

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 № 15 от 24.12.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Решение задач по колебаниям и волнам и оптике

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Медицинская физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.01.04 Решение задач по колебаниям и волнам и оптике относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Демонстрация способности осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Контрольная работа	Зачёт: Задачи
ПК-2: Способен применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Демонстрация способности применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Применяет профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	Контрольная работа	Зачёт: Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Свободные колебания систем с одной степенью свободы	4	0	2	2	2
Вынужденные колебания	4	0	2	2	2
Понятие о нелинейных колебаниях	4	0	2	2	2
Колебательные системы с двумя степенями свободы	5	0	2	2	3
Электромагнитные колебания	6	0	3	3	3
Волны. Уравнение бегущей волны	5	0	2	2	3
Волны в упругих средах	6	0	3	3	3
Электромагнитные волны	6	0	3	3	3
Интерференция волн	5	0	2	2	3
Дифракция волн	5	0	2	2	3
Дисперсия света	5	0	2	2	3
Поляризация света	6	0	3	3	3
Оптика анизотропных сред	5	0	2	2	3
Классические модели излучения света	5	0	2	2	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения. Затухающие колебания. Время затухания. Логарифмический декремент затухания.
2. Вынужденные колебания. Процесс установления колебаний. Резонанс. Параметрическое возбуждение

колебаний. Автоколебания.

3. Колебательные системы с двумя степенями свободы. Нормальные колебания (моды) и нормальные частоты.

4. Электромагнитные колебания. Квазистационарные поля. Критерии квазистационарности. Переходные процессы в LC и RC цепях. Колебательный контур. Собственные колебания в контуре. Уравнение гармонических колебаний. Энергия колебательного контура. Колебательный контур с затуханием. Время затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура. Вынужденные колебания в колебательном контуре. Резонансные кривые колебательного контура. Ширина резонансной кривой и ее связь с добротностью контура. Установление вынужденных колебаний. Связанные контура. Парциальные частоты. Нормальные колебания (моды) и их частоты.

5. Переменный синусоидальный ток. Квазистационарные токи. Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление. Закон Ома для цепей переменного тока. Законы Кирхгофа для цепей переменного тока. Эффективные значения токов и напряжений. Трансформатор. Коэффициент трансформации. Роль сердечника. Высокочастотные токи. Скин-эффект. Толщина Скин-слоя.

6. Волны. Уравнение бегущей волны. Длина волны, период колебаний, фаза и скорость волны. Бегущие волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны.

7. Волны в упругих средах. Волны смещений, скоростей, деформаций и напряжений. Волновое уравнение. Волны в струне. Упругие волны в стержне. Волны в газах и жидкостях. Выражения для скоростей волн через параметры среды. Отражение и преломление волн. Основные случаи граничных условий. Интерференция волн. Стоячие волны. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова. Элементы акустики. Интенсивность и тембр звука. Ультразвук. Движение со сверхзвуковой скоростью. Ударные волны. Эффект Доплера.

8. Электромагнитные волны. Волновое уравнение для электромагнитных волн в вакууме. Скорость распространения электромагнитных волн. Поперечность электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вибратор Герца. Излучение электромагнитных волн. Давление света. Опыты Лебедева.

9. Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимость показателей преломления и поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости, их соотношения (формулы Релея). Нормальная и аномальная дисперсии показателей преломления. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Особенности распространения света в металлах. Критическая частота. Отражение света поверхностью металла.

10. Поляризация света. Линейно-, циркулярно-, эллиптически-поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации. Поляризация естественного света. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.

11. Интерференция волн. Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматических волн. Функция видности для световых волн. Основные интерференционные схемы. Интерференционные схемы: делением волнового фронта (схема Юнга), делением амплитуды (бипризма Френеля, полосы равной толщины и равного наклона). Интерферометр Майкельсона. Когерентность световых волн. Временная когерентность. Время и длина когерентности. Понятие о Фурье- спектроскопии. Пространственная когерентность. Интерферометр Юнга.

12. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Скалярная теория Кирхгофа. Применение векторных диаграмм для анализа дифракционных картин. Дифракция на круглом отверстии и экране. Зоны Френеля. Зонные пластинки. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Карню. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина. Дифракция в дальней зоне (Фраунгофера). Угловой спектр. Связь ширины углового спектра с размерами отверстия. Дифракция Фраунгофера на щели, на прямоугольном отверстии, на круглом отверстии. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.

13. Оптика анизотропных сред. Распространение световых волн в анизотропных средах:

Экспериментальные факты и элементы теории. Уравнение волновых нормалей Френеля. Фазовая и лучевая скорости. Одноосные и двухосные кристаллы. Двойное лучепреломление света. Качественный анализ распространения света с помощью построения Гюйгенса. Интерференция поляризованных волн. Поляризационные приборы, четвертьволновые и полуволновые пластинки. Получение и анализ эллиптически поляризованного света.

14. Классические модели излучения света. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Оценка времени затухания. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Естественная ширина линии излучения. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способность вещества. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вин. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Элементы квантовой теории излучения. Формула Планка.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, решение задач, изучение рекомендованной литературы и подготовку к зачету. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос на практических занятиях, активность в обсуждении качественных вопросов.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Контрольная работа

1. Материальная точка участвует одновременно в двух гармонических колебаниях, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях и описываемых уравнениями $x = 3\cos 2\omega t$, см и $y = 4\cos(2\omega t + \pi)$, см. Определите уравнение траектории точки и начертите ее.

