

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**ОП.09 Ядерная физика**

для специальности

14.02.01 Атомные электрические станции и установки

Нововоронеж 2023 г

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности (специальностям) среднего профессионального образования (далее СПО) 14.02.01 Атомные электрические станции и установки

Организация-разработчик: Нововоронежский политехнический колледж - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Разработчик:

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ ОП.09 Ядерная физика**

**1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:**

Учебная дисциплина **ОП.09 Ядерная физика** обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по профессии/специальности **СПО**

**14.02.01 Атомные электрические станции и установки.**

- ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
- ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
- ПК 4.1 Контролировать состояние радиационной безопасности

**1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:**

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК 4.1	-определять состав ядра; -характеристики радиоактивного распада; -составлять ядерные реакции и рассчитывать энергию, выделившуюся в результате ядерной реакции; -анализировать ядерно-физические процессы в ядерном энергетическом реакторе; -определять характеристики ионизирующего распада	-роль и место дисциплины при освоении профессиональной образовательной программы по специальности и сферу профессиональной деятельности; -строение атома, ядра; -модели ядра; -законы ядерной физики; -состав радиоактивного распада; -механизм ядерного взаимодействия; -энергию реакций; -основные виды взаимодействия нейтронов с веществом; -взаимодействие заряженных частиц с веществом; -основные этапы нейтронного цикла реактора; -устройство ядерного реактора.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Объем образовательной программы</b>	82
в том числе:	
теоретическое обучение	76
лабораторные работы	
практические занятия	20
в том числе в форме практической подготовки	
Промежуточная аттестация	экзамен

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, Самостоятельная работа: обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	
Введение	<b>Содержание учебного материала</b>		ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	<b>Введение</b> Роль и место дисциплины при освоении профессиональной образовательной программы по специальности и сферу профессиональной деятельности. Цели и задачи курса. Характеристика дисциплины, ее свойства и область применения. Ядерная физика, краткий исторический обзор ее развития, современное состояние и перспективы.	1	
	<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Подготовка презентаций по темам: «Атом внутри и вне нас». «Ядерная энергетика, современное состояние и перспективы». «Развитие энергетики в регионе»		
<b>Раздел I Основы ядерной физики</b>			
Тема 1.1 Строение атома	<b>Содержание учебного материала</b>		ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	Вещество и его состав. Атомная единица массы. Размеры атома. Планетарная модель атома. Теория атома водорода по Н.Бору. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Дискретность энергетических состояний атомов. Основные положения теории относительности и квантовой механики	2	
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить модели атомов, основные параметры атомов (массу, размер). Изучить основные положения квантовой механики. Рассчитать частоту и энергию излучения атомов.		
Тема 1.2. Состав ядра.	<b>Содержание учебного материала</b>		ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Элементарные частицы. Протон нейтронная модель ядра. Состав ядра. Нуклоны. Массовое число. Заряд ядра. Изотопы. Изобары. Изотопы.	2	
	<b>Самостоятельная работа:</b>		

	Изучить теории ядра. Рассчитать энергию связи ядра, массу нуклидов.		ПК.4.1.
Тема 1.3. Ядерные силы.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	Основные свойства ядерных сил. Ядерные силы-силы притяжения. Малый радиус действия ядерных сил. Принципы зарядовой независимости. Свойство насыщения ядерных сил. Нецентральный характер ядерных сил. Ядерный и кулоновский потенциалы ядра, обменный характер ядерного взаимодействия.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию ядерных сил, сравнение с другими видами сил в природе. Изучить теорию обменного характера ядерных сил. Познакомиться с биографией японского физика Х. Юкава.		
Тема: 1.4. Модель ядра.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	Капельная модель ядра. Радиус ядра. Постоянство плотности ядерного вещества. Модель ядерных оболочек. Магическое число. Другие модели ядер.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию капельной и оболочечной моделей ядра. Рассчитать радиус, плотность ядра, энергию покоя.		
Тема 1.5. Свойства стабильных ядер.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	Понятия о стабильных и радиоактивных ядрах. Основные характеристики стабильных ядер. Заряд ядра. Дефект массы и энергии связи ядра. Зависимость средней энергии связи от массового числа. Области энергетической выгоды процессов синтеза и деления ядер. Устойчивость ядер. Нейтрон-протонная диаграмма.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию устойчивости ядра. Изучить теорию энергетической выгоды деления ядер, нейтронно-протонную диаграмму. Рассчитать дефект масс и энергию связи		
Тема 1.6. Радиоактивность. Виды распада	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Понятие о радиоактивности. Условие энергетической выгоды радиоактивного распада. Энергия распада. Виды радиоактивного распада. Радиоактивные семейства.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>		
	<b>Лабораторная работа №1</b> «Определение характеристик радиоактивного распада нуклида (контрольного источника)».	2	
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию радиоактивного распада. Рассчитать энергию распада ядер. Подготовка дополнительной информации по теме «История открытия явления радиоактивности». Подготовка отчета по лабораторной работе		

