

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
 ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА	Код модуля 1134096 Учебный план в ЕИСУ № 6437 для очной формы обучения
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	Не предусмотрено
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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Радченко Руслан Васильевич	–	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	
2	Климова Виктория Андреевна	–	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	

Руководитель модуля

Р. В. Радченко

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В.Черепанова

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

С. Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА»

1.1. Объем модуля: 12 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Ядерная и нейтронная физика» относится к базовой части учебного плана.

Модуль посвящен изучению процессов, протекающих при взаимодействии элементарных частиц и ядер различных атомов при высоких энергиях. Рассматриваются основные закономерности, проявляющиеся в явлениях микромира, законы сохранения в этих явлениях, вопросы строения ядер, их стабильности в зависимости от состава, виды радиоактивности. Изучаются механизмы, приводящие к цепной ядерной реакции. Особое внимание уделяется роли нейтронов в ядерных процессах. Рассматриваются процессы замедления и диффузии нейтронов, роль запаздывающих нейтронов в управлении цепной ядерной реакцией.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Учебный план № 6437 (очная форма)

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) Ядерная и нейтронная физика	5-6	102	68	34	204	192	Э (18 ч) Э (18 ч)	432	12
Всего на освоение модуля			102	68	34	204	192	36	432	12

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	1. (Б) Ядерная и нейтронная физика
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	РО-Об: способность проводить в рамках производственно-технологической деятельности 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		ПСК-1.4	ПК-16	ПК-17
1	(Б) Ядерная и нейтронная физика	*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля «Ядерная и нейтронная физика»

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:
Не предусмотрен.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

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»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА	Код модуля 1134096 Учебный план № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	Не предусмотрено
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	Радченко Руслан Васильевич	–	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	
2	Климова Виктория Андреевна	–	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	

Руководитель модуля

Р. В. Радченко

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

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

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЯДЕРНАЯ И НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Ядерная и нейтронная физика» является единственной дисциплиной одноименного модуля и относится к базовой части образовательной программы.

Дисциплина изучает процессы, протекающие при взаимодействии элементарных частиц и ядер различных атомов при высоких энергиях. Рассматриваются основные закономерности, проявляющиеся в явлениях микромира, законы сохранения в этих явлениях, вопросы строения ядер, их стабильности в зависимости от состава, виды радиоактивности. Изучаются механизмы, приводящие к цепной ядерной реакции. Особое внимание уделяется роли нейтронов в ядерных процессах. Рассматриваются процессы замедления и диффузии нейтронов, роль запаздывающих нейтронов в управлении цепной ядерной реакцией.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия ядерной физики, иметь представление о моделях ядра;
- основные понятия, связанные с процессами столкновений и деления ядер;
- условия, необходимые для осуществления ядерных реакций, в том числе самоподдерживающейся цепной ядерной реакции;
- методы описания процесса диффузии нейтронов в рассеивающих и размножающих средах;
- методы описания процесса замедления нейтронов в замедляющих и размножающих средах;
- условия, необходимые для осуществления реакций синтеза на легких ядрах.

Уметь:

- оценивать возможность осуществления процесса деления ядра на основе капельной модели;
- оценивать критические размеры и критическую массу размножающей среды.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками оценки сечений различных процессов при ядерных взаимодействиях, оценки возможности протекания ядерных реакций;
- навыками практического использования методов расчета кинетических параметров, описывающих распространение нейтронов в замедляющих и размножающих средах.

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.)*	5-й семестр	6-й семестр
1.	Аудиторные занятия	204	204	102	102
2.	Лекции	102	102	51	51
3.	Практические занятия	68	68	34	34
4.	Лабораторные работы	34	34	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	192	30,6	96	96
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен, 18	Экзамен, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432	239,26	216	216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		6	6