2. Амплитуда затухающих колебаний маятника за $t = 2$ мин уменьшилась в 2 раза. Определите коэффициент затухания.

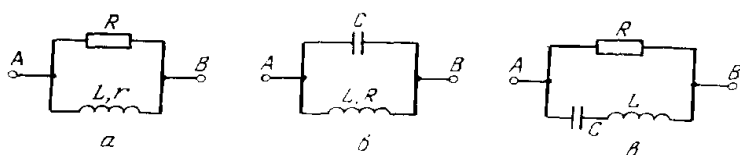
3. Волна распространяется в упругой среде со скоростью $u = 150$ м/с. Определите частоту ν колебаний, если минимальное расстояние Δx между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 0,75 м.

4. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны составляет 50 мВ/м. Определите интенсивность волны.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Контрольная работа

1. Плоская монохроматическая электромагнитная волна распространяется вдоль оси x . Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0 = 5$ мВ/м, амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0 = 1$ мА/м. Определите энергию, перенесенную волной за время $t = 10$ мин через площадку, расположенную перпендикулярно оси x , площадью поверхности $S = 15$ см². Период волны $T \ll t$.
2. Закон смещения частиц в стержне с плотностью ρ задан уравнением $x = a \cos(\omega t - kx)$. Найти: а) модуль Юнга материала, из которого сделан стержень, б) скорость волны в стержне, в) отношение амплитуды смещения частиц к длине волны, г) амплитуду колебаний относительной деформации и ее связь с амплитудой колебаний скорости частиц, д) плотность энергии волны.
3. Изобразить примерные векторные диаграммы токов в электрических контурах, показанных на рисунке.



Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место	Минимально допустимый уровень знаний.	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, превышающем программу

	оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	грубые ошибки	Допущено много негрубых ошибок	программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	программе подготовки и. Ошибок нет.	подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами .	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	-------	---

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Точка совершает колебание, при этом период ее затухающих колебаний $T = 1$ с, логарифмический декремент затухания $d = 0,3$, начальная фаза равна нулю. Смещение точки при $t = 2T$ составляет 5 см. Запишите уравнение движения этого колебания.
2. Во сколько раз изменится длина звуковой волны при переходе звука из воздуха в воду, если скорость звука в воде равна 1460 м/с, а в воздухе равна 340 м/с?
3. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света I за экраном в точке, для которой отверстие 1) сделали равным первой зоне Френеля и затем закрыли его половину (по диаметру); 2) равно первой зоне Френеля; 3) равно внутренней половине первой зоны?
4. Пучок белого света падает по нормали к поверхности стеклянной пластинки толщиной $d = 0,4$ мкм. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Какие длины волн λ , лежащие в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм), усиливаются в отраженном свете?
5. Определить длину λ бегущей волны, если в стоячей волне расстояние между: 1) первой и седьмой пучностями равно 15 см; 2) первым и четвертым узлом равно 15 см.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля H_0 , частота ω . Найти: А) фазовую скорость волны, Б) уравнение электромагнитной волны, В) плотность энергии волны, Г) среднюю плотность энергии волны, Д) интенсивность волны.
2. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время t_1 уменьшилась в η раз. Во сколько раз изменится амплитуда за время t_2 ?
3. При частотах вынуждающей гармонической силы ω_1 и ω_2 амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу скорости.
4. Между точечным источником света с длиной волны λ и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого можно менять. Расстояние от диафрагмы до экрана равно b . Определить расстояние a от диафрагмы до источника, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при r_1 , а следующий максимум при r_2 .
5. Найти период малых поперечных колебаний шарика массы $m = 40$ г, укрепленного на середине натянутой струны длины $l = 1,0$ м. Силу натяжения струны считать постоянной и равной $F = 10$ Н. Массой струны и силами тяжести пренебречь.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ландсберг Григорий Самуилович. Оптика : [для физ. специальностей вузов]. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 926 с. : ил. - (Общий курс физики). - 2.24., 149 экз.
2. Матвеев Алексей Николаевич. Оптика : учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М. : Высшая школа, 1985. - 351 с. : ил. - 1.40., 68 экз.
3. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [для физ. специальностей вузов]. [Т. 4]. Оптика. - М. : Наука, 1980. - 751 с. : ил. - 1.90., 252 экз.
4. Физический практикум. Электричество и оптика : [для ун-тов] / сост.: А. Г. Белянкиным, Г. П. Мотулевич, Е. С. Четвериковой, И. А. Яковлевым ; под ред. В. И. Ивероной. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1968. - 815 с., 2 л. ил. - 1.98., 51 экз.
5. Фаддеев Михаил Андреевич. Элементарная обработка результатов эксперимента : учеб. пособие / ННГУ. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2004. - 120 с. - ISBN 5-85746-637-7 : 25.00., 241 экз.

Дополнительная литература:

1. Борн Макс. Основы оптики / пер с англ. С. Н. Бреуса [и др.] ; под ред. Г. П. Мотулевич. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1973. - 719 с. : ил. - 5.10., 1 экз.
2. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. [Вып.] 3. Излучение. Волны. Кванты. - [2-е изд.]. - М. : Мир, 1967. - 238 с. : ил. - 1.17., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Зайцева Екатерина Владимировна, кандидат физико-математических наук
Каткова Мария Ридовна, кандидат физико-математических наук
Марычев Михаил Олегович, кандидат физико-математических наук
Овсечина Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 23.12.2025, протокол № б/н.