МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА С ЭЛЕМЕНТАМИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Направление подготовки (специальность)
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль/специализация) программы
Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1, 2
Семестр	2, 3

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
02.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель _____ И.Ю. Мезин

Согласовано:
Зав. кафедрой Вычислительной техники и программирования

_____ О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры Физики, канд. ф.-м. наук _____ В.В. Риве

Рецензент:
зав. кафедрой ПМиИ, д-р техн. наук _____ Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика с элементами квантовой механики» является формирование у обучающихся способности применять основные законы классической и современной физики, а также соответствующий физико-математический аппарат и методы моделирования для решения теоретических, прикладных и практических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика с элементами квантовой механики

входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информатика

Прикладная математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Моделирование

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Основы квантовой информатики

Безопасность жизнедеятельности

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика с элементами квантовой механики

» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 143,7 акад. часов:

– аудиторная – 140 акад. часов;

– внеаудиторная – 3,7 акад. часов;

– самостоятельная работа – 108,3 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классическая механика								
1.1 Кинематика поступательного и вращательного движения	2	3	2		7	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
1.2 Динамика поступательного и вращательного движения		5	6		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 4, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.3 Законы сохранения в механике		6	6		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 1, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		14	14		31			
2. Механические колебания и волны								

2.1 Механические колебания	2	6	8		12,2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 5, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.2 Упругие волны		6	4		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 7, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		12	12		24,2			
3. Релятивистская механика								
3.1 Релятивистская кинематика и динамика	2	4	2		7	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
Итого по разделу		4	2		7			
4. Статистическая физика								
4.1 Элементы статистической физики	2	4	6		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 11, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		4	6		12			
Итого за семестр		34	34		74,2		зачёт	
5. Волновая и квантовая оптика								
5.1 Электромагнитные волны	3	4	4		4	Проработка лекций, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 35, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2

5.2 Интерференция световых волн		4	3		4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 32, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5.3 Дифракция световых волн		4	3		4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторным работам № 34, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5.4 Квантовая оптика		4	8		6	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 36А и 37, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		16	18		18			
6. Квантовая механика								
6.1 Основные положения и математический аппарат квантовой механики	3	4	2		2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
6.2 Уравнение Шрёдингера		6	4		4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 51, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2

6.3 Приближенные методы решения квантовомеханических задач		2	4		4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
6.4 Движение в центрально-симметричном поле		4	6		4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму	Отчет по лабораторной работе № 42, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
6.5 Системы тождественных частиц		4	2		2,1	Проработка лекций, подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		20	18		16,1			
Итого за семестр		36	36		34,1		зао	
Итого по дисциплине		70	70		108,3		зачет, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика с элементами квантовой механики» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Используются следующие виды лекций:

вводная лекция – в начале курса и в начале каждого семестра (вводный блок в составе лекции);

лекция-информация – в этой форме излагается основная часть материала;

обзорная лекция – в заключительной части изучения дисциплины, посвященной современной физической картине мира, а также при систематизации и обобщении отдельных разделов;

проблемная лекция – используется как элемент в составе лекции, когда перед студентами ставится некоторая проблема и предлагается найти подходы и пути к ее решению;

лекция-конференция – научно-практическое занятие с системой докладов на заданные темы, подготовленных студентами.

лекция-визуализация – лекции с применением физических демонстраций с объяснением происходящих явлений, а также компьютерных симуляций и учебных фильмов.

Все виды лекций проводятся с использованием мультимедийного оборудования.

Семинарские занятия включают в себя такие методы обучения, как учебная дискуссия, в ходе которой студенты излагают свое мнение и обмениваются взглядами на проблему, эвристическая беседа, стимулирующая коллективное мышление и совместный поиск ответа на сформулированный вопрос или задачу, а также индивидуальное обучение, когда студентам выдаются задания с учетом их индивидуальных особенностей.