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы квантовой механики	Постулаты классической механики. Границы их применимости. Гипотеза Планка. Постулаты полуклассической теории Бора. Теория строения атома водорода и его спектра по Бору. Дифракция электронов. Гипотеза де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Линейные операторы в квантовой механике. Собственные функции и собственные значения. Постулаты квантовой механики.
P2	Специальная теория относительности	Движение абсолютное и относительное. Принцип относительности Галилея. Опыт Кауфмана. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Связь массы со скоростью относительного движения тела. Связь массы и энергии тела. Масса покоя. Закон сохранения энергии-импульса в специальной теории относительности. Дефект массы. Энергия связи. Атомная физика и физика высоких энергий – ядерная физика.
P3	Свойства ядра	Опыты Резерфорда. Сложное строение ядра. Протонно-электронная модель ядра, ее несостоятельность. Нейтрон. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра, массовое число. Химические свойства ядра. Масс-спектрометр. Связь между числом нейтронов и протонов в ядре. Нейтронно-протонная диаграмма ядер. Магические числа. Зеркальные ядра.
P4	Радиоактивность	Виды радиоактивности, их связь с диаграммой стабильности. Период полураспада. Законы радиоактивного распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. α -радиоактивность. Закономерности α -распада. Квантово-механическое описание α -распада. β -распад. Особенности β -

		распада. Типы β -распада. Нейтрино. γ -излучение ядер. Радиационные переходы. Резонансное поглощение γ -квантов (эффект Мессбауэра). Законы сохранения. Величины, сохраняющиеся в ядерных взаимодействиях. Классификация частиц и типов взаимодействия.
P5	Теория деления	Природа ядерных сил. Обменные силы, уравнение Дирака. Позитрон. Гипотеза Юкавы. Мезоны. Потенциал ядерных сил. Уравнение Клейна – Гордона. Модели ядра. Размеры ядра. Связь размеров ядра с массовым числом. Капельная модель ядра. Энергетические уровни. Оболочечная модель ядра. Связь магических чисел со стабильностью ядра.
P6	Цепная ядерная реакция	Формула Вайцзекара. Параметр деления. Потенциальный барьер на границе при деформации ядра. Порог деления. Порог деления нейтронами. «Делящиеся» ядра. Возможность осуществления управляемой цепной ядерной реакции.
P7	Взаимодействие нейтронов с ядрами	Методы детектирования нейтронов. Методы получения нейтронов. Описание процессов соударения нейтронов. Захват нейтронов ядрами. Сечения взаимодействия нейтронов. Поведение сечений в резонансной области. Вероятность избежать резонансного захвата. Эффективный резонансный интеграл. Теория составного ядра. Каналы ядерных реакций. Парциальная ширина уровня. Полная ширина уровня. Формула Брейта – Вигнера. Среднее сечение в резонансной области.
P8	Диффузия нейтронов в среде	Закон Фика. Уравнение диффузии. Кинетические характеристики среды – коэффициент диффузии, длина диффузии. Диффузия нейтронов в среде с распределенными источниками. Баланс нейтронов в размножающей среде. Коэффициент размножения в бесконечной среде. Формула четырех сомножителей. Коэффициент размножения в ограниченной среде. Время жизни нейтронов одного поколения. Простейшее уравнение кинетики.
P9	Замедление нейтронов	Модель непрерывного замедления. Теория возраста нейтронов. Плотность замедления. Уравнение возраста. Длина замедления. Критическое уравнение. Площадь миграции. Практическое осуществление управляемой самоподдерживающейся реакции деления.
P10	Запаздывающие нейтроны	Группы запаздывающих нейтронов. Роль запаздывающих нейтронов в достижении условия критичности. Уравнение кинетики реактора с учетом запаздывающих нейтронов.
P11	Воспроизводство топлива	Отравление реактора продуктами деления. Возможность наработки вторичного топлива. Коэффициент воспроизводства. Воспроизводство топлива в быстром реакторе. Время удвоения.
P12	Возможность использования реакций синтеза на легких ядрах	Условия получения положительного выхода реакций в термоядерном реакторе. Условия возникновения управляемой самоподдерживающейся термоядерной реакции. Магнитные методы удержания плазмы. Оценка КПД термоядерного реактора с магнитным удержанием плазмы. Инерциальный термоядерный синтез. Мюонный катализ. «Холодные» термоядерные реакторы.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1.Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Изучение работы счетчика Гейгера-Мюллера	5
P4	2	Определение максимальной энергии бета-спектра по толщине слоя половинного поглощения	4
P5	3	Сцинтилляционный гамма-спектрометр с одним кристаллом	4
P6	4	Измерение потока тепловых нейтронов методом активации фольг	4
P7	5	Измерение и регистрация потоков тепловых нейтронов	6
P8	6	Изучение диффузии тепловых нейтронов в водород-содержащих средах	6
P9	7	Исследование замедления нейтронов в водород-содержащих средах	5

