерные программы сопровождения лекций)

4.3.1.2. КПСЛ «Конструкция ЯЭР ВВЭР -1200»

КПСЛ «Конструкция ЯЭР БН-1200»

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 проектов (работ):

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Конструкции ЯЭУ:

- 1) водо-водяные реакторы;
водо-графитовые реакторы;
реакторы на быстрых нейтронах;
- 2) газографитовые реакторы;
ГГР с шаровыми ТВЭЛ;
реактор на расплавленных солях;
тяжеловодные реакторы.

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	Создание КПСЛ	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента
Р1, ЯЭУ с водой под давлением	+		+	+		+	+			+	+
Р2, ЯЭУ с кипящей водой (корпусные)				+		+	+				+
Р3, ЯЭУ с кипящей водой (канальные)	+		+	+		+	+			+	+
Р4, ЯЭУ на быстрых нейтронах	+		+	+		+	+			+	+
Р5, ЯЭУ с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем				+		+	+				+
Р6, ЯЭУ на тяжелой воде				+		+	+				+

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

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы: Учебное пособие/: Энергоиздат, 2001, 512 с.
2. Бойко В.И., Демянюк Д.Г. и др. Перспективные ядерные топливные циклы и реакторы нового поколения.Изд.ТПУ, 2005 г., 488 с.
3. Велькин В.И. Атомная энергетика мира. Учебное пособие./Изд. УГТУ-УПИ, 2005 г., 218 с.
4. . Щеклеин С.Е. АЭС нового поколения с ядерными реакторами повышенной безопасности.- Екат.,УГТУ, 1998.- 92 с.
- 5.Щеклеин С.Е. Основное и вспомогательное оборудование атомных электростанций.- Екат.,УГТУ. 1997.-36 с.
6. Велькин В.И. Микро и мини атомные реакторы в Мире и в России. Уч.пособ.Екатеринбург, УГТУ, 2000 г., 108 с.
7. Ташлыков О.Л. Кузнецов А.Г., Арефьев О.Н. Эксплуатация и ремонт ядерных паропроизводящих установок АЭС. Энергоатомиздат, 1995 г. 1-2 том.
8. Денисов В.П., Драгунов Ю.Г. Реакторные установки для атомных электростанций. М, ИздАТ, 2002, 478 с
9. Велькин В.И.,Титов Г.П. Ядерный энергетический реактор ВВЭР 1000. Методические указания по теплогидравлическому расчету ЯЭУ., изд.УГТУ, Екатеринбург, 2006 г., 65 с.
10. В.И.Владимиров Физика ядерных реакторов . Практические задачи по их эксплуатации // Москва, Либроком, 2008, 478 с.

9.1.2.Дополнительная литература

- 9.1.2.1. Галанин А.Д. Введение в теорию ядерных реакторов на тепловых нейтронах. М.: Энергоатомиздат, 1995. 536 с.
- 9.1.2.2. Велькин В.И, Титов Г.П. Ядерный энергетический реактор ВВЭР 1000. Методические указания по теплогидравлическому расчету ЯЭУ., изд.УГТУ, Екатеринбург, 2006 г., 65 с.
- 9.1.2.3. Кузеванов В.С., Баклушин Р.П. Тепловой и гидравлический расчет активных зон реакторов. Учебное пособие. Обнинск, ФЭИ, 1998 г.
- 9.1.2.4. В.П.Крючков., Е.А.Андреев. Физика реакторов для персонала АЭС с ВВЭР и РБМК // М., Энергоатомиздат, 2008, 288 с.

9.2. Методические разработки

- 9.2.1. Альбом конструкций реакторной установки ВВЭР-1000
- 9.2.2. Альбом конструкций реакторной установки РБМК-1500
- 9.2.3. Альбом конструкций реакторной установки БН-600
- 9.2.4. Альбом конструкций зарубежных ядерных энергетических реакторов
- 9.2.5. Контрольные тест-задания по конструкциям реакторов:
ВВЭР-1000, РБМК-1000; АСТ-500, АМБ-200, БН-600, ВWR-1300, CANDU;
AGR, HTGR; БМН-170, ВПБЭР-600

9.3. Программное обеспечение

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7986> -Атомные электростанции с реакторами размножителями на быстрых нейтронах

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8642> Ядерные энергетические реакторы;

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/472> Ядерный энергетический реактор ВВЭР-1000

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8675> Ядерные энергетические реакторы

