

**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:

\_\_\_\_\_ М.А.Легчанов  
подпись ФИО

“20” июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.27 Ядерная физика**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 14.03. 01. Ядерная энергетика и теплофизика

Направленность: Атомные электрические станции и установки

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра АТС

Кафедра-разработчик ОиЯФ

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

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

**Нижний Новгород**  
**2023**

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 148 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2023 № 4

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

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИЯиТФ, протокол от 20.06.2023 № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМО регистрационный № 14.03.01-а-29

Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

# СОДЕРЖАНИЕ

<b><u>СОДЕРЖАНИЕ</u></b> .....	3
<b><u>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	4
1.1. <u>Цель освоения дисциплины:</u> .....	4
1.2. <u>Задачи освоения дисциплины (модуля):</u> .....	4
<b><u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u></b> .....	4
<b><u>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u></b> .....	4
<b><u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	8
4.1. <u>Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам</u> .....	8
4.2. <u>Содержание дисциплины, структурированное по темам</u> .....	9
<b><u>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	14
5.1. <u>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности</u> .....	14
<b><u>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	17
6.1. <u>Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u> .....	17
6.2. <u>Методические материалы к занятиям</u> .....	19
<b><u>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	18
7.1. <u>Перечень информационных справочных систем</u> .....	18
<b><u>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u></b> .....	18
<b><u>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u></b> .....	19
<b><u>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	20
10.1. <u>Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u> .....	21
10.2. <u>Методические указания для занятий лекционного типа</u> <sup>16</sup> .....	22
10.3. <u>Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u> .....	22
10.4. <u>Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u> .....	22
<b><u>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u></b> .....	22
11.1. <u>Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости</u> .....	23
11.1.1. <u>Типовые задания для лабораторных работ</u> .....	23
11.1.2. <u>Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена</u> .....	23
11.1.3. <u>Типовые тестовые задания для текущего контроля</u> .....	23

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель освоения дисциплины:

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

### Задачи освоения дисциплины (модуля):

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

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Ядерная физика включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.27), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Физика специальная (атомная).

Дисциплина Ядерная физика является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Физика ядерных реакторов.

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

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Химия ОПК-1								
Математический анализ. ОПК-1								
Обыкновенные дифференциальные уравнения ОПК-1								
Аналитическая геометрия. Линейная алгебра ОПК-1								
Теория функции комплексного переменного. ОПК-1								
Теория вероятностей и математическая статистика ОПК-1								
Физика ОПК-1								
Прикладная физика ОПК-1								
Теоретическая механика ОПК-1								
Механика жидкости и газа ОПК-1, ПКС-5								
Техническая термодинамика ОПК-1, ПКС-5								
Физика специальная (атомная) ОПК-1								
Математические методы моделирования физических процессов в НИР ОПК-1								
Электротехника и электроника ОПК-1								
Тепломассообмен в энергетических установках ОПК-1								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Материаловедение ОПК-1								
Технология конструкционных материалов ОПК-1, ПКС-5								
Физика ядерных реакторов ОПК-1, ПКС-5								
Водоподготовка ОПК-1, ПКС-5								
Электрооборудование электростанций ОПК-1, ПКС-5								
Механика ОПК-5								
Атомные электрические станции ПКС-5								
Циркуляционные насосы для электрических станций ПКС-5								
Ядерная физика ОПК-1, ПКС-5								
Ядерные энергетические реакторы ПКС-5								
Экспериментальные методы исследования ОПК-1								
Режимы работы атомных и тепловых электрических станций ПКС-5								
Надежность и долговечность элементов энергооборудования ПКС-5								
Защита от ионизирующего излучения ПКС-5								
Ознакомительная практика ОПК-1								
Преддипломная практика ПКС-5								
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы. ОПК-1								

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.	Тестирование в системе e-Learning (тесты по тринадцати темам)	Вопросы для устного собеседования: (30 билетов) (30 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		

<b>ПКС-5.</b>	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.6 (ПС 24.087 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»), сопоставляет расчетные и экспериментальные данные, оценивает погрешности экспериментальных измерений					
<b>ПКС-5.</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ	<b>ИПКС-5.1.</b> Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки.	<b>Знать</b> - свойства и характеристики ионизирующих излучений; - методы обработки экспериментальных данных, оценки расчетов характеристик полей излучения.	<b>Уметь</b> - применять достижения в области ядерно-физических исследований в других областях знаний; - пользоваться современными методами обработки данных эксперимента.	<b>Владеть</b> - инженерными методами расчета защиты от источников ионизирующего излучения; - навыками проведения радиометрических и спектрометрических измерений.		

