

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:

_____ Легчанов М.А..

подпись

ФИО

“ 20 ” _____ июня _____ 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.11 Атомная физика

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 14.03.02 Ядерные физика и технологии.

Специализация: Ядерные реакторы и энергетические установки

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ЯР и ЭУ

Кафедра-разработчик ОиЯФ

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет,

Разработчик: Яшина А.Н., к ф-м н., доцент

**Нижний Новгород
2023**

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 28.02.2018 № 150 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 1.06.2023 № 4

Зав. кафедрой д. т. н., Бударрагин Р.В. _____

подпись

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

_____, Протокол от 20.06.2023 № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.03.02.-я-27

Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
<u>1.1 Цель освоения дисциплины:</u>	4
<u>1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):</u>	4
2. <u>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. <u>СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	8
<u>4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	8
<u>4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам</u>	9
5. <u>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
<u>5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности</u>	15
6. <u>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	17
<u>6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u>	17
<u>6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	17
7. <u>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	18
<u>7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</u>	
<u>7.2. Перечень информационных справочных систем</u>	18
8. <u>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u>	18
9. <u>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	19
10. <u>МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	20
<u>10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	20
<u>10.2. Методические указания для занятий лекционного типа</u>	21
<u>10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	21
<u>10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	21
11. <u>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u> ..	22
<u>11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости</u>	22
<u>11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ</u>	22
<u>11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена</u>	22
<u>11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля</u>	23

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 «Атомная физика» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.11), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки 14.03.02.

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

Дисциплина «Атомная физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: ядерная физика.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

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
<i>Математический анализ ОПК-1</i>	■	■						
<i>Обыкновенные дифференциальные уравнения ОПК-1</i>		■						
<i>Аналитическая геометрия. Линейная алгебра ОПК-1</i>	■							
<i>Теория функции комплексного переменного ОПК-1</i>			■					
<i>Теория вероятностей и математическая статистика ОПК-1</i>				■				

<i>Атомная физика (ОПК-1)</i>								
<i>Физика ОПК-1</i>								
<i>Ядерная физика ОПК-1</i>								
<i>Химия ОПК-1</i>								
<i>Уравнения математической физики ОПК-1</i>								
<i>Начертательная геометрия и инженерная графика ОПК-1</i>								
<i>Механика ОПК-1</i>								
<i>Компьютерное моделирование ОПК-1</i>								
<i>Прикладная физика ОПК-1</i>								
<i>Электротехника и электроника ОПК-1</i>								
<i>Теоретическая механика ОПК-1</i>								
<i>Теория теплообмена ОПК-1</i>								
<i>Механика жидкости и газа</i>								
<i>Техническая термодинамика</i>								
<i>Квантовая механика и статистическая физика</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
ОПК-1 –Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК-1.1 Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	Знать - основные законы физики, границы их применимости; - основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; - фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки.	Уметь - указать какие законы описывают данное физическое явление или эффект; - записывать уравнения для физических величин в системе СИ; - объяснять наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.	Владеть - навыками построения информационной модели физического объекта; - навыками использования основных физических законов и принципов при решении поставленной научно-технической проблемы; - методами обработки и интерпретации результатов эксперимента.	Обсуждение решений задач, выбранных произвольным образом из разработанного пакета.	Вопросы для устного собеседования : билеты (25 билетов)
	ИОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования,	Знать - основные методы математической физики, использующиеся при рассмотрении и	Уметь - использовать методы физического моделирования и методы физического анализа для решения конкретных	Владеть - приемами правильной эксплуатации приборов и оборудования современной		

	теоретического и экспериментального исследования.	анализе физических явлений; - назначение и принцип действия важнейших физических приборов; - методику проведения физического эксперимента и способы обработки его результатов.	технических проблем; - интерпретировать полученные результаты и делать выводы.	физической лаборатории.		
--	---	--	---	-------------------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 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
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	56
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	51
занятия лекционного типа (Л)	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17
лабораторные работы (ЛР)	17
1.2.Внеаудиторная, в том числе	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.
текущий контроль, консультации по дисциплине	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	52
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.)	44
Подготовка к экзамену (контроль)	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	-

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							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
5 семестр									
ОПК-1	Раздел 1. Корпускулярно-волновой дуализм					Подготовка к лекциям и практ.занятиям [6.1]	Лекции, Устное обсуждение методов решения задач.		
ИОПК-1.1	Тема 1.1 Квантовые свойства электромагнитного излучения	2,0		2,0	2,0				
ИОПК-1-2.	Тепловое излучение. Фотоэффект. Тормозное рентгеновское излучение.								
	Тема 1.2 Атом Резерфорда-Бора.	1,0		2,0	2,0				
	Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка – Герца.								
	Тема 1.3 Волновые свойства частиц.	2,0		1,0	2,0				
	Гипотеза де-Бройля. Принцип неопределенности.								
	Лабораторная работа №4-2		2,0		2,0	Подготовка к л.р.[6.2]	Проведение эксперимента как на лабораторных		
	Изучение явления фотоэффекта.								