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7261> Методическое руководство по работе с системой вибрационного контроля оборудования реакторов типа БН

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://npp.mpei.ac.ru> сайт кафедры атомных станций МЭИ-ТУ (Москва)

<http://nnhpe.spbstu.ru> сайт кафедры «Атомная и тепловая энергетика» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

http://www.enin.tpu.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=120&Itemid=626 сайт кафедры атомных и тепловых станций Томского политехнического университета;

<http://ispu.ru/taxonomy/term/223> сайт кафедры атомных электростанций Ивановского государственного энергетического университета

<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/199243> сайт Обнинского государственного технического университета атомной энергетики;

<http://www.viti-mephi.ru/bazovaya-kafedra-atomnye-elektricheskie-stancii> сайт базовой кафедры атомных станций, Волгодонский университет;

<http://studyinrussia.ru/study-in-russia/universities/mephi/faculties/> сайт Национального исследовательского ядерного университета МИФИ;

<http://lib.urfu.ru> Сайт библиотеки УрФУ

9.5. Электронные образовательные ресурсы

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7986> -Атомные электростанции с реакторами размножителями на быстрых нейтронах, Велькин В.И.

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8642> Ядерные энергетические реакторы, Велькин В.И.;

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/472> Ядерный энергетический реактор ВВЭР-1000, Титов Г.П., Велькин В.И.

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/8675> Ядерные энергетические реакторы, Велькин В.И.

<http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7261> Методическое руководство по работе с системой вибрационного контроля оборудования реакторов типа БН, Велькин В.И.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Учебно-тренировочный комплекс УрФУ по ТО и Р АЭС, оснащенный современными моделями и образцами технологической оснастки:

- сборно-разборные модели ЯЭУ ВВЭР-1000: М 1 : 3
- корпус реактора М 1 : 3,
- блок защитных труб (БЗТ), М 1 : 3
- верхний блок с траверсой; выгородка М 1 : 3;
- макеты ТВС ВВЭР и ТК РБМК в масштабе 1 : 1;
- полароидные схемы функционирования ЯЭУ ВВЭР-1000;
РБМК-1000;
- полароидные схемы функционирования ЯЭУ БН-600 и БН-800,
- модель оборудования перегрузки ЯЭУ БОР-60. М 1 : 50
- фрагмент главного разъема ВВЭР –1000 (вырез 1/8 М 1 : 1).
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ ВВЭР-1000 М 1 : 40
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ ВВЭР-2006 М 1 : 60
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ БН -800 М 1 : 80

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 0,2

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение</i>	<i>VIII, 1-16</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа 1 (конструкции ЯЭР РФ)</i>	<i>VIII, 1-12</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа 2 (конструкции ЯЭР зарубежных стран)</i>	<i>VIII, 13-16</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа 1 (КПСЛ)</i>	<i>VIII, 8</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа 2 (КПСЛ)</i>	<i>VIII, 16</i>	<i>20</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям - экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,25		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет подгруппы студентов по практическому занятию (подгруппа -3-4 чел.)</i>	<i>VIII, 9-16</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям–0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0,25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет подгруппы студентов по лабораторному занятию (подгруппа студентов -3-4 чел.)</i>	<i>VIII, 9-16</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям-не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсового проекта не предусмотрено

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
VIII	1

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.fepo.rf); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Для проведения промежуточной аттестации используется СМУДС УрФУ;

Код раздела	Раздел дисциплины	Код темы	Тема	Индекс вариации темы	Наименование вариации	Число заданий в тесте
[указать код раздела в соответствии со структурой банка СМУДС]	Р1	010	ЯЭУ с водой под давлением	v011	ЯЭР 010	50
		020	ВВЭР-400	v021	ЯЭР 020	50
		020	ВВЭР-1000	v022	ЯЭР 030	50
		020	ВВЭР-1500	v023		
		020		v024		
		030		v025		
					v031	
			v032			
	Р2	040	ЯЭУ с кипящей водой АСТ-500	v041	ЯЭР 040	50
050		ВПБЭР-600	v051	ЯЭР 050	50	
050			v052	ЯЭР 060		
	Р3	110	ЯЭУ с кипящей водой	v112		
110		(канальные)	v113			
110		АМБ-100	v114	ЯЭР 110	50	
120		АМБ-200	v121	ЯЭР 120	50	
120		РБМК-1000	v122	ЯЭР 130	50	
120		ЭПГ-6	v123			
120			v125			
120			v126			
120			v127			
	Р4	210	ЯЭУ на быстрых нейтронах	v211		
210		БН-350	v212			
210		БН-600	v213	ЯЭР 210	50	
210		БН-800	v221	ЯЭР 220	50	
220			v222	ЯЭР 230	50	
	Р5	310	ЯЭУ с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем	v311		
310		AVR	v312			
320		AGR	v321	ЯЭР 310	50	
320		HTGR	v322	ЯЭР320	50	
330			v331	ЯЭР 330	50	
330			v332	ЯЭР 340	50	
330			v333			
	Р6	410	ЯЭУ на тяжелой воде CANDU	v411	ЯЭР 410	50
410			v412			
410			v413			
Всего заданий						800