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 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.
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>73</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	
лабораторные работы (ЛР)	51
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>5</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	
текущий контроль, консультации по дисциплине	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>71</b>
реферат/эссе (подготовка)	
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	
контрольная работа	28
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.)	43
Подготовка к экзамену (контроль)	
Подготовка к зачёту/ <del>зачёту с оценкой</del> (контроль)	-



## 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			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
6 семестр									
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Раздел 1Стабильные ядра и ядерные силы.					Подготовка к лекциям [6.1]	Аудиторное лекционное занятие, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса.		
	Тема 1.1. Основные характеристики протона и нейтрона	1,0			2,0				
	Тема 1.2. Заряд атомного ядра, размеры атомных ядер	1,0			2,0				
	Тема 1.3Энергия связи ядра, масса и энергия.	1,0			2,0				
	Тема 1.4. Спин и магнитный момент ядра, квадрупольный электрический момент ядра.	1,0			3,0				
	Тема 1.5. Четность волновой функции, ядерные модели.	1,0			3,0				
	Тема 1.6. Основные характеристики ядерных сил, физическое обоснование мезонной теории ядерных сил.	1,0			3,0				
	Тема 1.7. Структура нуклона. Элементарная теория дейтрона.	1,0			2,0				
		Лабораторная работа №5-17		5,0		3,0	Подготовка к	В лаборатории	

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			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Проверка гипотез о законе распределения случайной величины на примере исследования естественного радиоактивного распада изотопа <sup>40</sup> Ка.					л.р. [6.1.2, 6.2]	5217 проводится эксперимент (в том числе виртуальный). По результатам эксперимента проходит устное обсуждение с преподавателем.		
	Лабораторная работа №5-1 Элементарные оценки ошибок измерений статистических величин.		5,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]			
	Работа по освоению 1 раздела:	7,0	10,0		23,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0				
	Итого по 1 разделу	7,0	10,0		24,0				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Раздел 2. Неустойчивые ядра.					Подготовка к лекциям [6.1]	Аудиторное лекционное занятие, обсуждение материала предыдущей лекции		
	Тема 2.1. Открытие радиоактивности, законы радиоактивного распада.	1,0			2,0				
	Тема 2.2. Трансурановые элементы.	1,0			2,0				
	Тема 2.3. Альфа, бета и гамма распад.	10			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			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Тема 2.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	1,0			2,0	Подготовка к лекции [6.1]	Аудиторное лекционное занятие, обсуждение материала предыдущей лекции		
	Лабораторная работа №5-2 Изучение работы газоразрядного счетчика ионизирующих излучений.		5,0		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 №5-3 Основные особенности $\alpha$ -распада.		6,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]			
	Лабораторная работа № 5-9 Взаимодействие $\alpha$ -частиц с веществом.		6,0		3,0				
	Работа по освоению 2 раздела:	4,0	17,0		17,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0				
	Итого по 2 разделу	4,0	17,0		18,0				
	Раздел 3. Ядерные реакции.					Подготовка к лекциям [6.1]	Аудиторное лекционное		

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			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Тема 3.1. Законы сохранения в ядерных реакциях, различные механизмы реакций.	1,0			2,0		занятие, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса.		
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Тема 3.2. Открытие нейтрона и его свойства, источники нейтронов, взаимодействие нейтронов с веществом.	1,0			3,0				
	Тема 3.3. Методы регистрации нейтронов, замедление нейтронов, монохроматические нейтроны.	1,0			2,0				
	Тема 3.4. Теория деления ядер, цепная ядерная реакция, термоядерный синтез.	1,0			3,0				
	Лабораторная работа № 5-5 β-распад.		6,0		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 .		6,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]			
	Лабораторная работа №5-11 Поглощение γ-излучения веществом.		6,0		3,0	Подготовка к л.р. [6.1.2, 6.2]			

