

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**

# Институт ядерной энергетики и технической физики (ИЯЭиТФ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

## УТВЕРЖДАЮ:

### Директор института:

Хробостов А.Е.

ФИО

“15” 06 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.15 Ядерная физика

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

## для подготовки специалистов

Направление подготовки: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы.

## Специализация: Ядерные реакторы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ЯР и ЭУ

Кафедра-разработчик ОиЯФ

Объем дисциплины 108/3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет,

Разработчик: Басов А.А., к.т.н., доцент

## Нижний Новгород

2021

Рецензент<sup>1</sup>: Раевский А.С. доктор ф-м. н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«1» июня 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 28.02.2018 № 153 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 15.06.21 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 01.06.2021 № 4

Зав. кафедрой д. т. н., Бударагин Р.В. \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа

\_\_\_\_\_, Протокол от 10.06.2021 № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.05.01-Я-19  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
<b><u>1.1 Цель освоения дисциплины:</u></b>	<b>4</b>
<b><u>1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):</u></b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>7</b>
<b><u>4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам</u></b>	<b>8</b>
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>13</b>
<b><u>5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности</u></b>	<b>13</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>15</b>
<b><u>6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u></b>	<b>15</b>
<b><u>6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u></b>	<b>15</b>
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>16</b>
<b><u>7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</u></b>	
<b><u>7.2. Перечень информационных справочных систем</u></b>	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</b>	<b>17</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>17</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>18</b>
<b><u>10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.</u></b>	<b>18</b>
<b><u>10.2. Методические указания для занятий лекционного типа</u></b>	<b>19</b>
<b><u>10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u></b>	<b>19</b>
<b><u>10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u></b>	<b>20</b>
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>20</b>
<b><u>11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости</u></b>	<b>20</b>
<b><u>11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ</u></b>	<b>20</b>
<b><u>11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена</u></b>	<b>20</b>
<b><u>11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля</u></b>	<b>21</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение фундаментальных законов физики атома, знание которых необходимо в будущем при постановке и решении профессиональных задач, а также для профессионального и личностного развития.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- теоретическое изучение фундаментальных физических законов;
  - освоение методик измерений и обработки их результатов в лабораториях физического практикума;
  - умение применять законы атомной физики при решении физических и общеинженерных задач.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Ядерная физика» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.15), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки 14.05.01.

Дисциплина базируется на изучении следующих дисциплин: физика, атомная физика, математический анализ, аналитическая геометрия и линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного, теория вероятностей и математическая статистика.

Дисциплина «Ядерная физика» является полезной для предмета «Ядерные топливные материалы» и для *подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы*.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>**

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

<i>ОПК-1</i>											
<i>Начертательная геометрия и инженерная графика ОПК-1</i>											
<i>Механика ОПК-1</i>											
<i>Теоретическая механика ОПК-1</i>											
<i>Прикладная физика ОПК-1</i>											
<i>Теория тепломассопереноса ОПК-1</i>											
<i>Математические методы моделирования физических процессов ОПК-1</i>											
<i>Электротехника и электроника ОПК-1</i>											
<i>Техническая термодинамика ОПК-1</i>											
<i>Физическое и математическое моделирование ОПК-1</i>											
<i>Ядерные топливные материалы ОПК-1</i>											
<i>Сварка ОПК-1</i>											
<i>Гидродинамика и теплообмен ОПК-1</i>											
<i>Механика жидкости и газа ОПК-1</i>											
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы. ОПК-1</i>											

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-1</b> Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<b>ИОПК-1.1</b> Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	<b>Знать</b> наиболее характерные особенности физических процессов, типичных для ядерных энергетических установок	<b>Уметь</b> применять физические законы и вычислительную технику для решения практических задач.	<b>Владеть</b> методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики	Обсуждение решений задач, выбранных произвольным образом из разработанного пакета.	Вопросы для устного собеседования: билеты (25 билетов)
	<b>ИОПК-1.2</b> Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<b>Знать</b> - принципы моделирования физических процессов; - основные понятия и законы физики.	<b>Уметь</b> строить математические модели физических процессов, характерных для ядерных энергетических установок.	<b>Владеть</b> навыками оценки точности измерений и погрешности получаемых результатов.		