Номер спецификации: (указать номер спецификации, сохраненной в портале СМУДС).

Время тестирования 60 мин.

Число заданий в тесте 60 шт.

Выбор заданий – случайным образом из соответствующего раздела, без повторения.

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>.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: домашняя работа, кейсы, КПСЛ, курсовая работа, БРС, тест-задания, задания в «гиперметоде».

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 опросов в рамках учебных занятий БАНК ТЕСТ-ЗАДАНИЙ по КОНСТРУКЦИЯМ ЯЭУ

	Тема	Тип реактора	Страна	Количество элементов для контроля
1	Водо-водяные реакторы	ВВЭР-1000	Россия	20
2		BWR 1300	США	21
3		АСТ-500	Россия	9
4	Водо-графитовые реакторы	РБМК-1000	Россия	19
5		РБМК-1500	Литва	15
6		АМБ-100	Россия	11
7	Реакторы на быстрых нейтронах	БН-350	Казахстан	10
8		БН-600	Россия	18
9	Газографитовые реакторы	U1LFA	Англия	9
10	ГГР с шаровыми ТВЭЛ	AGR	Германия	9
11	Реактор на расплавленных солях	MSBR	США	11
12	Тяжеловодные реакторы	CANDU	Канада	21

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий Контрольная работа №1

Условие задачи № 13

Реактор ТР работал на мощности 60% до выхода КС в крайнее верхнее положение. Определить энерговыработку ЯР?

Условие задачи № 15

На какой **мощности** можно работать после выработки номинальной кампании реактора ТР, чтобы исключить возможность попадания в **йодную яму** после его остановки и при снижении мощности?

Выгорание ядерного топлива

Задача 18

ВВЭР-1000

- **Условие задачи.**
- ВВЭР-1000 имеет $N_{\text{тепл}} = 3000 \text{ МВт}$, $m_{\text{У}} = 71,5 \text{ т}$, $\tau_{\text{ЯР}} = 7000 \text{ ч}$. Обогащение свежезагружаемого топлива – 3,3%.
- **Определить** среднюю глубину выгорания топлива при двух и трех частичных перегрузках.



ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ 18:

Выгорание ядерного топлива

Решение задачи

$N_{\text{тепл}} = 3000 \text{ МВт}$
 $m_{\text{У}} = 71,5 \text{ т}$
 $\tau_{\text{ЯР}} = 7000 \text{ ч}$
 $x = 3,3\%$
 $n = 2; 3$
 $\bar{B} = ?$

Согласно формуле $\bar{B} = \frac{N \cdot n}{24 m_{\text{У}} \cdot \tau_{\text{ЯР}}}$

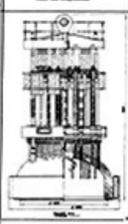
При $n = 2$
 $\bar{B} = \frac{7000 \cdot 3000}{24 \cdot 71,5 \cdot 10^3} \cdot 2 = 24,47 \text{ МВт} \cdot \text{сут} / \text{кгU}$

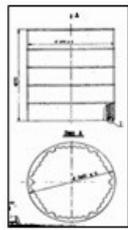
При $n = 3$
 $\bar{B} = \frac{7000 \cdot 3000}{24 \cdot 71,5 \cdot 10^3} \cdot 3 = 36,7 \text{ МВт} \cdot \text{сут} / \text{кгU}$

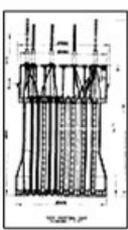
Ответ:
Средняя глубина выгорания
при 2 загрузках - **24,47 МВт·сут/кг**
при 3 загрузках – **36,7 МВт·сут/кг**

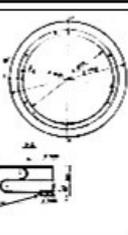
8.3.3. Контрольная работа № 2

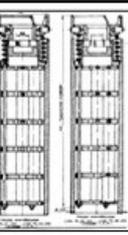
Контрольный тест	
ВВЭР-03	
• Группа ЭН - _____	
• Студент _____	
• «__» _____ 2016 г.	Затрачено
• Начало _____ час. _____ мин.	ВРЕМЯ
• Окончание _____ час. _____ мин.	_____ мин.

