

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический колледж –**

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

**(НВПК НИЯУ МИФИ)**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**ОП.13 Ядерная физика**

для специальности

**14.02.01 «Атомные электрические станции и установки»**

Нововоронеж 2020 г.

ОДОБРЕНА:

Цикловой методической комиссией  
общеобразовательных дисциплин

Протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2020 г.

Председатель ЦМК

\_\_\_\_\_ Т.Н. Захарова

УТВЕРЖДЕНА:

Зам. директора по УВРиП

\_\_\_\_\_ Г.В. Калинин

«\_\_» \_\_\_\_ 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.13 Ядерная физика разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №1248 от 22 декабря 2017, зарегистрировано в Минюсте России (рег.№ 49678 от 18 января 2018 года) и Примерной основной образовательной программы СПО ППСЗ специальности 14.02.01 «Атомные электрические станции и установки» от 04.12.2018, регистрационный номер в федеральном реестре программ СПО 13.02.03-181204.

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

Разработчик: Древалёва О. А. преподаватель первой квалификационной категории

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	4
2	Структура и содержание учебной дисциплины	7
3	Условия реализации рабочей программы учебной дисциплины	12
4	Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	15

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.12 Ядерная физика**

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

Рабочая программа дисциплины **ОП.13 Ядерная физика** является обязательной частью общепрофессионального цикла программы подготовки специалистов среднего звена (далее ППСЗ) в соответствии с ФГОС по специальности СПО **14.02.01 «Атомные электрические станции и установки»** и предусматривает изучение основных физико-химических, механических свойств сырьевых и конструкционных материалов, применяемых в профессиональной деятельности.

Учебная дисциплина «Ядерная физика» обеспечивает формирование профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК) по всем видам деятельности ФГОС по специальности 14.02.01 «Атомные электрические станции и установки». Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК.

## **1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Содержание учебной дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ППСЗ по специальности 14.02.01 и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.2. Выявлять и определять причины неисправностей оборудования и технических систем.

ПК 1.4. Подготавливать оборудование и трубопроводы к дезактивации и ремонту

ПК 2.2. Выявлять и определять причины отклонений от технологических режимов

ПК 2.4. Проводить профилактику и ликвидацию аварийных ситуаций по плану ликвидации аварий

ПК 4.1. Контролировать герметичность оболочек тепловыделяющих элементов.

ПК 4.2. Определять протечки в парогенераторах.

ПК 4.3. Определять эффективность работы систем спецводоочистки.

ПК 4.4. Контролировать состояние радиационной безопасности.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1 – 5 ПК 1.2, 2.2, 2.4, 4.1 - 4.4	<ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать ядерно-физические процессы в ядерном реакторе.</li><li>- определять твердость материалов;</li><li>- истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения атомной и ядерной физики;</li><li>- использовать математический аппарат;</li><li>- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в атомной и ядерной физике</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- роль и место учебной дисциплины при освоении основной профессиональной образовательной программы по конкретной специальности;</li><li>- строение атома;</li><li>- состав ядра;</li><li>- механизмы действия ядерных сил;</li><li>- модели, свойства ядер;</li><li>- законы радиоактивного распада;</li><li>- особенности взаимодействия нейтронов с атомами;</li><li>- механизм диффузии нейтронов;</li><li>- процессы замедления нейтронов, деления ядер.</li></ul>

	использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;	
--	---	--

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	141
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	94
в том числе:	
теоретическое обучение (лекции)	74
лабораторные занятия	10
практические занятия	10
Самостоятельная работа	47
<b>Итоговая аттестация в форме экзамена</b>	

