

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Колебания и волны, оптика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
09.03.02 Информационные системы и технологии

---

Направленность образовательной программы  
Информационные системы и технологии в физических исследованиях

---

Форма обучения  
очная

---

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.07.04 Колебания и волны, оптика относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.07.04 Колебания и волны, оптика относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать основы высшей математики, общей физики, теории вероятности и технологий программирования ОПК-1.2 Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	<b>Знать</b> основные экспериментальные факты и теоретические положения физики колебаний механических и электрических систем, основные методы описания волновых процессов, распространения волн в различных средах, знать основные законы геометрической и волновой оптики. <b>Уметь</b> решать типовые задачи на уровне задачника Иродова по основным темам данного курса. <b>Владеть</b>	Коллоквиум Экзамен

		математическими методами анализа волновых процессов.	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>112</b>
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия)	<b>48</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>30</b>
<b>КСР</b>	<b>2</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Тема 1 Гармонические колебания материальной точки. Характеристики гармонических колебаний.	4	2	2	4	0
Тема 2 Сложение гармонических колебаний	4	2	2	4	0
Тема 3. Применение комплексных чисел для описания гармонических колебаний	4	2	0	2	2
Тема 4. Затухающие колебания	6	2	2	4	2
Тема 5. Вынужденные колебания. Резонанс	6	2	2	4	2
Тема 6. Электрические колебания Закон Ома для цепей переменного синусоидального тока	6	2	2	4	2
Тема 7. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока.	2	1	1	2	0

Тема 8. Работа и мощность переменного тока	1	1	0	1	0
Тема 9. Колебания механических и электрических систем с двумя степенями свободы. Моды колебаний	3	1	0	1	2
Тема 10. Волны. Основные определения. Характеристики волн. Виды волн.	5	2	1	3	2
Тема 11. Векторные волны. Поляризация.	1	1	0	1	0
Тема 12. Принцип суперпозиции для волн. Стоячие волны	4	2	0	2	2
Тема 13. Распространение волн вдоль проводов. Двухпроводная линия	2	2	0	2	0
Тема 14. Скорость звука в газе и в упругой изотропной твердой среде	6	2	2	4	2
Тема 15. Энергия упругой волны	4	2	2	4	0
Тема 16. Разложение в ряд Фурье. Спектр колебаний и волн	6	2	2	4	2
Тема 17. Групповая скорость волн. Дисперсия	4	2	2	4	0
Тема 18. Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны	6	2	2	4	2
Тема 19. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга	4	2	2	4	0
Тема 20. Электромагнитные волны на границе двух диэлектриков.	4	2	2	4	0
Тема 21. Законы геометрической оптики.	6	2	2	4	2
Тема 22. Формулы Френеля.	4	2	2	4	0
Тема 23. Экспериментальные методы получения и анализа поляризованного света	6	2	2	4	2
Тема 24. Эффект Доплера	4	2	2	4	0
Тема 25. Интерференция волн	6	2	2	4	2
Тема 26. Экспериментальные схемы получения интерференции волн. Интерферометры.	2	2	0	2	0
Тема 27. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля.	4	2	0	2	2
Тема 28. Дифракция волн на круглом отверстии (препятствии).	6	2	2	4	2
Тема 29. Дифракция Френеля на прямоугольном отверстии (препятствии).	4	2	2	4	0
Тема 30. Дифракция Фраунгофера на щели.	4	2	2	4	0
Тема 31. Дифракция Фраунгофера на решетке.	4	2	2	4	0
Тема 32. Дифракционные решетки и их применения	4	2	2	4	0
Тема 33. Естественное дифракционное уширение. Границы применимости оптических приборов	4	2	2	4	0
Тема 34. Основы голографии	2	2	0	2	0
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	180	64	48	114	30

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках коллоквиума, занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельное решение задач, изучение дополнительного материала по указанным темам.