При проведении лабораторных занятий практикуется работа в команде (2-4 человека) и использование IT-методов для обработки результатов лабораторных работ.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с. – Режим доступа: http://new.znanium.com/bookread2.php?book=412940 – ISBN 978-5-16-101026-6

2. Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики [Электронный ресурс] : Учеб. пос. / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с. – Режим доступа: http://new.znanium.com/bookread2.php?book=438135 – ISBN 978-5-16-100426-5

3. Мозолевская, Т.В. Основы квантовой механики и физики атома [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Мозолевская, Ю.В. Филиппенко ; под ред. проф. В.А. Якимова. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 108 с. - Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=346851 - ISBN 978-5-16-107648-4

б) Дополнительная литература:

1. Гантмахер, Ф.Р. Лекции по аналитической механике [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ф.Р. Гантмахер ; под ред. Е.С. Пятницкого. – 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 264 с. - Режим доступа: https://new.znanium.com/read?id=199817 - ISBN 978-5-9221-0067-0

2. Давыдов, А. П. Курс лекций по квантовой механике. Математический аппарат квантовой механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. П. Давыдов ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2014 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1444.pdf&show=dcatalogues/1/1123965/1444.pdf&view=true

3. Фирганг, Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики [Текст] : Учебное пособие / Е.В. Фирганг. − 3-е изд., стер. − СПб.: Издательство «Лань», 2008. − 352 с. − ISBN 978-5-8114-0765-1

в) Методические указания:

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Е.Н. Астапов, З.Н. Ботнева, Л.С. Долженкова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2420.pdf&show=dcatalogues/1/1130121/2420.pdf&view=true

2. Физика твердого тела, атома и атомного ядра [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / С.А. Бутаков [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3818.pdf&show=dcatalogues/1/1530254/3818.pdf&view=true

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория механики, молекулярной физики и термодинамики. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Баллистические маятники.

2. Маятник Обербека.

3. Физический маятник.

4. Доска Гальтона.

5. Лабораторная установка для исследования распре-деления термоэлектронов по модулю их скорости.

6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты γ методом Клемана и Дезорма.

7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.

8.Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.

9.Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"

10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".

11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".

12.Стенд лабораторный газовые процессы.

13. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория электричества и оптики. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1.Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.

2. Установка для шунтирования миллиамперметра.

3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.

4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности

5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.

6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.

7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.

8. Источники питания постоянного тока.

9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.

10. Магазин емкости Р-513.

11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.

12. Магазины сопротивлений Р-33.

13. Мультиметры цифровые MAS-838.

14. Мультиметры APPA 106,203,205.

15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.

16. Поляриметр СМ.

17.Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория атома, твердого тела, ядра. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для

проведения лабораторных работ:

1.Лабораторная установка для "Изучения внешнего фотоэффекта".

2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.

3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.

4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.

5. Измеритель скорости счета УИМ2-2.

6. Монохроматоры МУМ-1.

7. Мультиметры APPA 205, 207.

8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.

9. Мерительный инструмент.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Интерактивная доска, проектор. Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физика с элементами квантовой механики» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов выполняется на лабораторных занятиях по заданию преподавателя и под его контролем. Она производится в виде выполнения лабораторных работ, отчета по лабораторным работам и сдачи коллоквиумов.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся заключается в проработке лекционного материала, решении индивидуальных задач, подготовке к выполнению лабораторных работ, обработке результатов этих работ (расчеты, графики, вывод), а также в подготовке к коллоквиумам.

Перечень лабораторных работ:

2 семестр

1. Л. р. № 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»
3. Л. Р. № 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»
4. Л. р. № 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»
5. Л. р. № 7 «Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны»
6. Л. р. № 11 «Изучение статистических закономерностей»

3 семестр

1. Л. р. № 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»
2. Л. р. № 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»
3. Л. р. № 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»
4. Л. р. № 36А «Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента»
5. Л. р. № 37 «Изучение закона Стефана-Больцмана. Определение зависимости энергетической светимости нагретого тела от температуры»
6. Л. р. № 42 «Изучение спектра излучения атома водорода. Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»
7. Л. р. № 51 «Изучение закономерностей α-распада»

Перечень вопросов к коллоквиумам:

2 семестр

Классическая механика

1. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения материальной точки. Средние и мгновенные величины.
2. Прямая и обратная задачи механики. Роль начальных условий. Перемещение и пройденный путь.
3. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.
4. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное

ускорение. Угол между скоростью и ускорением.

5. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.

6. Понятие силы, массы и импульса. Принцип суперпозиции. Основной закон динамики поступательного движения. Третий закон Ньютона.

7. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.

8. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.

9. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.

10. Интегралы движения. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени.

11. Замкнутая система. Закон сохранения полного импульса системы тел.

12. Закон сохранения полного момента импульса системы тел.

13. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.

14. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.

15. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.

16. Связь между силой и потенциальной энергией. Два способа описания взаимодействия.

17. Соударение двух тел. Упругий и неупругий удар.

Механические колебания и волны

1. Уравнение гармонических колебаний и его решение. Характеристики колебаний.
2. Математический и физический маятники.
3. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения.
4. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
5. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
6. Характеристики затухающих колебаний.
7. Энергия гармонических и затухающих колебаний.
8. Вынужденные колебания. Резонанс.
9. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
10. Скорость распространения упругих волн.
11. Классификация волн по форме волновой поверхности. Плоская, сферическая и цилиндрическая волна.
12. Волновое уравнение. Уравнение луча, уравнение плоской волны, волновое уравнение в общем виде.
13. Вектор плотности потока энергии.
14. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.
15. Колебание натянутой струны.

Специальная теория относительности и элементы статистической физики

1. Постулаты Эйнштейна.
2. Замедление времени.
3. Лоренцево сокращение длины.
4. Релятивистские инварианты. Интервал.
5. Релятивистский импульс.
6. Полная энергия и энергия покоя частицы.
7. Связь массы, энергии и импульса.
8. Законы сохранения при релятивистских скоростях.

9. Макросистема. Статистический и термодинамический подходы к описанию макросистем.
10. Дискретный набор величин. Понятие вероятности и средней величины.
11. Непрерывный набор величин. Функция распределения случайной величины и ее свойства.
12. Распределение молекул по проекциям скоростей. Распределение Гаусса.
13. Распределение молекул по модулю скорости. Распределение Максвелла.
14. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.

3 семестр

Волновая оптика

1. Понятие интерференции. Принцип суперпозиции для световых волн. Наблюдаемые и ненаблюдаемые величины.
2. Когерентные и некогерентные волны. Сложение интенсивностей. Условия усиления и ослабления света.
3. Оптический путь светового луча. Способы изменения оптического пути световых волн.
4. Связь оптической разности хода с разностью фаз. Условия максимума и минимума интерференции.
5. Схема Юнга. Условия наблюдения интерференции.
6. Интерференция в тонких пленках в отраженном и проходящем свете.
7. Схема для наблюдения колец Ньютона.
8. Явление дифракции. Особенность дифракции световых волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера.
9. Принцип Гюйгенса-Френеля.
10. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.
11. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели.
12. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки.
13. Угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.

Квантовая природа излучения и основные положения квантовой механики

1. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана – Больцмана.
2. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.
3. Энергия и импульс фотона. Давление света.
4. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
5. Формула Эйнштейна. Релятивистский и нерелятивистский фотоэффект.
6. Тормозное рентгеновское излучение.
7. Эффект Комптона. Формула Комптона.
8. Корпускулярно-волновой дуализм света. Волновые свойства частиц.
9. Длина волны де Бройля и ее экспериментальное подтверждение.
10. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение неопределенностей.
11. Волновая функция и ее свойства. Условие нормировки. Принцип суперпозиции.
12. Операторы важнейших физических величин. Действия с операторами.

Квантовая механика

1. Основная задача квантовой механики. Уравнение Шрёдингера.
2. Свободное движение частицы.
3. Частица в потенциальной яме с бесконечными и конечными стенками. Квантование энергии.
4. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

5. Общие свойства гармонического осциллятора.
6. Квантование момента импульса. Собственные функции и собственные значения оператора момента импульса.
7. Движение частицы в кулоновском поле. Волновая функция атома водорода.
8. Излучение атома водорода и водородоподобных систем. Спектральные серии.
9. Стационарная и нестационарная теория возмущений.
10. Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
11. Спин и спиновая волновая функция. Полный момент импульса электрона.
12. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атомных спектров.
13. Атом гелия.
14. Заполнение электронных оболочек в многоэлектронных атомах.
15. Молекула. Природа химической связи.