Всего: 34

4.2.Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Решение задач по основам квантовой механики	2
P2	2	Решение задач по специальной теории относительности.	2
P2	3	Изучение связи массы и энергии тела.	2
P3	4	Изучение моделей ядра.	3
P3	5	Изучение свойств ядер.	3
P4	6	Решение задач по законам радиоактивного распада.	4
P4	7	Изучение закономерностей α -распада, β -распада.	2
P4	8	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	2
P5	9	Изучение природы ядерных сил.	2
P5	10	Изучение капельной и оболочечной моделей ядра.	4
P5	11	Решение задач на энергетические уровни ядра.	2
P6	12	Изучение особенностей деления ядер нейтронами. Порог деления.	2
P6	13	«Делящиеся» ядра.	2
P6	14	Возможность осуществления управляемой цепной ядерной реакции.	2

P7	15	Методы получения и детектирования нейтронов.	2
P7	16	Изучение процессов соударения нейтронов.	2
P7	17	Изучение взаимодействия нейтронов с ядрами. Сечения взаимодействия.	2
P7	18	Каналы ядерных реакций. Парциальная ширина уровня. Полная ширина уровня.	2
P8	19	Изучение кинетических характеристик среды.	2
P8	20	Коэффициент размножения в бесконечной среде.	2
P8	21	Коэффициент размножения в ограниченной среде.	2
P8	22	Простейшее уравнение кинетики.	2
P9	23	Теория возраста нейтронов.	3
P9	24	Практическое осуществление управляемой самоподдерживающейся реакции деления.	3
P10	25	Роль запаздывающих нейтронов в достижении условия критичности.	2
P11	26	Отравление реактора продуктами деления.	2
P11	27	Воспроизводство топлива в быстром реакторе.	2
P12	28	Изучение реакций синтеза на легких ядрах	6
		Всего:	68

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

ДР №1 (P4 – Радиоактивность):

1. Законы радиоактивного распада.
2. α - и β -распады, γ -излучение ядер.

ДР №2 (P5 – Теория деления):

3. Энергетические уровни ядра.
4. Порог деления нейтронами.

ДР №3 (P11 – Воспроизводство топлива):

5. Воспроизводство топлива в быстром реакторе.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

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

Реферат №1 – раздел P3 «Свойства ядра»:

1. Опыты Резерфорда.
2. Несостоятельность протонно-электронной модели ядра.
3. Творцы атомно науки.
4. Масс-спектрометр.
5. Протонно-нейтронная модель ядра.
6. Химические свойства ядер.
7. Зеркальные ядра.

Реферат №2 – раздел P12 «Возможность использования реакций синтеза на легких ядрах»

1. Виды термоядерных реакций.
2. Топливо для термоядерного реактора.
3. Схемы осуществления управляемого термоядерного синтеза.

4. Токамак.
5. Радиационная безопасность термоядерного реактора.
6. Цикл топлива в термоядерном реакторе.

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

1. Определение макроскопических сечений взаимодействия в размножающей среде.
2. Методы получения нейтронов.
3. Методы детектирования нейтронов.
4. Определение критической массы сферы из U-235.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых работ
Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ
 КР№1 – Основы квантовой механики.
 КР№2 – Специальная теория относительности.
 КР№3 – Замедление нейтронов.

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)
P1 Основы квантовой механики		*										
P2 Специальная теория относительности				*								
P3 Свойства ядра	*											
P4 Радиоактивность	*											
P5 Теория деления	*											
P6 Цепная ядерная реакция		*			*							
P7 Взаимодействие нейтронов с ядрами	*											
P8 Диффузия нейтронов в				*								

среде												
P9 Замедление нейтронов		*										
P10 Запаздывающие нейтроны		*										
P11 Производство топлива	*											
P12 Возможность использования реакций синтеза на легких ядрах	*	*			*							

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. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра / К. Н. Мухин .— Изд. 7-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009 .— 384 с. : ил. ; 21 см .— (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Алф.-предм. указ.: с. 366-369. — Тираж 1500 экз. — Библиогр.: с. 371 (19 назв.). — ISBN 978-5-8114-0739-2. (инв. № 21943)

2. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин .— Изд. 7-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009 .— 336 с. : ил. ; 21 см .— (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Парал. тит. л. англ. - Алф.-предм. указ.: с. 304-306. — Тираж 1500 экз. — Библиогр.: с. 302-303, библиогр. в примеч. — без грифа .— ISBN 978-5-8114-0740-8. (инв. № 20156)

3. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 3. Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин .— Изд. 6-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008 .— 432 с. : ил. ; 21 см .— (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Алф.-предм. указ.: с. 396-400. — Библиогр.: с. 394-395. — без грифа .— ISBN 978-5-8114-0741-5. (инв. № 20154)

4. Радченко, Валерий Иванович. Ядерная физика : учебное пособие. Ч. 1 / В. И. Радченко, О. В. Рябухин ; науч. ред. В. Л. Петров ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 .— 106 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 105 (6 назв.). — без грифа .— ISBN 978-5-321-01055-6.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Иродов, Игорь Евгеньевич. Атомная и ядерная физика. Сборник задач : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов / И.Е. Иродов .— 8-е изд., испр. — СПб. : Лань, 2002 .— 288 с. : ил. ; 21 см .— (Учебник для вузов. Специальная литература) .— ISBN 5-9511000-1-1 : 71.89. (инв. № 16499)

2. Капитонов, Игорь Михайлович. Введение в физику ядра и частиц : Учеб. пособие для студентов физ. фак. клас. ун-тов, а также для студентов др. вузов, обучающихся по специальности "Ядерная физика" и направлению "Физика" / И.М. Капитонов .— М. :

Эдиториал УРСС, 2002 .— 384 с. : ил. ; 22 см .— Предм. указ.: с. 382-383. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-354-00058-0 : 207.90. (инв. № 1137273, 1141483)

3. Групен, Клаус. Детекторы элементарных частиц / Под ред. Л.М. Курдадзе, С.И. Эйдельмана; Пер. с англ. Н.Ю. Эйдельман, Ю.И. Эйдельмана .— Новосибирск : Сибирский хронограф, 1999 .— 408 с (инв. № 1104924, 1108228)

4. Калашникова В.И., Козодаев М.С. Детекторы элементарных частиц. М., Наука, 1966 г., 408 с.

5. Жуковский Ю.Г., Сергеев В.О., Антоньева Н.М. Практикум по ядерной физике. М., Высшая школа, 1975 г., 197 с.

6. Антонова И.А., Бояркина А.Н. и др. Практикум по ядерной физике. 2-е издание. М., Изд. Московского университета, 1972 г., 160 с.

7. Физический практикум по атомной и ядерной физике : учебное пособие / [А. Г. Гофман, А. А. Клименков, Л. Г. Малышев и др.] ; науч. ред. Ф. А. Сидоренко ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009 .— 243 с. (инв. № 21497)

8. Климов, Аполлон Николаевич. Ядерная физика и ядерные реакторы : Учеб. для инж.-физ. спец. вузов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 350 с

9.2.Методические разработки

1. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Ядерная физика» и «Теория переноса нейтронов» для студентов очного обучения специальности 1010 – Атомные электрические станции. Составитель Р. В. Радченко, научный редактор С. Е. Щеклеин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002 г. – 48 с.

9.3.Программное обеспечение

Не требуется.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

2. Банк ядерных данных National Nuclear Data Center <http://www.nndc.bnl.gov>

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная аудитория кафедры «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», оснащённая лабораторными стендами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины «Ядерная и нейтронная физика»

**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

5 Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Контрольная работа №1 (Основы квантовой механики)	V, 1-2	30
Контрольная работа №2 (СТО)	V, 3-4	30
Реферат	V, 5-7	20
Посещение	V, 1-16	20
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 – 0,2		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение заданий на практических занятиях	V, 1-16	50
Домашняя работа №1 (Радиоактивность)	V, 10-12	25
Домашняя работа №2 (Теория деления)	V, 13-14	25
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 – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторных работ	V, 9-16	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		

6 Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Контрольная работа №3 (Замедление нейтронов)	VI, 9-12	30
Реферат	VI, 14-16	20
Посещение	VI, 1-16	20
Домашняя работа №3 (Воспроизводство топлива)	VI, 13-14	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/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение заданий на практических занятиях	VI, 1-16	50
Расчетно-графическая работа	VI, 5-10	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		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторных работ	VI, 9-16	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		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы:

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
Семестр V	0,5
Семестр VI	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины «Ядерная и нейтронная физика»

**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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины «Ядерная и нейтронная физика»

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 контрольных работ

КР№1 – Основы квантовой механики.