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
<b>Введение</b>			<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Основы ядерной физики</b>		<b>96</b>	
<b>Тема 1.1 Строение атома</b>	1	Вещество и его состав. Атомная единица массы. Размеры атома. Планетарная модель атома.	<b>10</b>	2
	2	Теория атома водорода по Н. Бору. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.		
	3	Дискретность энергетических состояний атомов.		
	4	Основные положения теории относительности.		
	5	Основы квантовой механики.		
	Самостоятельная работа обучающихся Анализ ранее изученной в школьной программе периодической системы элементов Менделеева.		<b>8</b>	
<b>Тема 1.2 Состав ядра</b>	1	Элементарные частицы. Прогон-нейтронная модель ядра. Состав ядра. Нуклоны. Массовое число. Заряд ядра.	<b>4</b>	2
	2	Изотопы. Изобары. Изотоны.		
<b>Тема 1.3 Ядерные силы</b>	1	Основные свойства ядерных сил.	<b>6</b>	2
	2	Ядерные силы - силы притяжения. Малый радиус действия ядерных сил.		
	3	Принцип зарядовой независимости. Свойство насыщения ядерных сил. Нецентральный характер ядерных сил. Ядерный и кулоновский потенциалы ядра. Обменный характер ядерного взаимодействия		
<b>Тема 1.4 Модель ядра</b>	1	Капельная модель ядра. Радиус ядра. Постоянство плотности ядерного вещества.	<b>4</b>	2
	2	Модель ядерных оболочек. Магические числа. Другие модели ядер.		



Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
<b>Тема 1.5</b> <b>Свойства стабильных ядер</b>	1	Понятия о стабильных и радиоактивных ядрах. Основные характеристики стабильных ядер. Заряд ядра. Дефект массы и энергия связи ядра.	6	2
	2	Зависимость средней энергии связи от массового числа. Основы энергетической выгодности процессов синтеза и деления ядер. Устойчивость ядер. Нейтрон-протонная диаграмма.		
<b>Тема 1.6</b> <b>Радиоактивность</b>	1	Понятие о радиоактивности. Условие энергетической выгодности радиоактивного распада. Энергия распада. Виды радиоактивного распада. Радиоактивные семейства.	8	2
	2	Закон и характеристики радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада. Среднее время жизни. Активность вещества. Единицы измерения активности.		
	3	Методы определения характеристик радиоактивного распада. Альфа-распада. Его энергетическое рассмотрение. Спектр альфа-распада, механизмы особенности альфа-распада. Границы устойчивости ядер по отношению к альфа-распаду.		
	4	Бета-распад, его виды. Теория бета-распада. Спектр-бета распада. Механизм потери энергии возбужденным ядром. Гамма-излучение. Внутренняя конверсия электронов. Применение радиоактивных изотопов.		
Лабораторное занятие	1	Расчет вида радиоактивного распада и его характеристик	4	3
		Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к практическому занятию. Выполнение отчета. Работа с литературой	6	
<b>Тема 1.7</b> <b>Ядерные взаимодействия</b>	1	Различные механизмы ядерных взаимодействий. Ядерное рассеяние, ядерная реакция.	8	2
	2	Закон сохранения энергии и импульса. Энергия реакции. Экзо- и эндотермические реакции.		

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
	3	Теория ядерных взаимодействий Н. Бора о составном ядре. Энергия суждения составного ядра. Энергетические уровни ядра. Порог эндотермической реакции. Каналы распада составного ядра.		
Практическое занятие	2	Расчет энергии возбуждения составного ядра	4	3
	Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к практическому занятию. Выполнение отчета. Работа с литературой		6	
<b>Тема 1.8</b> <b>Взаимодействие нейтронов с ядрами</b>	1	Свойства нейтронов. Способы получения нейтронов. Основные виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Дифракция нейтронов. Упругое и неупругое рассеяние. Радиационный захват нейтрона. Деление нейтронами тяжёлых ядер.	4	2
2	Характеристики взаимодействия нейтронов с ядрами. Плотность нейтронного потока. Сечение ядерной реакции. Микро- и макроскопическое сечение. Единицы измерений сечений. Зависимость полного сечения от нейтронов. Классификация нейтронов по величине энергии на энергетические Тепловые нейтроны. Промежуточные нейтроны. Быстрые нейтроны. Виды взаимодействия тепловых, быстрых и промежуточных нейтронов с ядрами.			
<b>Тема 1.9</b> <b>Диффузия моноэнергетических нейтронов</b>	1	Понятие о диффузии нейтронов. Ослабление нейтронного потока при прохождении через вещество.	6	2
2	Длина свободного пробега нейтронов. Длина рассеивания, поглощения. Длина диффузии тепловых нейтронов.			
<b>Тема 1.10</b> <b>Замедление нейтронов</b>	1	Процесс упругого замедления. Замедлители. Коэффициент замедления. Длина замедления и транспортная длина. Время замедления. Замедляющая способность. Средняя логарифмическая потеря энергии. Энергетический спектр замедленных нейтронов. Спектр Максвелла и спектр Ферми. Пространственное распределение замедляющихся	2	2

