

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 от «31» мая 2023 г. № 6

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

Год начала подготовки

2022 год

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Колебания и волны, оптика» (Б1.О.07.04) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП.

Дисциплина преподается в 4 семестре.

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 общетехнические 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. | <i>Знать: основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики. Базовый математический аппарат содержание общей физики, связанные физикой и информатикой</i> | <i>Вопросы, тестовые задания</i> |
| | ОПК-1.2. Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования. | <i>Уметь выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и физики; понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных прикладных задач;</i> | <i>Задачи по курсу предмета</i> |
| | ОПК-1.3. Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. | <i>Владеть навыками решения практических задач по физике, базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанными с физикой, прикладной математикой и информатикой</i> | <i>Задачи практической направленности</i> |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| Очная форма обучения | |
|---|-----------------|
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 144 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 83 |
| - занятия лекционного типа, ч | 32 |
| - практические занятия, ч | 48 |
| - лабораторных, ч | |
| самостоятельная работа, ч | 25 |
| Промежуточная аттестация | зачет и экзамен |

3.2.Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), | Всего (часы) | В том числе | | | | Самостоятельная работа, часы |
|---|--------------|---|----------------------|----------------------------|-------|------------------------------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | |
| | | из них | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Практические занятия | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| Свободные колебания систем с одной степенью свободы. | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Вынужденные колебания | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Понятие о нелинейных колебаниях | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Колебательные системы с двумя степенями свободы. | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Электромагнитные колебания | 14 | 3 | 5 | | 8 | 6 |
| Волны. Уравнение бегущей волны | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Волны в упругих средах. | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Электромагнитные волны. | 11 | 3 | 4 | | 7 | 4 |
| Интерференция волн | 11 | 3 | 4 | | 7 | 4 |
| Дифракция волн. | 15 | 3 | 5 | | 8 | 7 |
| Дисперсия света. | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Поляризация света. 9 2 3 4 | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Оптика анизотропных сред. | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| Классические модели излучения света | 9 | 2 | 3 | | 5 | 4 |
| <u>Итого</u> | Error! Re source not | Error! Re source not | Error! Re source not | Error! Re source found. | Error! Re source not f | Error! Reference not found |

Содержание модуля.

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. 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. 4. Переменный синусоидальный ток. Квазистационарные токи. Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Закон Ома для цепей переменного тока. Законы Кирхгофа для цепей переменного тока. Эффективные значения токов и напряжений..

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

6. 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. Эффект Доплера.

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

8. 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).

9. 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.

10. Интерференция волн. Интерференция монохроматических волн. Основные интерференционные схемы. Интерференционные схемы: делением волнового фронта (схема Юнга), делением амплитуды (бипризма Френеля, полосы равной толщины и равного наклона)..

11. 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 Корню.. Дифракция в дальней зоне (Фраунгофера). Дифракция Фраунгофера на щели, на прямоугольном отверстии, на круглом отверстии. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки

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

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме -зачет и экзамен.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, решение задач, изучение рекомендованной литературы и подготовку к зачетам и экзаменам. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос на практических занятиях, в процессе лекций, активность в обсуждении качественных вопросов. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения модуля «Физика» используются вопросы задачи по нижеприведенным темам.

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 незначительных 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 наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены 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 | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|---------|--------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | Отлично | 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» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не |

| Оценка | | Уровень подготовки |
|--------------|---------------------|--|
| | | ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | Хорошо | 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» |
| | 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» |
| незаче но | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

| № | Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|---|-----------------------------|
| 1 | Энергетические соотношения при свободных незатухающих гармонических колебаниях линейного осциллятора с одной степенью свободы. Вывод уравнения движения из закона сохранения энергии. Примеры. | ОПК-1.1 |
| 2 | Свободные колебания линейного осциллятора с одной степенью свободы: уравнение движения, закон движения, амплитуда, фаза, начальная фаза, собственная частота, коэффициент затухания, роль начальных условий. Примеры | ОПК-1.1 |
| 3 | Резонансная кривая. Понятия резонанса, резонансной частоты, полуширины резонансной кривой. Два правила построения резонансных кривых для медленных колебаний. Фазовая кривая. Влияние добротности системы на процессы установления. | ОПК-1.1 |
| 4 | Переходные процессы: решение уравнения вынужденных колебаний под действием гармонической силы с учетом переходных процессов, время установления. | ОПК-1.1 |
| 5 | Законы Ома и Кирхгофа для гармонических токов и напряжений. Мгновенные токи и напряжения при последовательном и параллельном соединении двухполюсников. Пример применения законов для расчета цепей переменного тока. | ОПК-1.1 |