- Решение задач из задачника Иродова (Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для вузов.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.- 431 с.). Задачи подбираются и задаются фронтально или индивидуально преподавателем.
- - Изучение отдельных вопросов из основной и дополнительной литературы. Вопросы подбираются и задаются фронтально или индивидуально преподавателем.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гармонические колебания. Уравнения гармонических колебаний.</li> <li>2. Энергия гармонических колебаний материальной точки.</li> <li>3. Сложение гармонических колебаний.</li> <li>4. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний</li> <li>5. Описание гармонических колебаний с помощью комплексных чисел.</li> <li>6. Затухающие колебания</li> <li>7. Вынужденные колебания</li> <li>8. Резонанс</li> <li>9. Электрические колебания</li> <li>10. Метод комплексных амплитуд. Векторные диаграммы</li> <li>11. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока</li> <li>12. Работа и мощность переменного тока</li> <li>13. Волны. Основные определения. Виды волн</li> <li>14. Уравнение плоской и сферической волны. Фазовая скорость.</li> <li>15. Векторные волны. Поляризация.</li> <li>16. Волновое уравнение</li> <li>17. Принцип суперпозиции для волн. Стоячие волны</li> <li>18. Разложение функции в ряд Фурье. Спектр</li> <li>19. Групповая скорость. Дисперсия</li> <li>20. Эффект Допплера</li> <li>21. Электромагнитные волны.</li> <li>22. Плоские электромагнитные волны</li> <li>23. Электромагнитная волна на границе раздела двух диэлектриков. Нормальное падение</li> <li>24. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Законы геометрической оптики</li> <li>25. Явления Брюстера</li> <li>26. Получение и анализ поляризованного света</li> <li>27. Интерференция волн</li> <li>28. Интерференционная схема Юнга</li> <li>29. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля</li> <li>30. Зоны Френеля. Спираль Френеля</li> <li>31. Размеры зон Френеля</li> <li>32. Геометрическая оптика, дифракция Френеля и Фраунгофера</li> <li>33. Дифракция Фраунгофера на щели.</li> <li>34. Дифракционная решетка как спектральный прибор</li> </ol>	<p>ОПК-1</p>

### 5.2.2. Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Коллоквиум проводится в середине семестра и предполагает ответ студента на два вопроса из нижеприведенных.

### **Программа коллоквиума**

#### **по дисциплине «Колебания и волны, оптика»**

1. Гармонические колебания. Уравнения гармонических колебаний.
2. Энергия гармонических колебаний материальной точки.
3. Сложение гармонических колебаний.
4. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний
5. Описание гармонических колебаний с помощью комплексных чисел.
6. Затухающие колебания
7. Вынужденные колебания
8. Резонанс
9. Электрические колебания
10. Метод комплексных амплитуд. Векторные диаграммы
11. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока
12. Работа и мощность переменного тока
13. Колебания связанных маятников
14. Волны. Основные определения. Виды волн
15. Уравнение плоской и сферической волны. Фазовая скорость.
16. Векторные волны. Поляризация.
17. Волновое уравнение
18. Принцип суперпозиции для волн. Стоячие волны
19. Распространение волн тока вдоль двухпроводной линии
20. Скорость звука в газе
21. Скорость звука в изотропном твердом теле
22. Разложение функции в ряд Фурье. Спектр
23. Групповая скорость. Дисперсия

#### **5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации**

#### **Программа экзамена**

#### **по дисциплине «Колебания и волны, оптика»**

1. Гармонические колебания. Уравнения гармонических колебаний.
2. Энергия гармонических колебаний материальной точки.
3. Сложение гармонических колебаний.
4. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний
5. Описание гармонических колебаний с помощью комплексных чисел.
6. Затухающие колебания
7. Вынужденные колебания
8. Резонанс
9. Электрические колебания
10. Метод комплексных амплитуд. Векторные диаграммы
11. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока
12. Работа и мощность переменного тока
13. Колебания связанных маятников
14. Волны. Основные определения. Виды волн
15. Уравнение плоской и сферической волны. Фазовая скорость.
16. Векторные волны. Поляризация.
17. Волновое уравнение
18. Принцип суперпозиции для волн. Стоячие волны

19. Распространение волн тока вдоль двухпроводной линии
20. Скорость звука в газе
21. Скорость звука в изотропном твердом теле
22. Разложение функции в ряд Фурье. Спектр
23. Групповая скорость. Дисперсия
24. Эффект Доплера
25. Электромагнитные волны.
26. Плоские электромагнитные волны
27. Электромагнитная волна на границе раздела двух диэлектриков. Нормальное падение
28. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Законы геометрической оптики
29. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля.
30. Явления Брюстера
31. Получение и анализ поляризованного света
32. Интерференция волн
33. Интерференционная схема Юнга
34. Экспериментальные схемы получения интерференции света
35. Интерферометры
36. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля
37. Зоны Френеля. Спираль Френеля
38. Размеры зон Френеля
39. Дифракция Френеля на прямоугольном отверстии. Спираль Корню.
40. Дифракция Френеля на краю экрана.
41. Геометрическая оптика, дифракция Френеля и Фраунгофера
42. Дифракция Фраунгофера на щели.
43. Дифракция Фраунгофера как преобразование Фурье
44. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке
45. Дифракционная решетка как спектральный прибор
46. Естественное дифракционное уширение
47. Понятие о голографии

**Экзаменационные билеты по дисциплине  
«Колебания и волны, оптика»**

**Билет 1**

1. Уравнение гармонических колебаний. Основные параметры гармонических колебаний
2. Дифракционная решетка.
3. Задача