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
		нейтронов. Понятие о «возрасте» нейтронов. Длина миграции.		
Лабораторное занятие	3	Анализ взаимодействия нейтронов с ядрами	4	
		Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к лабораторному занятию. Выполнение отчета. Работа с литературой	6	3
<b>Тема 1.11</b> <b>Деление ядер</b>	1	Теория деления ядер. Параметр деления ядер. Энергия деления. Продукты деления.	6	2
	2	Бета-распад осколков деления. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Асимметрия деления. Баланс энергии деления. Ядерное топливо и ядерное сырьё. Воспроизведение ядерного топлива. Делящихся и воспроизводящие нуклиды.		
	3	Цепная реакция деления. Управляемые и неуправляемые цепные реакции. Роль запаздывающих нейтронов. Деление на быстрых и медленных нейтронах.		
Практическое занятие Лабораторное занятие	4	Расчет энергии деления $^{235}\text{U}$	4	2
	5	Взаимодействие бета-частиц с веществом	2	
		Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к практическому занятию. Выполнение отчета. Работа с литературой	6	
<b>Тема 1.12</b> <b>Некоторые вопросы теории ядерных реакторов</b>	1	Основные этапы нейтронного цикла реактора на тепловых нейтронах. Коэффициент размножения нейтронов в бесконечной среде. Формула четырех сомножителей. Число вторичных быстрых нейтронов. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Вероятность и избежать резонансного захвата.	6	2
	2	Коэффициент использования тепловых нейтронов. Зависимость коэффициента размножения от обогащения ядерного топлива. Эффективный коэффициент размножения.		
	3	Понятие критического, подкритического и надкритического состояния реактора. Реактор с отражателем. Применение ядерных реакторов.		
Практическое занятие	5	Анализ ядерно- физических процессов ядерного реактора	2	2

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
	Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к практическому занятию. Выполнение отчета. Работа с литературой		6	
<b>Раздел 2 Взаимодействие с ионизирующим веществом</b>			<b>10</b>	
<b>Тема 2.1</b> <b>Общая характеристика взаимодействия излучения с веществом</b>	1	Виды взаимодействий. Сравнение интенсивности различных видов взаимодействий. Понятие об ионизирующем излучении. классификация ионизирующих излучений по составу и механизму взаимодействия с веществом.	2	2
<b>Тема 2.2</b> <b>Взаимодействие заряженных частиц с веществом</b>	1	Основные виды взаимодействия заряженных частиц со средой. Ионизационное торможение, его механизм. Вторичная ионизация. Величина ионизационных потерь. Удельная ионизация. Потенциал ионизации. Энергия возбуждения. Зависимость удельных потерь на ионизацию от энергии частиц и свойств среды. Упругое рассеяние заряженных частиц.	4	2
	2	Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова. Особенности ионизационного торможения электронов. Ионизационные и радиационные потери при взаимодействии электронов с веществом. Линейный и массовый пробег заряженных частиц. Связь пробега с энергией частиц в различных средах.		
<b>Тема 2.3</b> <b>Взаимодействие гамма-излучения с веществом</b>	1	Природа и особенности фотоэффекта. Зависимость вероятности фотоэффекта от заряда ядер среды и энергии гамма-квантов. Рассеяние гамма-квантов. Эффект Комптона. 1-го вероятность. Природа и условие образования пар.	4	2
	2	Сравнение вероятностей основных видов взаимодействия гамма-излучения с веществом при различной энергии гамма-квантов. Ослабление потока гамма-излучения при прохождении через вещество.		
	Самостоятельная работа обучающихся Подготовка к итоговому занятию. Работа с конспектом лекций, дополнительной литературой.		2	
<b>Всего</b>			<b>141</b>	

### **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы дисциплины требует наличия кабинета и лаборатории Ядерная физика.