Тема 1.7 Закон радиоактивного распада .	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Закон и характеристики радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Активность вещества. Единицы измерения активности.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Познакомиться с биографией учёных физиков, открывших радиоактивность; изучить теорию радиоактивного распада; характеристики и единицы измерения.		
Тема 1.8 Теория альфа - распада.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Методы определения характеристик радиоактивного распада. Альфа- распад. Его энергетическое рассмотрение. Спектр альфа- распада, механизм и особенности альфа-распада. Границы устойчивости ядер по отношению к альфа- распаду.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию альфа- распада		
Тема 1.8 Теория бета- и гамма- распада	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1.
	Бета- распад, его виды. Теория бета- распада. Основные характеристики гамма-излучения.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>		
	<b>Практическая работа №1</b> Тема: «Расчёт вида радиоактивного распада и его характеристик».	2	
<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию бета-и гамма- распада. Оформление отчёта результатов практической работы.			
Тема 1.9 Обобщение знаний по теме: Радиоактивность	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Семинарское занятие «Способы регистрации, свойства, источники альфа- , бета- , гамма-излучения»		
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой определение вида излучения по результатам регистрации.		
Тема 1.10 Механизм ядерных взаимодействий.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Различные механизмы ядерных взаимодействий. Ядерное рассеяние, ядерная реакция. Закон сохранения энергии и импульса.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию различных видов ядерных взаимодействий, записать реакции рассеяния, захвата, распада		
Тема 1.11 Теория ядерных	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06
	Энергия реакции. Экзо- и эндотермические реакции.		

взаимодействий.	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию ядерных реакций. Рассчитать энергию реакций.		ОК.07 ОК.09
Тема 1.12 Порог и каналы реакций.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Теория ядерных взаимодействий Н. Бора о составном ядре. Энергия возбуждения составного ядра. Энергетические уровни ядра. Порог эндотермической реакции. Каналы распада составного ядра.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>		
	<b>Практическая работа №2</b> «Расчёт энергии возбуждения составного ядра, выходного канала и энергии реакции».	2	
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию Бора о составном ядре, рассчитать порог реакции, охарактеризовать канал распада. Оформление отчёта результатов практической работы.		
Тема 1.13 Основные виды взаимодействия нейтронов с ядрами.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Свойства нейтронов. Способы получения нейтронов. Основные группы нейтронов. Взаимодействия нейтронов с ядрами. Дифракция нейтронов. Упругое и неупругое рассеяние. Радиационный захват нейтрона. Деление нейтронами тяжелых ядер.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию взаимодействия нейтронов с ядрами.		
Тема 1.14 Характеристики взаимодействия нейтронов с ядрами. Плотность нейтронного потока.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Сечение ядерной реакции. Микро- и макроскопическое сечение. Единицы измерений сечений. Зависимость полного сечения от энергии нейтронов.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию взаимодействия нейтронов с ядрами.		
Тема 1.15 Классификация нейтронов.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Классификация нейтронов по величине энергии на энергетические группы. Тепловые нейтроны. Промежуточные нейтроны. Быстрые нейтроны. Виды взаимодействия тепловых, быстрых и промежуточных нейтронов с ядрами.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить классификацию нейтронов на группы и теорию взаимодействия нейтронов с ядрами.		
Тема 1.16 Диффузия моноэнергетических	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06
	Понятие о диффузии нейтронов. Ослабление нейтронного потока при прохождении через		



