

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

30.01.2023 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  
2023 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  
16.01.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой Вычислительной техники и программирования

\_\_\_\_\_ О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики, \_\_\_\_\_ О.Н. ВострокнUTOва

Рецензент:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### **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 общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных 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			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классическая механика								
1.1 Кинематика поступательного и вращательного движения	2	3	2/0,5И		7	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
1.2 Динамика поступательного и вращательного движения		5	6/3И		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных	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	Отчет по лабораторной работе № 1, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		14	14/3,5И		31			
2. Механические колебания и волны								

2.1 Механические колебания	2	6	8/4И		12,2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ,	Отчет по лабораторной работе № 5, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.2 Упругие волны		6	4/2И		12	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ,	Отчет по лабораторной работе № 7, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		12	12/6И		24,2			
3. Релятивистская								
3.1 Релятивистская кинематика и динамика	2	4	2/0,5И		7	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
Итого по разделу		4	2/0,5И		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,	Отчет по лабораторной работе № 11, индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		4	6		12			
Итого за семестр		34	34/10И		74,2		зачёт	
5. Волновая и квантовая								
5.1 Электромагнитные волны	3	4	4		4	Проработка лекций, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ,	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	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	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	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	4	2		2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к	Индивидуальная задача, коллоквиум	ОПК-1.1
6.2 Уравнение Шрёдингера	3	6	4/1И	4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ	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	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	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	Коллоквиум	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу	20	18/1И		16,1			
Итого за семестр	36	36/1И		34,1		зао	
Итого по дисциплине	70	70/11И		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.znaniium.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
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

#### 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 распределения термоэлектронов по модулю их скорости.
6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты  $\gamma$  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 P-513.
11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.
12. Магазины сопротивлений P-33.
13. Мультиметры цифровые MAS-838.
14. Мультиметры АРРА 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 АРРА 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  $\alpha$ -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  $\vec{r} = t^2\vec{i} + 4t\vec{j} - 2\vec{k}$  (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 · м<sup>2</sup>?

##### ***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  $\nu_{min}$  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  $\frac{1}{2}v_B$  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  $\lambda=550$  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