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 курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Работа по освоению 3 раздела:	4	24		22,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0				
	Итого по 3 разделу	4,0	24,0		23,0				
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								
. ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2  ПКС-5 ИПКС-5.1.	Раздел 4. Элементарные частицы и космические лучи.					Подготовка к лекциям [6.1]	Аудиторное лекционное занятие, обсуждение материала предыдущей лекции в форме устного опроса		
	Тема 4.1 Виды взаимодействия частиц, классификация частиц, реакции между частицами. Резонансы.	2,0			5,0				
	Работа по освоению 4 раздела:	2,0			5,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				1,0				
	Итого по 4 разделу	2,0			6,0				
	Курсовой проект (КП)								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	51		71				
	ИТОГО ЗА КУРС	17	51		71				

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

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

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе e-Learning и находятся в свободном доступе.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в зачета сформированы в системе e-Learning и находятся в свободном доступе.

Таблица 5 – При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен/</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 зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах 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
<b>ПКС-5.</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации	<b>ИПКС-5.1.</b> Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на				

<p>безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ</p>	<p>различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки</p>				
--	---	--	--	--	--



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.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 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>1. 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>2. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : [учеб. пособие] / И.Е. Иродов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 256 с.</li> <li>3. Ракобольская И.В. Ядерная физика / М.: Московский университет, 1971. – 206 с.</li> <li>4. Плотников П.Г. Ядерная физика: Учебное пособие / Плотников П.Г.. М: Лаборатория знаний, 2014 – 495 с.</li> <li>5. Мухин И.В. Экспериментальная ядерная физика. Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. / И.В. Мухин. М.: Лань, 2021. – 352 с.</li> <li>6. Левин В.И. Ядерная физика и ядерные реакторы. Учебное пособие / В.Е. Левин. М.: Атомиздат, 1979. – 288 с.</li> </ol>

### 6.2. Методические 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  $^{40}\text{Ca}$ .

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к 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>

## 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

## 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 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 специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Программное обеспечение
	Экспериментальная лаборатория «Исследование ионизирующих излучений» № 5217 учебно-лабораторного корпуса № 5	Интерактивная панель; Сцинтилляционный гамма-спектрометр; Компьютер HP Intel® Core™ i3-9100 CPU @ 3.60GHz 3.60 GHz 8 Gb -13 шт.; 4. Рабочее место студента - 12	ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original; Membership, ID: 700493608, бессрочная; Программа обработки спектров гамма-излучения «Гамма СЦ Базовая»; Информационно-справочная программа ИСС «Нуклиотека»
	Учебная лаборатория «Оптоэлектроника и волоконная оптика» № 5235 учебно-лабораторного корпуса № 5	1. Ваттметр оптический; 2. Ваттметр поглощаемой мощности; 3. Вольтметр В7-27 – 2 шт.; 4. Генератор квантовый ЛГ-78 – 2 шт.; 5. Генератор НЧ ГЗ-112; 6. Генератор сигналов оптический ОГ4-162; 7. Источник питания Б5-50; 8. Лазер НЕ-НЕ, 1 MW, 230 ВРНУWE; 9. Линия измерительная Р1-20; 10. Монохроматор универсальный УМ-2; 11. Набор мер; 12. Осциллограф С1-114/1; 13. Рефрактометр; 14. Стенд Фотон-1; 15. Тестер оптический ОМК 3-76 Б; 16. Установка лабораторная «Эффект Керра»; 17. Источник питания высоковольтный О-10 кВ; 18. Лазер НЕ-НЕ; 19. Блок питания; 20. Блок питания Б5-47 – 3 шт.; 21. Тестер; 22. Посадочных мест - 10.	

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## **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, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «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 студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется 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.

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 (6 сем.) 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.

### **Методические указания для занятий лекционного типа<sup>16</sup>**

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, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения 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.

### **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.

### **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 для 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 работать на компьютере. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **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 на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- зачет;

### **Типовые задания для лабораторных работ**

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

### **Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена**

#### **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 Вайцеккера.
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.

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

1 Сопоставьте величину ядерных сил, действующих внутри ядра между двумя протонами ( $F_{pp}$ ), двумя нейтронами ( $F_{nn}$ ), и между протоном и нейтроном ( $F_{pn}$ ).

- 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  ${}^2\text{H} + ? \rightarrow {}^1\text{H} + {}^1_0\text{n}$ ?

- 1) нейтроном      2) гамма – квантом      3) электроном      4) протоном

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

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	30	30

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.