Примеры индивидуальных задач

2 семестр

Задача 1 «Кинематика поступательного и вращательного движения»

Радиус-вектор частицы изменяется по закону $\vec{r} = t^2\vec{\imath} + 4t\vec{\jmath} - 2\vec{k}$ (м). Найти вектор скорости $\vec{v}$, вектор ускорения $\vec{a}$, модуль скорости и ускорения, а также угол между этими векторами в момент времени $t = 2$ с.

Задача 2 «Динамика поступательного и вращательного движения»

Через блок, имеющий форму диска, перекинут шнур. К концам шнура привязали грузики массой $m_1 = 100$ г и $m_2 = 110$ г. С каким ускорением будут двигаться грузики, если масса *m* блока равна 400 г? Трение при вращении блока ничтожно мало.

Задача 3 «Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса»

Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой $m = 0{,}4$ кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $v = 20$ м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии $r = 0{,}8$ м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью и начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи равен $I = 6$ кг $\cdot$ м^2?

Задача 4 «Гармонические и затухающие колебания»

Однородный диск радиуса $R = 13$ см может вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной к его плоскости и проходящей через край диска. Найти период малых колебаний этого диска, если логарифмический декремент затухания $\lambda = 1$.

Задача 5 «Упругие волны»

В трубке длиной $l = 1{,}2$ м находится воздух при температуре $T = 300$ К. Определить минимальную частоту возможных колебаний воздушного столба ν_{min} в двух случаях: а) труба открыта и б) труба закрыта.

Задача 6 «Релятивистская механика»

В собственной системе отсчета имеется прямоугольник с соотношением сторон 4:5. В каком направлении и с какой скоростью должен двигаться этот прямоугольник, чтобы в лабораторной системе отсчета он выглядел, как квадрат?

Задача 7 «Статистические распределения»

Какова вероятность того, что данная молекула идеального газа имеет скорость, отличную от $\frac{1}{2}v_{\text{в}}$ не более, чем на 1%?

3 семестр

Задача 1 «Интерференция световых волн»

Сферическая поверхность плоско-выпуклой линзы соприкасается со стеклянной пластинкой. Пространство между линзой и пластинкой заполнено сероуглеродом. Показатели преломления линзы, сероуглерода и пластинки равны соответственно $n_1 = 1{,}5$, $n_2 = 1{,}63$ и $n_3 = 1{,}7$. Радиус кривизны сферической поверхности линзы $R = 100$ см. Определить радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете с $\lambda = 0{,}61$ мкм.

Задача 2 «Дифракция световых волн»

На дифракционную решетку длиной *l*=1,5 мм, содержащую N=300 штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны λ=550 нм. Определите: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки; 2) угол, соответствующий последнему максимуму.

Задача 3 «Квантовая природа излучения»

Определить энергию, приходящуюся на электрон отдачи при эффекте Комптона, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/3$. Энергия фотона до рассеяния $\varepsilon =$ 0,58 МэВ. Под каким углом будет двигаться электрон отдачи?

Задача 4 «Волновые свойства частиц»

Длина волны излучаемого атомом фотона составляет $\lambda = 0{,}6$ мкм. Время жизни атома в возбужденном состоянии $\tau = 10^{-8}$ с. Определите отношение естественной ширины энергетического уровня к энергии, излученной атомом

Задача 5 «Потенциальные ямы и энергетические барьеры»

Электрон налетает на слабопрозрачный прямоугольный потенциальный барьер высотой $U_0 = 7{,}63$ эВ и шириной $l = 3 \cdot 10^{-10}$ м. Энергия частицы в два раза меньше высоты барьера. Определить вероятность, с которой частица пройдет через барьер.

Задача 6 «Теория возмущений»

Частица массы m локализована в бесконечно глубокой потенциальной яме ширины l. На нее наложено возмущение вида

$$V(x) = \begin{cases} V_0, & 0 \le x \le l/4 \\ 0, & l/4 < x < 3l/4. \\ V_0, & 3l/4 \le x \le l \end{cases}$$

Чему равна энергия основного состояния частицы с учетом первого порядка теории возмущений?

Задача 7 «Водородоподобные системы и излучение атомов»

У какого водородоподобного иона разность длин волн головной линии серии Пашена и коротковолновой границы спектра той же серии составляет 263,7 нм?