1. УКАЗАТЬ:	
Название конструкции	
Назначение конструкции	
1. _____ 2. _____ 3. _____	

2. УКАЗАТЬ:	
Название конструкции	
Назначение конструкции	
1. _____ 2. _____ 3. _____	

3. УКАЗАТЬ:	
Название конструкции	
Назначение конструкции	
1. _____ 2. _____ 3. _____	

4. УКАЗАТЬ:	
Название конструкции	
Назначение конструкции	
Как хранится конструкция а) _____ б) _____	

5. УКАЗАТЬ:	
Название конструкции	
Назначение конструкции	
Расположение г. _____ дп. _____	

8.3.4. Примерные задания для проведения домашних работ

Домашние работы 1 и 2 отличаются направленностью темы (1-ЯЭР в РФ и 2-ЯЭР в мире)

Алгоритм выполнения домашней (самостоятельной) работы

№	Последовательность шагов	Номер недели	Примечание
1	Ознакомление с требованиями выполнения самостоятельной работы и перечнем тем на год	1	Установочное занятие
2	Выбор темы самостоятельной работы из предложенного ведущим преподавателем перечня	2	Возможно изменение темы
3	Согласование темы с ведущим преподавателем	2	
4	Выбор цветовой схемы методического пособия	3	Пакет «Power Point»
5	Углубленный поиск информации, иллюстративного и графического материала по теме	3	достоверные источники
6	Сканирование утвержденного материала по теме самостоятельной работы	3	Использование «Fine Reader»
7	Разбиение сканированного материала на разделы и информационные блоки (слайды)	4	25-30 блоков
8	Помещение материала по-модульно на слайды в пакете «Power Point»	5	Минимальный кегль -20
9	Размещение графического материала в соответствии с разделами работы	5	1-2 иллюстрации
10	Редактирование информационного материала, размещённого в теле слайда	6	3-4 предложения
11	Преобразование перегруженных информационных текстов в таблицы	7	3 и > цифр – в таблицу
12	Подбор и включение фотографий, иллюстраций, графиков в методическую разработку	8	возможен повтор илл. на нескольких слайдах

13	Работа над эксклюзивным заголовком каждого слайда (исходя из содержания на данном слайде)	9	Кегль 32-36, без анимации
14	Оформление содержания работы	10	4- 5 пунктов
15	Разработка анимации каждого слайда	11	3-5 шагов
16	Предварительное представление самостоятельной работы ведущему преподавателю	12	в течение всего периода работы
17	Оформление методического пособия в брошюру	13	«выдачи, 6»
18	Сдача-защита самостоятельной работы	14	

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Теплофизические особенности, конструкция и технические характеристики ЯЭУ РБМК-1000.
2. Назначение, конструкция и характеристики сальфона разделительного ЯЭУ ВВЭР-1000.
3. Теплофизические особенности, конструкция и технические характеристики ЯЭУ «НТГР».
4. ЯЭУ «АСТ-500». Особенности конструкции и технические характеристики.
5. Теплофизические особенности, конструкция и технические характеристики ЯЭУ «КЛТ-40».
6. Назначение, конструкция и технические характеристики подсистемы наружного контроля сварных швов зоны патрубков реактора ВВЭР-1000
7. Назначение и конструкция БЗТ ЯЭУ «ВВЭР-1000»
8. Технические характеристики и конструкция ЯЭУ «БН-600»
9. Теплофизические особенности, конструкция и технические характеристики ЯЭУ «ЭГП-6»

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

Банк вопросов составляет 700 заданий, распределенных на темы в соответствии с программой дисциплины. (автор Велькин В.И.).

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

8.3.9.

Дополнительные средства контроля:

Компьютерная программа контроля знаний в оболочке «АСТ-ТЕСТ» (сертифицирована Минобрнауки РФ) локального применения (для студентов каф. Атомные станции и ВИЭ УрФУ).