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)				
	Лабораторная работа № 3-1 Определение первого потенциала возбуждения атомов методом Франка-Герца		3,0		3,0	Подготовка к л.р[6.2].	установках, так и с помощью компьютерного моделирования.		
	Лабораторная работа № 4-6 Эффект Комптона		2,0		2,0	Подготовка к л.р[1.2].	Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме.		
	Работа по освоению 1 раздела:	5,0	7,0	5,0	13,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 1 разделу	5,0	7,0	5,0	13,0				
	Раздел 2. Уравнение Шрёдингера. Квантование					Подготовка к лекциями и практ. занятиям [6.1]	Лекции, Устное обсуждение методов решения задач.		
	Тема 2.1. Квантование. Волновая функция. Уравнение Шрёдингера	2,0		2,0	3,0				

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							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	Тема 2.2. Решение Уравнения Шрёдингера. Частица в прямоугольной яме. Потенциальный барьер.	2,0		2,0	3,0				
	Лабораторная работа №4-10. Изучение спектра атома водорода		3,0		4,0	Подготовка к л.р. [6.2]	Проведение эксперимента как на лабораторной установке. Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме.		
	Работа по освоению 2 раздела:	4,0	3,0	4,0	10,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	4,0	3,0	4,0	10,0				

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							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	Раздел 3. Физика атомов					Подготовка к лекциям и практ. занятиям [6.1]	Лекции, Устное обсуждение методов решения задач.		
	Тема 3.1 Энергия и волновые функции атома водорода. Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода. Энергетический спектр. Механический и магнитный момент.	2,0		2,0	4,0	Подготовка к лекциям и практ. занятиям [6.1]			
	Тема 3.2. Мультиплетность спектров атомов. Спектры щелочных металлов. Спин.	2,0		2,0	4,0				
	Тема 3.3. Атом в магнитном поле. Многоэлектронные атомы. Эффект Зеемана.	2,0		2,0	4,0				
	Тема 3.4. Самопроизвольное и вынужденное излучение. Лазеры. Молекулярные спектры	2,0		2,0	3,0				

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							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	Лабораторная работа № 4-5 Изучение атомных спектров двух- и трехвалентных элементов.		3,5		3,0	Подготовка к л.р. [6.2]	Проведение эксперимента с помощью компьютерного моделирования.		
	Лабораторная работа № 4-11 Компьютерное моделирование эффекта Зеемана.		3,5		3,0			Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме	
	Работа по освоению 3 раздела:	8,0	7,0	8,0	21,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа				8				
	Итого по 3 разделу	8,0	7,0	8,0	29,0				
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17,0	17,0	17,0	52,0				

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

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
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 max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<p>ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>ИОПК-1.1 Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности.</p> <p>ИОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.</p>	<p>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</p>

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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 « хорошо » 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 « удовлетворительно » 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 « неудовлетворительно » 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@nttu.ru

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

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Перечень учебной литературы

№ р-ла	Наименование учебно-методического обеспечения
1-3	<ol style="list-style-type: none"> Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : [учеб. пособие] / И.Е. Иродов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний., 2021. – 256 с. 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. 14-е изд., стер. СПб.: Лань 2023. – 320 с . Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5 ч.1. Атомная и ядерная физика. Учебное пособие / Д.В. Сивухин. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020. – 426 с Матвеев А. Н. Атомная физика / А.Н. Матвеев. Изд.: ЮРАЙТ-Восток, 2007. – 432 с. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1./ Э.В.Шпольский. Изд.Лань. 2010–524с.