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- методические материалы по организации и проведению лабораторных работ и практических занятий;
- презентации по дисциплине.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- лабораторные стенды;
- методические материалы по организации и проведению практических и лабораторных работ.

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением и мультимедиа проектор.

#### **3.2 Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

##### **3.2.1 Печатные издания**

1. А. И. Абрамов, Начала ядерной физики, Обнинск, 2020г. 133с.
2. Воронцова Н.И., Делов М.И., Клыгина К.В. Ядерная физика: 10-11 классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций / Воронцова Н.И., Делов М.И., Клыгина К.В. под ред. Панебратцева Ю.А., Тихомировой Г.В. – М.: Просвещение, 2021.
3. Д. В. Сивухин, Атомная и ядерная физика, М. ФИЗМАТЛИТ 2020г., 782 с.

### 3.2.2 Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Министерство образования и науки РФ ФГАУ «ФИРО» <http://www.firo.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс].  
– Режим доступа: <https://urait.ru> – Доступ по логину и паролю.

### 3.2.3 Дополнительные источники

1. Билик, А.С. Атомная физика, изложенная на языке физики свойств / А.С. Билик. - М.: Издательство ЛКИ, 2017. - 184 с.
2. Браун, А.Г. Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - М.: Инфра-М, 2019. - 352 с.
3. Будкер, Д. Атомная физика. Освоение через задачи / Д. Будкер, Д. Кимбелл, Д. ДеМилль. - М.: Физматлит, 2010. - 400 с.
1. Гааз, А. Введение в теоретическую физику: Атомная теория. Статистическая физика. Теория относительности / А. Гааз. - М.: Ленанд, 2015. - 424 с.
2. Гинзбург, В.Л. Сборник задач по общему курсу физики: Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. кн. 5 / В.Л. Гинзбург, Л.Н. Левин, М.С. Рабинович. - СПб.: Лань, 2006. - 184 с.
3. Граков, В.Е. Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум / В.Е. Граков. - М.: Инфра-М, 2017. - 347 с.
4. Карманов, М.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела В 4-х тт Т: 3 / М.В. Карманов. - М.: КноРус, 2012. - 384 с.
5. Касаткина, И.Л. Физика. Оптика. Атомная физика: ускоренная подготовка к ЕГЭ / И.Л. Касаткина. - Рн/Д: Феникс, 2018. - 256 с.
6. Ланге, В.Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. Книга 2: Электричество и магнетизм. Колебания и волны. Оптика. Теория относительности. Атомная и ядерная физика / В.Н. Ланге. - М.: КД Либроком, 2018. - 232 с.

## 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p>Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ядерную модель атома, волновые свойства микрочастиц, элементы физики атомного ядра и физики элементарных частиц</li> <li>физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных, общую схему и методы решения уравнений в частных производных, специальные функции математической физики</li> <li>определять твердость материалов;</li> <li>- истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения атомной и ядерной физики;</li> <li>- использовать математический аппарат;</li> <li>- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в атомной и ядерной физике</li> </ul>	<p>выбор метода и способа решения профессиональных задач с соблюдением техники безопасности и согласно заданной ситуации;</p> <p>оценка эффективности и качества выполнения согласно заданной ситуации;</p> <p>решение стандартных и нестандартных профессиональных задач в соответствии с поставленной задачей;</p> <p>моделирование профессиональной деятельности с помощью прикладных программных продуктов в соответствии с заданной ситуацией</p>	<p>Выполнение тестовых заданий, лабораторных работ, различных опросов.</p>
<p>Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать ядерно-физические процессы в ядерном реакторе;</li> <li>- определять твердость материалов;</li> <li>- определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;</li> <li>- подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;</li> <li>- подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием)</li> </ul> <p>для изготовления различных деталей.</p>		<p>Контрольные работы, самостоятельные работы, выполнение практических и лабораторных работ и индивидуальных заданий, экзамен.</p>