Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Наименование образовательной программы: Светотехника и источники света

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Обязательная**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.О.17**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**4 семестр - 5;**
Часов (всего) по учебному плану:	**180 часов**
Лекции	**4 семестр - 32 часа;**
Практические занятия	**4 семестр - 32 часа;**
Лабораторные работы	**не предусмотрено учебным планом**
Консультации	**4 семестр - 2 часа;**
Самостоятельная работа	**4 семестр - 113,5 часов;**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: **Контрольная работа**	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	**4 семестр - 0,5 часа;**

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Григорьев С.В. Идентификатор: R5d2a4c31-GrigoryevSV-18e45d71	С.В. Григорьев
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Григорьев А.А. Идентификатор: R28090f70-GrigoryevAA-7e2fdc05	А.А. Григорьев
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Боос Г.В. Идентификатор: R4494501d-BoosGeorV-031c67c1	Г.В. Боос
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование естественнонаучного мировоззрения, а также умения применять законы физики для решения практических задач по своему профилю подготовки

Задачи дисциплины

- изучение основных физических явлений;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики, а также методами физического исследования;
- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-$1_{ОПК-1}$ Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы	знать: - фундаментальные законы квантовой механики.
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-$2_{ОПК-1}$ Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	уметь: - рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-$3_{ОПК-1}$ Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	уметь: - определять, какие законы квантовой механики обусловливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Светотехника и источники света (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные определения, законы и теоремы высшей математики и физики
- уметь решать типовые задачи по высшей математике и физике

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Математические основы квантовой теории	48	4	8	-	12	-	-	-	-	-	28	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Математические основы квантовой теории" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], с. 111-130 [2], с. 13-80; с. 87-126 [3], с. 14-125 [4], с. 36-45 [5], с. 147-221 [6], с. 14-125
1.1	Математические основы квантовой теории	48		8	-	12	-	-	-	-	-	28	-	
2	Квантовая механика электрона и атома	56		14	-	14	-	-	-	-	-	28	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Квантовая механика электрона и атома" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], с. 131-184 [2], с. 133-197, 300-344, 529-548 [3], с. 183-295, 358-407 [4], с. 46-58 [5], с. 226-281 [6], с. 183-295, 358-407
2.1	Квантовая механика электрона и атома	56		14	-	14	-	-	-	-	-	28	-	
3	Статистическая физика	40		10	-	6	-	-	-	-	-	24	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Статистическая физика"
3.1	Статистическая физика	40		10	-	6	-	-	-	-	-	24	-	

														Изучение материалов литературных источников: [2], с. 273-296 [3], с. 488-525 [5], с. 313-370 [6], с. 488-525
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**180.0**		**32**	**-**	**32**	**-**	**2**	**-**	**-**	**0.5**	**80**	**33.5**	
	Итого за семестр	**180.0**		**32**	**-**	**32**	**2**		**-**		**0.5**	**113.5**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Математические основы квантовой теории

1.1. Математические основы квантовой теории

Квантовое состояние, стационарные и нестационарные состояния, вектор состояния. Принцип суперпозиции, суперпозиция квантовых состояний, линейное пространство состояний. Понятие о квантовых вычислениях. Операторы в пространстве состояний. Операторы импульса и координат. Гамильтониан. Коммутация операторов. Принцип неопределенностей.

2. Квантовая механика электрона и атома

2.1. Квантовая механика электрона и атома

Момент импульса в квантовой механике. Неопределенность вектора момента для квантовой частицы. Операторы момента, соотношения коммутации. Орбитальный момент, правило квантования орбитального момента. Спин элементарных частиц, квантование спина, частицы Ферми и частицы Бозе, принцип Паули. Пространственная четность, операция пространственной инверсии, полярные и аксиальные векторы, оператор инверсии и его собственные значения, четность состояния, четность электрона в атоме. Атом водорода. Движение электрона в поле центральной силы, сохранение момента импульса в центральном поле, радиальная волновая функция, центробежная энергия, квантование энергии электрона в кулоновском поле. Спектр энергий атома водорода, квантовые числа и волновые функции стационарных состояний атома водорода, вырождение энергетических уровней, кратность вырождения. Квантование энергии в одновалентных атомах. Спин- орбитальное взаимодействие, тонкая (мультиплетная) структура энергетических уровней в атомах, расщепление уровней в водородоподобных атомах, нумерация энергетических термов с учетом тонкой структуры. Атом в магнитном поле. Магнитный момент электрона, магнетон Бора, правило квантования орбитального и спинового магнитного момента, оператор взаимодействия магнитного момента электрона с магнитным полем. Простой эффект Зеемана, квантование магнитного момента электрона в сильном магнитном поле, расщепление энергетических уровней одновалентных атомов (на примере s- и p- состояний), расщепление спектральных линий, образование спектрального триплета. Сложный эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс. Возмущения квантовой системы. Стационарные и нестационарные возмущения. Резонансные переходы под влиянием периодического возмущения, вероятность перехода в единицу времени. Оптические переходы в атоме, скорость дипольных переходов. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Спектральные линии, уширение линий.