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

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:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства										
<b>ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>												
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	<p><b>Тестовые вопросы к зачетам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>С какими утверждениями относительно скорости передачи информации Вы согласны? Выберите несколько ответов. <ul style="list-style-type: none"> <li>Ни одно материальное тело не может двигаться со скоростью, превышающей скорость света. Но информация нематериальна, поэтому может передаваться с любой скоростью, даже бесконечно большой.</li> <li>Скорость передачи информации определяется групповой скоростью волнового пакета. Фазовая скорость связана с перемещением определенной фазы волны.</li> <li>В среде, обладающей дисперсией, волновой пакет расплывается, и скорость передачи информации снижается.</li> <li>Для передачи сообщений используется последовательность импульсов, каждый из которых несет один бит. Чтобы повысить скорость передачи информации, необходимо сокращать длительность импульсов.</li> </ul> </li> <li>Поставьте в соответствие вид компьютерной мыши и принцип ее действия</li> </ol> <table border="1" data-bbox="715 1458 1481 2089"> <tbody> <tr> <td data-bbox="715 1458 986 1536">Механическая</td> <td data-bbox="986 1458 1481 1536">передача сигнала от движения шарика на датчики</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1536 986 1682">Оптическая</td> <td data-bbox="986 1536 1481 1682">фотографирование передвижения мыши с высокой частотой, работает на гладких поверхностях</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1682 986 1827">Лазерная</td> <td data-bbox="986 1682 1481 1827">фиксация передвижения мыши электромагнитными волнами малой длины волны, работает на шероховатых поверхностях</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1827 986 1973">Трекбол</td> <td data-bbox="986 1827 1481 1973">управление курсором при помощи шарика с использованием оптических датчиков</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1973 986 2089">Гироскопическая</td> <td data-bbox="986 1973 1481 2089">распознавание движения не только на поверхности, но и в пространстве</td> </tr> </tbody> </table>	Механическая	передача сигнала от движения шарика на датчики	Оптическая	фотографирование передвижения мыши с высокой частотой, работает на гладких поверхностях	Лазерная	фиксация передвижения мыши электромагнитными волнами малой длины волны, работает на шероховатых поверхностях	Трекбол	управление курсором при помощи шарика с использованием оптических датчиков	Гироскопическая	распознавание движения не только на поверхности, но и в пространстве
Механическая	передача сигнала от движения шарика на датчики											
Оптическая	фотографирование передвижения мыши с высокой частотой, работает на гладких поверхностях											
Лазерная	фиксация передвижения мыши электромагнитными волнами малой длины волны, работает на шероховатых поверхностях											
Трекбол	управление курсором при помощи шарика с использованием оптических датчиков											
Гироскопическая	распознавание движения не только на поверхности, но и в пространстве											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		<p>3. В чем заключаются основные отличия квантового компьютера от обычного?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обычный компьютер является реальным устройством, а квантовый гипотетическим.</li> <li>• Обычный компьютер работает в макроскопических масштабах, а квантовый в области микромира.</li> <li>• Обычный компьютер оперирует битами, способными принимать значения 0 или 1, а квантовый кубитами, которые могут находиться в суперпозиции двух состояний.</li> <li>• В обычном компьютере числа записываются в двоичном коде, а в квантовом в десятичном.</li> </ul>								
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования	<p><b>Тестовые вопросы к зачетам:</b></p> <p>1. Из перечисленных носителей информации выберите те, в основе записи которых не используются электромагнитные явления (несколько вариантов)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перфокарта</li> <li>• лазерный диск</li> <li>• фотография</li> <li>• голограмма</li> <li>• грампластинка</li> <li>• карта памяти</li> <li>• жесткий диск</li> </ul> <p>2. Поставьте в соответствие компонент современного компьютера и физическое явление, которое лежит в основе его функционирования.</p> <table border="1" data-bbox="715 1429 1481 2094"> <tbody> <tr> <td data-bbox="715 1429 1082 1615">Флэш-накопитель</td> <td data-bbox="1082 1429 1481 1615">Изменение и регистрация электрического заряда в кармане полупроводниковой структуры</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1615 1082 1800">Жидкокристаллический монитор</td> <td data-bbox="1082 1615 1481 1800">Поворот плоскость поляризации проходящего света пропорционально приложенному напряжению.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1800 1082 1946">Винчестер</td> <td data-bbox="1082 1800 1481 1946">Изменение ориентации магнитных моментов внутри ферромагнитного материала</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 1946 1082 2094">Колонки</td> <td data-bbox="1082 1946 1481 2094">Взаимодействие магнитного поля постоянного магнита с проводом катушки</td> </tr> </tbody> </table>	Флэш-накопитель	Изменение и регистрация электрического заряда в кармане полупроводниковой структуры	Жидкокристаллический монитор	Поворот плоскость поляризации проходящего света пропорционально приложенному напряжению.	Винчестер	Изменение ориентации магнитных моментов внутри ферромагнитного материала	Колонки	Взаимодействие магнитного поля постоянного магнита с проводом катушки
Флэш-накопитель	Изменение и регистрация электрического заряда в кармане полупроводниковой структуры									
Жидкокристаллический монитор	Поворот плоскость поляризации проходящего света пропорционально приложенному напряжению.									
Винчестер	Изменение ориентации магнитных моментов внутри ферромагнитного материала									
Колонки	Взаимодействие магнитного поля постоянного магнита с проводом катушки									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3. Как можно защититься от электромагнитных помех при передаче информации? Выберите несколько ответов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать экранированную витую пару</li> <li>• использовать оптоволоконный кабель</li> <li>• не прокладывать кабель вблизи линий электропередач</li> <li>• использовать один провод для заземления</li> <li>• уменьшить полосу пропускания сети</li> </ul>

## **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.