нейтронов.	вещество. Длина свободного пробега нейтронов. Длина рассеяния, поглощения. Длина диффузии тепловых нейтронов.		ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию диффузии нейтронов, рассчитать величины, характеризующие рассеяние нейтронов.		
Тема 1.17 Упругое замедление нейтронов.	<b>Содержание учебного материала.</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Процесс упругого замедления. Замедлители. Коэффициент замедления. Длина замедления и транспортная длина. Время замедления. Замедляющая способность. Средняя логарифмическая потеря энергии.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию замедления нейтронов, рассчитать параметр замедления, длину замедления, время замедления и число столкновений при замедлении.		
Тема 1.18 Энергетический спектр замедленных нейтронов.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09
	Энергетический спектр замедленных нейтронов. Спектр Максвелла и спектр Ферми. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов. Понятие о "возрасте" нейтронов. Длина миграции.		
	<b>Практическая работа №3 «Взаимодействие нейтронов с веществом».</b>	2	
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию распределения нейтронов, замедляющихся в веществе. Оформление отчёта результатов практической работы.		
Тема 1.19 Механизм деления ядер	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Теория деления ядер. Параметр деления ядер. Энергия деления. Продукты деления. Бета-распад осколков деления. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Ассиметрия деления. Баланс энергии деления.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию деления ядер. Рассчитать энергию деления ядер. Подготовить информацию о ядерном топливе и сырье.		
Тема 1.20 Ядерное топливо и сырье	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
	Ядерное топливо и ядерное сырье. Воспроизведение ядерного топлива. Делящиеся и воспроизводящие нуклиды.		
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию деления ядер. Рассчитать энергию деления ядер. Подготовить информацию о ядерном топливе и сырье.		
Тема 1.21 Цепная ядерная реакция.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07
	Цепная реакция деления. Управляемые и неуправляемые цепные реакции. Роль запаздывающих нейтронов. Деление на быстрых и медленных нейтронах.		

	<b>Практическая работа №4 "Расчет энергии деления урана -235»</b>	2	ОК.09
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию цепной реакции деления ядра, управления реакцией. Оформление отчета результатов практической работы		
Тема 1.22 Основные этапы нейтронного цикла реактора	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04
	Основные этапы нейтронного цикла реактора на тепловых нейтронах. Коэффициент размножения нейтронов в бесконечной среде.		ОК.06 ОК.07 ОК.09
	<b>Самостоятельная работа:</b> Изучить теорию размножения нейтронов, принципиальную схему теплового реактора.		
Тема 1.23 Формула четырех сомножителей	<b>Содержание учебного материала</b>		ОК.01- ОК.04
	Формула четырёх сомножителей. Число вторичных быстрых нейтронов. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Вероятность избежать резонансного захвата.	2	ОК.06 ОК.07 ОК.09
	<b>Практическая работа №5 "Расчет коэффициента размножения»</b>	2	ПК.4.1
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию размножения нейтронов. Оформление отчета результатов практической работы.		
Тема 1.24 Коэффициент размножения нейтронов.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04
	Коэффициент использования тепловых нейтронов. Зависимость коэффициента размножения от обогащения ядерного топлива. Эффективный коэффициент размножения. Понятие критического, подкритического и надкритического состояния реактора. Реактор с отражателем. Применение ядерных реакторов.		ОК.06 ОК.07 ОК.09
	<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить теорию управления реактором на тепловых нейтронах.		
Тема 1.25 Устройство ядерного реактора.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ОК.01- ОК.04
	Виды и общее устройство ядерных реакторов. Состояния ядерных реакторов. Применение ядерных реакторов. Особенности реакторов, работающих на быстрых и тепловых нейтронах. Реактивность реактора.		ОК.06 ОК.07 ОК.09
	<b>Практическая работа №6 « Изучение конструкции реактора типа ВВЭР-1000»</b>	2	ПК.4.1
	<b>Самостоятельная работа:</b> с конспектом, учебной и дополнительной литературой. Изучить принципиальную схему ядерного реактора.		
Тема 1.26 Основные виды взаимодействия заряженных частиц с веществом и их	<b>Содержание учебного материала</b>	4	ОК.01- ОК.04
	Основные виды взаимодействия заряженных частиц со средой. Ионизационное торможение, его механизм. Вторичная ионизация. Величина ионизированных потерь. Удельная ионизация. Потенциал ионизации. Энергия возбуждения. Зависимость удельных потерь на ионизацию от		ОК.06 ОК.07 ОК.09