3. Статистическая физика

3.1. Статистическая физика

Тождественность частиц. Перестановки тождественных частиц, симметричные и антисимметричные состояния системы многих частиц. Ферми и Бозе – статистика, принцип Паули, электронный газ в металле, бозе – конденсация.

3.3. Темы практических занятий

1. Атом водорода по Бору;
2. Квантовые статистики;
3. Эффект Зеемана. Спин в магнитном поле;
4. Атом водорода;
5. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор;

6. Уравнение Шредингера. Потенциальный барьер, туннельный эффект;
7. Уравнение Шредингера. Движение частицы в потенциальной яме;
8. Волны де Бройля. Соотношения неопределенностей.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
фундаментальные законы квантовой механики	ИД-1$_{ОПК-1}$	+			Контрольная работа/Математические основы квантовой теории
Уметь:					
рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	ИД-2$_{ОПК-1}$		+		Контрольная работа/Квантовая механика электрона и атома Контрольная работа/Квантово-механическое описание атома водорода и водородоподобных атомов или ионов
определять, какие законы квантовой механики обусловливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-3$_{ОПК-1}$			+	Контрольная работа/Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана Контрольная работа/Квантовая механика электрона и атома

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана (Контрольная работа)
2. Квантовая механика электрона и атома (Контрольная работа)
3. Квантово-механическое описание атома водорода и водородоподобных атомов или ионов (Контрольная работа)
4. Математические основы квантовой теории (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов . – 2-е изд., доп . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004 . – 256 с. – (Технический университет) . - ISBN 5-947740-58-3 .;
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: В 10 т. Т.3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория) : Учебное пособие для физических специальностей университетов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Ред. Л. П. Питаевский . – 5-е изд., стереотип . – М. : Физматлит, 2001 . – 808 с. - ISBN 5-922100-57-2 .;
3. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие / Д. И. Блохинцев . – 8-е изд . – М. : Эдиториал УРСС, 2015 . – 672 с. – (Физико-математическое наследие: физика (квантовая механика)) . - ISBN 978-5-9710-1720-2 .;
4. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов . – 2-е изд., испр . – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2006 . – 216 с. - ISBN 5-932080-56-6 .;
5. Суханов, А. Д. Лекции по квантовой физике : Учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / А. Д. Суханов . – М. : Высшая школа, 1991 . – 383 с. - ISBN 5-06-002061-4 .;
6. Блохинцев Д. И.- "Основы квантовой механики", (7-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (672 с.)
https://e.lanbook.com/book/167719.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;

4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
3. **База данных Web of Science** - http://webofscience.com/
4. **База данных Scopus** - http://www.scopus.com
5. **Национальная электронная библиотека** - https://rusneb.ru/
6. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php
7. **Портал открытых данных Российской Федерации** - https://data.gov.ru
8. **База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ** - https://rosmintrud.ru/opendata
9. **База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ** - http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/
10. **База открытых данных Министерства экономического развития РФ** - http://www.economy.gov.ru
11. **База открытых данных Росфинмониторинга** - http://www.fedsfm.ru/opendata
12. **Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ"** - https://www.polpred.com
13. **Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»** - https://openedu.ru
14. **Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - http://protect.gost.ru/
15. **Открытая университетская информационная система «РОССИЯ»** - https://uisrussia.msu.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы физики

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Математические основы квантовой теории (Контрольная работа)
КМ-2 Квантово-механическое описание атома водорода и водородоподобных атомов или ионов (Контрольная работа)
КМ-3 Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана (Контрольная работа)
КМ-4 Квантовая механика электрона и атома (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Математические основы квантовой теории					
1.1	Математические основы квантовой теории		+			
2	Квантовая механика электрона и атома					
2.1	Квантовая механика электрона и атома			+		+
3	Статистическая физика					
3.1	Статистическая физика				+	+
		Вес КМ, %:	10	20	20	50