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час
	Всего час.
	5 семестр
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>55</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа (Л)	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	
лабораторные работы (ЛР)	34
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.
текущий контроль, консультации по дисциплине	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>53</b>
реферат/эссе (подготовка)	
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	
контрольная работа	8
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	27
Подготовка к экзамену (контроль)	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	18

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
6 семестр													
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	<b>Раздел 1</b> Стабильные ядра и ядерные силы.						Подготовка к лекциям [6.1]  Лекции, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса.		Конспект лекций				
	Тема 1.1. Основные характеристики протона и нейтрона		1,0			1,0							
	Тема 1.2. Заряд атомного ядра, размеры атомных ядер		1,0			1,0							
	Тема 1.3Энергия связи ядра, масса и энергия.		1,0			1,0							
	Тема 1.4. Спин и магнитный момент ядра, квадрупольный электрический момент ядра.		1,0			2,0							
	Тема 1.5. Четность волновой функции, ядерные модели.		1,0			2,0							
	Тема 1.6. Основные характеристики ядерных сил, физическое обоснование мезонной теории ядерных сил.		1,0			2,0							
	Тема 1.7. Структура нуклона. Элементарная теория дейтрана.		1,0			1,0							
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Лабораторная работа №5-17 Проверка гипотез о законе распределения случайной величины на примере исследования естественного радиоактивного распада изотопа $^{40}\text{Ka}$ .		5,0			4,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]	В лаборатории 5217 проводится эксперимент (в том числе виртуальный). По ре-					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Лабораторная работа №5-1 Элементарные оценки ошибок измерений статистических величин.		5,0		4,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]	зультатам эксперимента проходит устное обсуждение с преподавателем.						
	Работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)	7,0	10,0		18,0								
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 1 разделу	7,0	10,0		18,0								
	Раздел 2. Неустойчивые ядра.												
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Тема 2.1. Открытие радиоактивности, законы радиоактивного распада.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1]	Лекции, обсуждение материала предыдущей лекции						
	Тема 2.2. Трансурановые элементы.	1,0			1,0								
	Тема 2.3. Альфа, бета и гамма распад.	10			1,0								
	Тема 2.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	1,0			2,0								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Лабораторная работа №5-2 Изучение работы газоразрядного счетчика ионизирующих излучений.		4,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]	В лаборатории 5217 проводится эксперимент (в том числе виртуальный). По ре-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
	<b>Лабораторная работа №5-3 Основные особенности <math>\alpha</math>-распада.</b> <b>Или</b> <b>Лабораторная работа № 5-9 Взаимодействие <math>\alpha</math>-частиц с веществом.</b>		6,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]	зультатам эксперимента проходит устное обсуждение с преподавателем.						
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b> <b>реферат, эссе (тема)</b> <b>расчётно-графическая работа (РГР)</b> <b>контрольная работа</b>	4,0	10,0		11,0								
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4,0</b>	<b>10,0</b>		<b>11,0</b>								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 .	<b>Раздел 3. Ядерные реакции.</b>					Подготовка к лекциям [6.1]	Лекции, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса.						
	<b>Тема 3.1. Законы сохранения в ядерных реакциях, различные механизмы реакций.</b>	1,0			2,0								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 .	<b>Тема 3.2. Открытие нейтрона и его свойства, источники нейтронов, взаимодействие нейтронов с веществом.</b>	1,0			3,0								
	<b>Тема 3.3. Методы регистрации нейтронов, замедление нейтронов, монохроматические нейтроны.</b>	1,0			2,0								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	Тема 3.4. Теория деления ядер, цепная ядерная реакция, термо-ядерный синтез.	1,0			3,0								
	Лабораторная работа № 5-5 β-распад.				3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]	В лаборатории 5217 проводится эксперимент (в том числе виртуальный). По результатам эксперимента проходит устное обсуждение с преподавателем						
	Лабораторная работа №5.18 Прохождение β-излучения через вещество.		6,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]							
	Лабораторная работа № 5.6 Изучение γ-излучения .				4,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]							
	Лабораторная работа №5-11 Поглощение γ-излучения веществом.		6,0			Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]							
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Работа по освоению 3 раздела: реферат, эссе (тема)	4	12		17,0								
	расчёто-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 3 разделу	4,0	12,0		17,0								
	Курсовая работа (КР)												
	Курсовой проект (КП)												
	Раздел 4. Элементарные частицы и космические лучи.												
. ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Тема 4.1 Виды взаимодействия частиц, классификация частиц, реакции между частицами. Резонансы.	2,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1]	Лекции, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
<b>Работа по освоению 4 раздела:</b>		2,0			5,0								
реферат, эссе (тема)													
расчётно-графическая работа (РГР)													
контрольная работа					2,0								
<b>Итого по 4 разделу</b>		<b>2,0</b>			<b>7,0</b>								
Курсовой проект (КП)													
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>34</b>			<b>53</b>								
<b>ИТОГО ЗА КУРС</b>	<b>17</b>	<b>34</b>			<b>53</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Сформированы тесты для текущего контроля знаний обучающихся