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<table>
<tr><th>Код индикатора</th><th>Индикатор достижения компетенции</th><th>Оценочные средства</th></tr>
<tr><td colspan="3">ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</td></tr>
<tr><td>ОПК-1.1</td><td>Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</td><td>
Тестовые вопросы к зачетам:

1. С какими утверждениями относительно скорости передачи информации Вы согласны? Выберите несколько ответов.

• Ни одно материальное тело не может двигаться со скоростью, превышающей скорость света. Но информация нематериальна, поэтому может передаваться с любой скоростью, даже бесконечно большой.
• Скорость передачи информации определяется групповой скоростью волнового пакета. Фазовая скорость связана с перемещением определенной фазы волны.
• В среде, обладающей дисперсией, волновой пакет расплывается, и скорость передачи информации снижается.
• Для передачи сообщений используется последовательность импульсов, каждый из которых несет один бит. Чтобы повысить скорость передачи информации, необходимо сокращать длительность импульсов.

2. Поставьте в соответствие вид компьютерной мыши и принцип ее действия

<table>
<tr><td>Механическая</td><td>передача сигнала от движения шарика на датчики</td></tr>
<tr><td>Оптическая</td><td>фотографирование передвижения мыши с высокой частотой, работает на гладких поверхностях</td></tr>
<tr><td>Лазерная</td><td>фиксация передвижения мыши электромагнитными волнами малой длины волны, работает на шероховатых поверхностях</td></tr>
<tr><td>Трекбол</td><td>управление курсором при помощи шарика с использованием оптических датчиков</td></tr>
<tr><td>Гироскопическая</td><td>распознавание движения не только на поверхности, но и в пространстве</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Код индикатора</th><th>Индикатор достижения компетенции</th><th>Оценочные средства</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>3. В чем заключатся основное отличие квантового компьютера от обычного?

• Обычный компьютер является реальным устройством, а квантовый гипотетическим.
• Обычный компьютер работает в макроскопических масштабах, а квантовый в области микромира.
• Обычный компьютер оперирует битами, способными принимать значения 0 или 1, а квантовый кубитами, которые могут находиться в суперпозиции двух состояний.
• В обычном компьютере числа записываются в двоичном коде, а в квантовом в десятичном.</td></tr>
<tr><td>ОПК-1.2</td><td>Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования</td><td>Тестовые вопросы к зачетам:

1. Из перечисленных носителей информации выберете те, в основе записи которых не используются электромагнитные явления (несколько вариантов)

• перфокарта
• лазерный диск
• фотография
• голограмма
• грампластинка
• карта памяти
• жесткий диск

2. Поставьте в соответствие компонент современного компьютера и физическое явление, которое лежит в основе его функционирования.

<table><tr><td>Флэш-накопитель</td><td>Изменение и регистрация электрического заряда в кармане полупроводниковой структуры</td></tr><tr><td>Жидкокристаллический монитор</td><td>Поворот плоскость поляризации проходящего света пропорционально приложенному напряжению.</td></tr><tr><td>Винчестер</td><td>Изменение ориентации магнитных моментов внутри ферромагнитного материала</td></tr><tr><td>Колонки</td><td>Взаимодействие магнитного поля постоянного магнита с проводом катушки</td></tr></table></td></tr>
</table>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		3. Как можно защититься от электромагнитных помех при передаче информации? Выберите несколько ответов. • использовать экранированную витую пару • использовать оптоволоконный кабель • не прокладывать кабель вблизи линий электропередач • использовать один провод для заземления • уменьшить полосу пропускания сети

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Согласно учебному плану видами промежуточной аттестации по дисциплине «Физика с элементами квантовой механики» являются зачет и зачет с оценкой. Зачет проводится в виде собеседования по теоретическим вопросам и практическим заданиям.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** (3-5 баллов) – обучающийся показывает сформированность компетенций, наличие твердых знаний программного материала, грамотное и логическое изложение материала при ответе, допускаются незначительные ошибки, уверенно исправляемые после дополнительных вопросов, правильные действия при демонстрации умений и навыков.

– на оценку **«не зачтено»** (1-2 балла) – обучающийся показывает, что результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, не может предъявить знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, даже с помощью наводящих вопросов, не способен продемонстрировать умения и навыки при решении простейших задач.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при выполнении практических заданий, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.