6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика выложены в электронной библиотеке <https://library.nttu.ru/megapro/web>:

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 3 - 1. «Определение первого потенциала возбуждения атомов методом Франка-Герца»

- Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 2. «Изучение явления фотоэффекта»
- Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 5. «Изучение атомных спектров двух- и трехвалентных элементов»
- Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 6. «Эффект Комптона»
- Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 10. «Изучение спектра атома водорода»
- Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 11. «Компьютерное моделирование эффекта Зеемана»

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.ntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИЯЭиТФ:

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

ЭК книг и периодических изданий

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

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.ntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

https://www.ntu.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 ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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.ntu.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 оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Программное обеспечение
	Мультимедийная аудитория № 6245 учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Ноутбук Samsung NP300E5A-S0HRU, монитор 15” – 1 шт. 2. Экран – 1 шт. 3. Мультимедийный проектор Epson H428B – 1 шт. 4. Рабочих мест студента - 136. 5. Рабочих мест преподавателя - 1. Для инвалидов и лиц с ОВЗ: переносной радиокласс	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023, до 28.05.24) P7 office(C/н 5260001439) Adobe Acrobat Reader DC-Russian(Проприетарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) Yandex Browser (свободное ПО)
	Учебная аудитория № 6310 учебно-лабораторного корпуса № 6	Рабочее место студента - 38	
	Экспериментальная	"Интерактивная	Экспериментальная лаборатория

	лаборатория «Исследование ионизирующих излучений» № 5217 учебно- лабораторного корпуса № 5	панель;	«Исследование ионизирующих излучений» № 5217 учебно-лабораторного корпуса № 5
--	--	---------	--

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 «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.

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. Привлекаются интересующиеся студенты к написанию самостоятельных работ, которые можно доложить на институских 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 экзамена 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 внимание 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

1. Фотоэффект. Экспериментальные закономерности фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
2. Фотоны. Экспериментальное подтверждение теории фотонов. Характеристики фотонов.
3. Эффект Комптона. Комptonовское смещение. От чего оно зависит?
4. Рассеяние альфа-частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка-Герца.
5. Боровское условие квантования. Элементарная боровская теория атома водорода. Энергия атома водорода.
6. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.
7. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
8. Уравнение Шрёдингера. Волновая функция, ее свойства. Ее физический смысл.
9. Частица в одномерной потенциальной яме. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.
10. Уравнение Шрёдингера для квантового осциллятора. Физический смысл частоты квантового осциллятора.
11. Уравнение Шрёдингера для атома водорода. Квантование энергии и момента импульса. Волновая функция атома водорода. Квантовые числа. Различие понятия момент импульса в классической и квантовой механике.
12. Спектры щелочных металлов. Мультиплетность спектров. Спин. Естественное расщепление энергетических спектров. Связь мультиплетности со строением атома.
13. Результирующий механический момент многоэлектронного атома. Спин-орбитальное взаимодействие. Квантовые числа многоэлектронных атомов.
14. Вырожденные состояния атомов. Кратность вырождения. Снятие вырождения.

15. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням. Оболочка и подоболочка. Периодическая система элементов.
16. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Оптические и рентгеновские спектры.
17. Магнитный момент атома. Гиромагнитные отношения. Фактор Ланде.
18. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана.
19. Энергия молекулы. Молекулярные спектры.
20. Вынужденное излучение. Лазеры.

11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля

1. Узкий пучок рентгеновских лучей падает на монокристалл $NaCl$. Наименьший угол скольжения, при котором еще наблюдается зеркальное отражение от системы кристаллических плоскостей с межплоскостным расстоянием $d = 0,28 \text{ нм}$, равен $\alpha = 4,1^\circ$. Каково напряжение на рентгеновской трубке?
2. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 140 \text{ нм}$.
3. Основываясь на том, что энергия ионизации атома водорода $E_i = 13,6 \text{ эВ}$, определить в электрон-вольтах энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Бальмера.
4. Моноэнергетический пучок нейтронов, получаемый в результате ядерной реакции, падает на кристалл с периодом $d=0,15 \text{ нм}$. Определить скорость нейтронов, если брегговское отражение первого порядка наблюдается, когда угол скольжения $=30^\circ$.
5. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальную кинетическую энергию нуклона в атомном ядре. Размер ядра $R \approx 10^{-12} \text{ см}$
6. Определить, при какой ширине одномерной прямоугольной «потенциальной ямы» с бесконечно высокими «стенками» дискретность энергетического спектра электрона сравнима с его средней кинетической энергией при температуре T
7. Выписать спектральные обозначения термов атома водорода, электрон которого находится в состоянии с главным квантовым числом $n=3$.

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 120 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.