Составлен перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена

Таблица 5 – При текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен/ Зачет с оценкой</b>	<b>Зачет</b>
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-1</b> Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<b>ИОПК-1.1</b> Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.  <b>ИОПК-1.2</b> Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронный адрес кафедры ОиЯФ [comphys@nntu.ru](mailto:comphys@nntu.ru)

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ОиЯФ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Перечень учебной литературы

№ р-ла	Наименование учебно-методического обеспечения
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Савельев И.В. Курс общей физики: В 3-х т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев. 13-е изд., стер. СПб.: Лань 2005. – 320 с</li> <li>Иродов, И. Е.Квантовая физика. Основные законы : [учеб.пособие] / И.Е. Иродов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 256 с.</li> <li>Ракобольская И.В. Ядерная физика / М.:Московский университет, 1971. – 206 с.</li> <li>Плотников П.Г. Ядерная физика: Учебное пособие / Плотников П.Г.. М: Лаборатория знаний, 2014 – 495 с.</li> <li>Мухин И.В .Экспериментальная ядерная физика. Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. / И.В. Мухин. М.:Лань, 2021. – 352 с.</li> </ol>

### 6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические описания к лабораторным работам. Выдаются в лаборатории «Ядерная физика» ауд. 5217 во время занятия.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике №5-1 Элементарные оценки ошибок измерений статистических величин.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике №5-2 Изучение работы газоразрядного счетчика ионизирующих излучений.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике №5-3 Основные особенности  $\alpha$ -распада.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 5-5  $\beta$ -распад.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 5-6 Изучение  $\gamma$ -излучения

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 5-9 Взаимодействие  $\alpha$ -частиц с веществом.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 5-11 Поглощение  $\gamma$ -излучения веществом.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике №5-18 Прохождение  $\beta$ -излучения через вещество.

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике №5-17 Проверка гипотез о законе распределения случайной величины на примере исследования естественного радиоактивного распада изотопа  $^{40}\text{Ka}$ .

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИЯЭИТФ:

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy#collapse2411>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/library/resurvsy/ref\\_gyrnal\\_16.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf)

7.2. Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование	Ссылка к ЭБС
---	--------------	--------------

	ЭБС	
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Физика специальная (атомная)	1) № 6245 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций,	1) Столы, стулья на 50 чел. Аудиторная доска для мела.

		<p>текущего контроля и промежуточной аттестации; (176,4 м<sup>2</sup>), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12</p> <p>2) № <b>6310</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; (104,7 м<sup>2</sup>), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12</p> <p>3) № <b>5217</b> учебная аудитория для проведения лабораторных занятий в лаборатории «Атомная физика»; (43,3 м<sup>2</sup>), г. Нижний Новгород, ул.Минина, 28</p>	<p>2) Столы, стулья на 25 чел, аудиторная доска для мела.</p> <p>3) Столы, стулья на 18 чел, аудиторная доска для мела,  <b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ:</b>комплект устройств для изучения свойств электромагнитного излучения высоких частот и законов атомной физики.  <b>КОМПЬЮТЕРЫ.</b></p>
--	--	---	--

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, в том числе в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Ядерная физика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и

групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки. Привлекаются интересующиеся студенты к написанию самостоятельных работ, которые можно доложить на институтских и всероссийских научно-методических конференциях

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем и акцентируется вниманий на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## 10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### 10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий, отчетов по лабораторным работам и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

### 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- проведение контрольных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование по различным разделам курса;
- зачет.

##### 11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

##### 11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

###### **Вопросы к зачету, проводимому в шестом семестре**

- 1 Свойства стабильных ядер.
2. Основные характеристики ядер.
3. Масса и энергия связи ядра.
4. Масс-спектрографы.
5. Размеры ядер.