характеристики	энергии частиц и свойств среды.		ПК.4.1
	<b>Практическая работа № 7</b> Расчет длины пробега альфа - и бета-источников <b>Практическая работа № 8</b> Исследование прохождения альфа-частиц в веществе <b>Практическая работа № 9</b> Определение энергетического массового коэффициента поглощения бета-частиц в воздухе	4	ОК.01- ОК.04 ОК.06 ОК.07 ОК.09 ПК.4.1
Итого		78	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения:

Кабинет «Ядерной физики», оснащенный оборудованием: мультимедийный проектор, комплект мультимедийных презентаций, принтер, программное обеспечение общего и профессионального назначения, техническими средствами обучения: комплект учебно-методической документации, лабораторное оборудование; макеты, таблицы; печатные демонстрационные пособия; методические указания к выполнению лабораторных работ; методические указания к выполнению практических работ.

#### 3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендованные ФУМО, для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список, может быть дополнен новыми изданиями.

##### 3.2.1. Печатные издания

##### 3.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

- 1 Сазонов, А. Б. Ядерная физика : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Б. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 320 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11829-2. Зорин В.М. Атомные электростанции [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Зорин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 671 с.
- 2 Сазонов, А. Б. Ядерная физика и дозиметрия. Сборник задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Б. Сазонов, М. А. Богородская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 98 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05469-9.
- 3 Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для среднего профессионального образования / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 493 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08692-

##### 3.2.3. Дополнительные источники (при необходимости)

- 1 Физика: оптика. Атомная и ядерная физика. Ч.1 : лабораторный практикум / О. В. Алифанов, Т. М. Ахметчина, С. И. Валянский [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 139 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97908.html> (дата обращения: 20.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
- 2 Физика: оптика. Атомная и ядерная физика. Ч.2 : лабораторный практикум / С. И. Валянский, Е. В. Данилова, А. А. Докучаева [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 131 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98135.html> (дата обращения: 20.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины	Характеристики демонстрируемых знаний	Например: Тестирование
роль и место дисциплины при освоении профессиональной образовательной программы по специальности и сфере профессиональной деятельности;	-ясность и аргументированность при объяснении физических процессов при производстве атомной энергии	Тестирование
строение атома, ядра;	- точность и обоснованность в определении состава ядра атома	Тестирование
модели ядра;	-освоение закона радиоактивного распада	Тестирование
законы ядерной физики;	-освоение знания механизма ядерных взаимодействий	Тестирование
состав радиоактивного распада;	-освоение знаний о группах нейтронов и их свойствах	Тестирование
механизм ядерного взаимодействия; энергию реакций;	- ясность и аргументированность при демонстрации знаний о процессах миграции нейтронов - освоение знаний о коэффициентах, характеризующих физические процессы в реакторе	Тестирование
основные виды взаимодействия нейтронов с веществом; взаимодействие заряженных частиц с веществом;	- ясность и аргументированность при демонстрации знаний о конструкции реактора и активной зоны - освоение знаний об органах регулирования мощности реактора	Тестирование
основные этапы нейтронного цикла реактора; устройство ядерного реактора.	- освоение знаний о видах и природе излучения - освоение знаний о физических свойствах ионизирующего излучения - освоение знаний о характеристиках поля излучения	Тестирование