| | | |
|----|--|---------|
| 6 | Законы Ома и Кирхгофа для гармонических токов и напряжений. Комплексный импеданс последовательного и параллельного соединения двухполюсников. Пример применения законов для расчета цепей переменного тока. | ОПК-1.1 |
| 7 | . Расчет последовательного колебательного контура. Резонансные кривые колебательного контура. | ОПК-1.1 |
| 8 | Волновое уравнение продольных волн в тонком стержне. Волновое сопротивление. Фазовая скорость упругой волны. Объемная плотность энергии упругой волны в тонком стержне. Поток энергии упругой волны. Вектор Умова. | ОПК-1.1 |
| 9 | Волновое уравнение упругой волны в газе (акустические волны). Волновое сопротивление акустической волны. Фазовая скорость акустической волны. Скорость звука в воздухе (приближения изотермической и адиабатической атмосферы). | ОПК-1.1 |
| 10 | Волновое уравнение для свободных электромагнитных волн. 49. Решение волнового уравнения для свободных электромагнитных волн. Уравнение электромагнитной волны. Волновое сопротивление электромагнитной волны, фазовая скорость, показатель преломления | ОПК-1.1 |
| 11 | Отражение и преломление электромагнитных волн. Граничные условия для волновых векторов и амплитуд. Амплитудные коэффициенты отражения и прохождения. Интегральные коэффициенты отражения и прохождения | ОПК-1.1 |
| 12 | Интерференция скалярных волн. Интерференционный член. Интерференция плоских и сферических волн Интерференция скалярных волн. Интерференционный член. Интерференция плоских и сферических волн | ОПК-1.1 |
| 13 | Дифракция. Принцип Гюгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. ения. Спираль Френеля. Пятно Пуассона. | ОПК-1.1 |
| 14 | Дифракционная решетка. Параметр решетки. Выражение для интенсивности дифракционной картины на экране. Дифракционная решетка как спектральный прибор. | ОПК-1.1 |

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1.2

1. Метод комплексных амплитуд для решения задач на расчет цепей переменного тока.
2. Энергетическая трактовка условия возникновения резонанса. Добротность колебательного контура.
3. Параметрический резонанс в механических и электрических колебательных системах. Условия возникновения.
4. Расчетные задачи на интерференционные схемы Юнга, Ллойда.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК 1.3.

1. На поверхности воды есть пленка бензина. Свет с длиной волны λ падает под углом α к нормали. Из-за испарения бензина интенсивность отраженного света периодична с периодом τ . С какой скоростью уменьшается толщина пленки?
2. Фазовые скорости некоторой волны в неоднородной среде различаются по осям X , Y и Z и равны v_1 , v_2 , v_3 . Определите значение волнового вектора \mathbf{k} .
3. Для просветления оптики в желтой части спектра ($\lambda=0,55$ мкм) на поверхность линзы из материала с показателем преломления 1,5 нанесли слой пленки. Определить толщину её и показатель преломления материала для случая нормального падения света.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ландсберг Г. С. - Оптика: [для физ. специальностей вузов]. - М.: Наука, 1976. - 926 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=81332&DB=1>
2. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа, 1985.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=342145&DB=1>
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4. Оптика. М.: Наука, 1980.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66967&DB=1>
4. Физический практикум. Электричество и оптика. Под ред. Ивероной В.И. М.: Наука, 1968. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Iveronova1968ru.djvu>
5. Фаддеев М. А. - Элементарная обработка результатов эксперимента: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2004. - 120 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467611&DB=1>

б) дополнительная литература:

Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М. Наука, 1973.

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BornVolf1973ru.djvu> 2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965-1967. Том 3. Излучение. Волны. Кванты .
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmmanLejtonSends_t3_1965ru.djvu

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://phys.unn.ru/library.asp?contenttype=Library>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Автор

Д.п.н., проф. Гребенев И.В.

Рецензент

д.ф.-м.н., профессор, зав. каф.
статистической радиофизики и
мобильных систем связи РФФ

Мальцев А.А.

Заведующий кафедрой ИТФИ
д.т.н., профессор

Фидельман В.Р.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета ННГУ.

Председатель УМК физ.ф-та _____ Перов А.А.