6. Спин и магнитный момент.
7. Ядерные силы.
8. Механизм взаимодействия нуклонов.
9. Модели ядер.
10. Формула Вайцзеккера.
11. Радиоактивность.
12. Радиоактивные семейства.
13. Законы радиоактивного распада.
14. Сложный радиоактивный распад.
15. Классификация ядерных реакций.
16. Эффективное сечение ядерной реакции.
17. Выход ядерной реакции.
18. Взаимодействие нейтронов с ядрами.
19. Ядерное деление.
20. Термоядерные реакции.
21. Элементарные частицы.
22. Систематика элементарных частиц.
23. Внутренние свойства элементарных частиц.

#### **11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля**

- 1 Сопоставьте величину ядерных сил, действующих внутри ядра между двумя протонами ( $F_{pp}$ ), двумя нейtronами ( $F_{nn}$ ), и между протоном и нейtronом ( $F_{pn}$ ).
  - 1)  $(F_{pp}) < (F_{nn}) < (F_{pn})$
  - 2)  $(F_{pp}) = (F_{nn}) > (F_{pn})$
  - 3)  $(F_{pp}) = (F_{nn}) = (F_{pn})$
  - 4)  $(F_{pp}) > (F_{nn}) > (F_{pn})$
2. В начале наблюдения было 8 млн. радиоактивных ядер. Через 30 суток остался 1 млн. Чему равен период полураспада (в сутках) данного радиоактивного изотопа?
  - 1) 10
  - 2) 5
  - 3) 15
  - 4) 20
3. Какой частицей бомбардирован дейтерий в ядерной реакции  ${}^2\text{H} + {}^1\text{H} \rightarrow {}^1\text{H} + {}^1\text{n}$ ?
  - 1) нейtronом
  - 2) гамма – квантам
  - 3) электроном
  - 4) протоном

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых студенту</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
не менее 120 или указывают конкретное количество тестовых заданий	<b>30</b>	<b>30</b>

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО e-Learning.

В ходе подготовки к текущему контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО *e-Learning* НГТУ в свободном для студентов доступе.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Ядерная физика»**  
**ОП ВО по направлению 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»,**  
**направленность «Ядерные реакторы»**  
**(квалификация выпускника – специалист)**

Раевским А.С., профессор, зав кафедры ФТОС НГТУ им. Р.Е. Алексеева, доктор ф-м. н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Ядерная физика» ОП ВО по направлению 14.05.01 – «Ядерные реакторы и материалы», направленность «Ядерные реакторы» (квалификация - специалист) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре ОИЯФ (разработчик Басов А.А., к. ф-м. н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам.

Программа *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 14.05.01 – «Ядерные реакторы и материалы». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к базовой/вариативной части учебного цикла – Б1.Б.15.

Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Ядерная физика» закреплена *компетенция* ОПК-2. Дисциплина и представленная Программа *способны реализовать* ее в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Ядерная физика» составляет 2 зачётных единицы (108 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Ядерная физика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 14.05.01 – «Ядерные реакторы и материалы» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, проведение эксперимента на лабораторных занятиях и устная сдача результатов), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1.Б.15 ФГОС ВО направления 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы». Нормы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы, Савельев И.В. Курс общей физики: В 3-х т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-

ресурсы – 3 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 14.05.01 «Ядерные физика и технологии».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Ядерная физика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Ядерная физика».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Ядерная физика» ОПОП ВО по направлению 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» направленность «Ядерные реакторы» (квалификация выпускника – специалист), разработанная Басовым А.А., доц., к. ф-м. н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Раевский А.С., профессор, зав. каф. ФТОС НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д. ф-м. н.

« 1 » июня 2021 г.

(подпись)

Подпись рецензента ФИО заверяю <sup>2</sup>

Директор ИЯЭиТФ Хробостов А.Е.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИЯЭиТФ

“ \_\_\_\_ ” 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки специалистов/

Направление: {шифр – название} 14.05.02 \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_очная\_\_\_\_\_

Год начала подготовки: 2021 \_\_\_\_\_

Курс 3 \_\_\_\_\_

Семестр 5 \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г.  
начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала  
подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Яшина А.Н., к.ф-м.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 2021г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ОиЯФ  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 2021г.

Заведующий кафедрой Бударагин Р.В.

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой АиТС: \_\_\_\_\_ «\_\_» 2021г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 2021г.