**Билет 2**

1. Энергия гармонических колебаний материальной точки
2. Дифракция Фраунгофера на щели
3. Задача

**Билет 3**

1. Сложение гармонических колебаний
2. Дифракционная решетка
3. Задача

#### **Билет 4**

1. Применение комплексных чисел для записи гармонических колебаний. Векторные диаграммы.
2. Зоны Френеля.
3. Задача

#### **Билет 5**

1. Затухающие колебания и их характеристики.
2. . Спираль Френеля
3. Задача

#### **Билет 6**

1. Зоны Френеля
2. Затухающие колебания и их характеристики
3. Задача

#### **Билет 7**

1. Уравнение вынужденных колебаний
2. Принцип Гюйгенса-Френеля
3. Задача

#### **Билет 8**

1. Вектор Умова-Пойнтинга
2. Резонанс
3. Задача

#### **Билет 9**

1. Электрические колебания
2. Интерференция. Когерентность
3. Задача

#### **Билет 10**

1. Вектор Умова
2. Закон Ома для синусоидальных переменных токов
3. Задача

#### **Билет 11**

1. Импеданс
2. Время когерентности. Длина когерентности
3. Задача

### **Билет 12**

1. Правила Кирхгофа для разветвлённой цепи переменного тока
2. Интерференционная схема Юнга
3. Задача

### **Билет 13**

1. Интерференция волн. Когерентность
2. Работа и мощность переменного тока
3. Задача

### **Билет 14**

1. Колебания систем с двумя степенями свободы. Связанные маятники
2. Спираль Френеля
3. Задача

### **Билет 15**

1. Волны. Основные определения. Виды волн
2. Фазовые соотношения при отражении и преломлении волн
3. Задача

### **Билет 16**

1. Явления Брюстера
2. Скалярные линейные гармонические волны
3. Задача

### **Билет 17**

1. Уравнения для плоской и сферической волны
2. Формулы Френеля
3. Задача

### **Билет 18**

1. Отражение и преломление волн на границе двух идеальных диэлектриков (косое падение волн)
2. Затухающие колебания и их характеристики
3. Задача

### **Билет 19**

1. Электромагнитные волны на границе раздела 2-х диэлектриков. Нормальное падение
2. Принцип Гюйгенса-Френеля
3. Задача

### **Билет 20**

1. Вектор Умова-Поинтинга
2. Векторные волны. Поляризация
3. Задача

### **Билет 21**

1. Волновое уравнение
2. Плоские электромагнитные волны.
3. Задача

### **Билет 22**

1. Электромагнитные волны
2. Закон Ома для синусоидальных переменных токов
3. Задача

### **Билет 23**

1. Импеданс
2. Немонохроматические волны. Дисперсия. Групповая скорость
3. Задача

### **Билет 24**

1. Решение волнового уравнения для свободной бесконечной струны
2. Интерференционная схема Юнга
3. Задача

### **Билет 25**

1. Волны в упругой струне
2. Работа и мощность переменного тока
3. Задача

### **Билет 26**

1. Энергия упругой волны
2. Принцип суперпозиции для волн. Стоячие волны

### **Билет 27**

1. Распространение волн вдоль проводов
2. Фазовые соотношения при отражении и преломлении волн
3. Задача

### **Билет 28**

1. Явления Брюстера
2. Скорость звука в газах
3. Задача

### Билет 29

1. Скорость упругих волн в твердой изотропной среде
2. Зоны Френеля
3. Задача

### Билет 30

1. Явления Брюстера
2. Энергия упругой волны
3. Задача

### Билет 31

1. Интерферометры.
2. Понятие о голографии
3. Задача

### Билет 32

1. Эффект Доплера
2. Спираль Корню и ее применение к описанию дифракции Френеля
3. Задача

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. Т. 3 : Электричество. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит : МФТИ, 2002. - 656 с., 41 экз.
2. Иродов Игорь Евгеньевич. Электромагнетизм : основные законы : учеб. пособие для студентов вузов. - 9-е изд. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. - 319 с., 41 экз.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / Иродов И.Е. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=809209&idb=0>.

б) дополнительная литература:

1. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике : в 9 т. Т. 6 : Электродинамика / [пер. с англ. А. В. Ефремова и др. ; под ред. Я. А. Смородинского]. - 2-е изд. - М. : Мир, 1977. - 348 с., 13 экз.

#### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения – демонстрационное оборудование по данному разделу

Демонстрационный физический кабинет ННГУ, корп.4.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор: д.ф.-м.н., профессор Чупрунов Е.В.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.05.2023, протокол № б/н.