Контрольная работа проводится в виде теста, примеры вопросов:

2. Каким выражением определяется импульс фотона с энергией E ?
3. В каких единицах измеряется постоянная Планка?
4. Определите массу фотона с длиной волны 100 нм.

КР№2 – Специальная теория относительности.

Контрольная работа проводится в виде теста, примеры вопросов:

5. Второй постулат специальной теории относительности (СТО) утверждает, что скорость света в вакууме ...
6. При переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой инвариантной (не изменяющейся) величиной в СТО является
7. В релятивистской теории масса тела связана с энергией и импульсом соотношением...

КР№3 – Замедление нейтронов.

1. Рассчитать среднее значение косинуса угла, под которым рассеивается нейтрон атомами углерода и золота.
2. Рассчитать максимальную величину энергии, которую может потерять нейтрон с энергией E при столкновении с атомом алюминия, бериллия, золота и висмута.

8.3.2. Примерные задания для проведения домашних работ

ДР №1 (Р4 – Радиоактивность):

Решить задачи и ответить на вопросы (с объяснением):

8. Возможен ли альфа-распад полония-210 и железа-56?
9. При альфа-распаде урана-235 излучается ядро гелия-4, а новое ядро остается в возбужденном состоянии с переходом в основное с излучением гамма-кванта (0,2 МэВ). Как распределяется кинетическая энергия альфа-частицы и стабильного ядра тория?
10. Сколько полония-210 распадется и останется через 10 суток от 4 мг исходного количества?
11. Активность образца натрия-24 равна 0,5 Ки. На сколько уменьшится число распадов в минуту через 3 часа?

ДР №2 (Р5 – Теория деления):

Решить задачи и ответить на вопросы (с объяснением):

12. Какая энергия выделяется при радиационном захвате нейтрона в уране-235 и в реакции замещения в борном стержне?
13. Вычислите длину рассеяния и длину поглощения для $C-12$, H_2O и $Be-9$.

14. При делении уран-235 распадается на два осколка – Ва-140 и Кг-96 с соотношением масс $140/96 = 3/2$ (один из вариантов деления). Какой избыток нейтронов имеет каждый осколок? Как они могут перейти в стабильное состояние и какая энергия при этом выделится?
ДР №3 (Р11 – Воспроизводство топлива):
Решить задачи и ответить на вопросы (с объяснением):
15. Какой процент урана-238 может быть использован в природном уране при работе ядерного реактора на тепловых нейтронах, имеющего коэффициент воспроизводства меньше 1?
16. В реакторе-размножителе, имеющем $K_B = 1,5$, загруженное топливо массой m_0 выгорает за 5 лет. Чему равен годовой прирост топлива?

8.3.3. Примерные задания на расчетно-графическую работу

Определить эффективный коэффициент размножений сферы радиусом $R = 5$ см из U-235. Исходные данные: атомная масса, плотность вещества, справочные данные по микроскопическим сечениям (13 групп).

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

5 семестр:

1. Квантовая механика. Гипотеза Де-Бройля. Постулаты квантовой механики.
2. Границы применимости постулатов классической механики.
3. Гипотеза Планка. Теория строения атома по Бору.
4. Волновая функция. Уравнение Шредингера.
5. Законы сохранения. Классификация частиц и типов взаимодействия.
6. Движение абсолютное и относительное. Принцип относительности Галилея.
7. Постулаты специальной теории относительности. Ненаблюдаемость абсолютного движения тел.
8. Преобразования Лоренца. Связь массы и скорости относительного движения тел.
9. Связь массы и энергии тела. Масса покоя.
10. Закон сохранения энергии-импульса в специальной теории относительности.
11. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
12. Сложное строение ядра. Протонно-электронная модель ядра. Ее несостоятельность.
13. Масс-спектрометр. Связь между числом нейтронов и протонов в ядре. Нейтронно-протонная диаграмма ядер.
14. Зеркальные ядра. Дефект массы. Энергия связи.
15. Нейтрон. Протонно-нейтронная модель ядра. Свойства ядра. Их описание с современной точки зрения.
16. Оболочечная модель ядра. Магические числа. Связь магических чисел со стабильностью ядра.
17. Потенциал ядерных сил. Уравнение Клейна – Гордона.
18. Радиоактивность. Виды радиоактивности. Период полураспада. Радиоактивные семейства.
19. Альфа-радиоактивность. Закономерности альфа-распада. Методы измерения потоков альфа-частиц.
20. Квантово-механическое описание альфа-распада. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
21. Бета-распад. Его особенности и типы.
22. Методы измерения потоков гамма-квантов.
23. Газоразрядные приборы.
24. Счетчик Гейгера – Мюллера.
25. Ионизационная камера.

26. Методы измерения потоков нейтронов.
27. Методы измерения ионизирующих излучений.
28. Гамма-излучение ядер. Радиационные переходы. Резонансное поглощение гамма-квантов (эффект Мессбауэра).
29. Нейтрино. Опыты по обнаружению нейтрино.
30. Порог реакции деления.
31. Порог фотоделения.
32. Порог деления нейтронами. «Делящиеся» ядра.
33. Параметр деления и критерий устойчивости ядра – капли ядерной жидкости.
34. Модели ядра. Капельная модель ядра. Формула Вайцзекера. Параметр деления.
35. Объяснение спектра атома водорода.
36. Камера Вильсона.
37. Гипотеза Юкавы. Мезоны.

6 семестр

1. Диффузия нейтронов в среде с распределенными источниками.
2. Поведение сечений в резонансной области. Формула Брейта – Вигнера.
3. Граничные условия в уравнении диффузии. Длина экстраполяции.
4. Теория составного ядра.
5. Порог деления нейтронами. «Делящиеся» ядра.
6. Порог фотоделения.
7. Простейшее уравнение кинетики.
8. Уравнение кинетики с учетом запаздывающих нейтронов.
9. Длина свободного пробега частицы между упругими соударениями. Длина переноса импульса (транспортная длина). Связь между ними. Длина поглощения.
10. Условия возникновения управляемой самоподдерживающейся термоядерной реакции.
11. Средний угол рассеивания в лабораторной системе.
12. Воспроизводство топлива.
13. Кинетические характеристики среды – коэффициент диффузии, длина диффузии.
14. Коэффициент размножения. Время жизни нейтронов одного поколения. Простейшее уравнение кинетики.
15. Отравление реактора продуктами деления.
16. Теория возраста нейтронов. Уравнение возраста.
17. Решение уравнения диффузии для точечного источника.
18. Решение уравнения диффузии для плоского источника.
19. Коэффициент размножения в ограниченной среде.
20. Расчет потерь энергии при упругих соударениях. Средняя логарифмическая потеря энергии при соударении.
21. Возможность осуществления реакции синтеза на легких ядрах. Примеры типовых реакций.
22. Описание процессов соударения в лабораторной системе и системе центра масс. Связь между углами рассеяния в ЛС и СЦМ.
23. Условия получения положительного выхода реакций в ТЯР.
24. Замедление нейтронов. Плотность замедления.
25. Критическое уравнение.
26. Диффузия нейтронов в среде. Уравнение диффузии.
27. Условия практического осуществления самоподдерживающейся ядерной реакции деления.
28. Критические размеры. Критическая масса.
29. Среднее сечение в резонансной области.
30. Коэффициент размножения в бесконечной среде. Формула четырех сомножителей.
31. Методы получения нейтронов.
32. Площадь миграции. Уточнение решения уравнения диффузии.

33. Баланс нейтронов в размножающей среде с распределенными источниками.
34. Парциальная ширина уровня. Полная ширина уровня. Каналы ядерных реакций.
35. Упругие соударения. Замедление нейтронов.
36. Типы взаимодействия нейтронов с ядрами.
37. Методы детектирования нейтронов.
38. Мюонный катализ.
39. Магнитные методы удержания плазмы.
40. Лазерный термоядерный синтез.
41. Оценка КПД термоядерного реактора с магнитным удержанием плазмы.

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.