

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 8 от 24.09.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Колебания и волны, оптика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.08.04 Колебания и волны, оптика относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать основные понятия, относящиеся к простым гармоническим колебаниям, выводы уравнений для линейных и простейших нелинейных колебаний в различных физических системах, основные способы сложения скалярных и векторных гармонических колебаний одинаковой частоты и при малой частотной расстройке. Иметь представления об описании поведения колебательных систем с помощью фазовой плоскости, о поведении систем связанных гармонических осцилляторов. Знать решения одномерного волнового уравнения в виде бегущих волн и законы их отражения и прохождения на резких границах свойств среды. Знать основные понятия, относящиеся к электромагнитным волнам, вывод одномерного волнового уравнения электромагнитных волн, его решения в виде плоских электромагнитных волн, законы отражения и прохождения электромагнитных волн на резких границах сред. Знать основные энергетические	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

		<p>соотношения при распространении электромагнитных волн.</p> <p>Уметь пользоваться основными математическими методами теории колебаний и волн для описания поведения линейного осциллятора под действием внешней периодической (и гармонической) силы, нахождения резонансных характеристик различных колебательных систем, структуры собственных колебаний распределенных колебательных систем на примерах поперечных колебаний тяжелой натянутой струны и продольных колебаний упругого твердого стержня, а также уметь пользоваться основными математическими методами оптики для расчета интенсивности отраженной и преломленной волны, для получения решений простейших дифракционных задач.</p> <p>Владеть основными методами теории колебаний и волн и основными представлениями о поляризации электромагнитных волн, когерентности, дифракции, дисперсии электромагнитных волн.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32

- КСР	2
самостоятельная работа	46
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

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	
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Тема 1. Основные понятия, связанные с гармоническими колебаниями, линейный и нелинейный осциллятор	8	4	2	6	2
Тема 2. Движение гармонического осциллятора под действием внешней периодической силы	8	4	2	6	2
Тема 3. Параметрические системы	8	4	2	6	2
Тема 4. Релаксационные колебания, автоколебания, понятие о предельном цикле	8	4	2	6	2
Тема 5. Системы связанных линейных осцилляторов	8	4	2	6	2
Тема 6. Цепочки идентичных связанных линейных осцилляторов; переход к непрерывному описанию	8	4	2	6	2
Тема 7. Спектры колебаний. Непрерывные и дискретные сигналы	8	4	2	6	2
Тема 8. Одномерные волны, плоские волны	8	4	2	6	2
Тема 9. Гармонические волны в однородной среде	8	4	2	6	2
Тема 10. Плоские электромагнитные волны в однородной среде	10	4	2	6	4
Тема 11. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Кристаллооптика	10	4	2	6	4
Тема 12. Излучение волн, цилиндрические и сферические волны	10	4	2	6	4
Тема 13. Исторический обзор развития представлений о природе света	10	4	2	6	4
Тема 14. Характеристики света, излучаемого естественными источниками.	10	4	2	6	4
Тема 15. Интерференция световых волн	10	4	2	6	4
Тема 16. Принцип Гюйгенса-Френеля и его использование в задачах дифракции	10	4	2	6	4
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	180	64	32	98	46

Содержание разделов и тем дисциплины

- Тема 1. Основные понятия, связанные с гармоническими колебаниями, линейный и нелинейный осциллятор
- Тема 2. Движение гармонического осциллятора под действием внешней периодической силы
- Тема 3. Параметрические системы
- Тема 4. Релаксационные колебания, автоколебания, понятие о предельном цикле
- Тема 5. Системы связанных линейных осцилляторов
- Тема 6. Цепочки идентичных связанных линейных осцилляторов; переход к непрерывному описанию
- Тема 7. Спектры колебаний. Непрерывные и дискретные сигналы
- Тема 8. Одномерные волны, плоские волны
- Тема 9. Гармонические волны в однородной среде
- Тема 10. Плоские электромагнитные волны в однородной среде
- Тема 11. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Кристаллооптика
- Тема 12. Излучение волн, цилиндрические и сферические волны
- Тема 13. Исторический обзор развития представлений о природе света
- Тема 14. Характеристики света, излучаемого естественными источниками.
- Тема 15. Интерференция световых волн
- Тема 16. Принцип Гюйгенса-Френеля и его использование в задачах дифракции

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 32 ч.

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.

- 1) Электронный научный архив УрФУ,
Михельсон, А. В. Папушина, Т. И. Повзнер, А. А. Гофман, А. Г. Волновая оптика : учебное пособие для студентов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям, 2013, -120 с. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/28594>
- 2) СНИУ им. Н.Г.Чернышевского, кафедра нелинейной физики, методические пособия <http://www.sgu.ru/structure/non-linearprocesses/nonlinphis/metodicheskie-posobiya>

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Найдите амплитуду суммы колебаний $x_1(t) = 3 \cos \omega t$ и $x_2(t) = 4 \sin \omega t$.

Ответ: 5

2. Чему должна быть равна разность фаз переменных напряжений, подаваемых на вертикально и горизонтально отклоняющие пластины осциллографа, чтобы на экране осциллографа можно было увидеть окружность.

Ответ: $\pi/2$

3. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L , конденсатора емкостью C и резистора. Определите сопротивление резистора, если известно, что амплитуда тока в контуре уменьшилась в e раз за 16 полных колебаний.

Ответ: $\frac{1}{16\pi} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

4. Осциллятор в виде груза массы m на пружине движется по закону $x = -a \cos \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_x = F_0 \sin \omega t$. Найти коэффициент затухания осциллятора.

Ответ: $\frac{F_0}{2a m \omega}$

5. На какой частоте происходит процесс биений при сложении двух скалярных колебаний с близкими частотами ω_1 и ω_2 ?

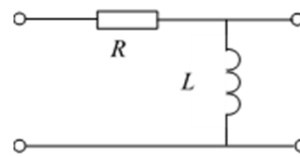
Ответ: $|\omega_2 - \omega_1|$

6. Чему равна фазовая скорость плоской бегущей электромагнитной волны вида $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(\omega t - \alpha x - \beta y - \gamma z)$?

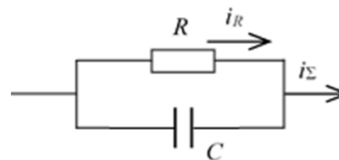
Ответ: $\omega / \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$

7. При каком соотношении между параметрами R, L четырехполюсника (см. рис.) и частотой ω входное и выходное напряжения будут сдвинуты по фазе на $\pi/4$?

Ответ: $R = \omega L$



8. Через сопротивление R представленного на рисунке участка цепи протекает ток $i_R(t) = I_R \cos \omega t$. Найти амплитуду полного тока $i_\Sigma(t)$.



Ответ: $I_R \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$

9. Как изменится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если вместо зеленого света с длиной волны 500 нм использовать красный с длиной волны 650 нм, а расстояние между щелями уменьшить в два раза?

Ответ: *увеличится в 2.6 раза*

10. На тонкую пленку с показателем преломления $n = 1,5$ падает нормально параллельный пучок белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет? Длина волны желтого цвета $\lambda = 600$ нм.

Ответ: $\frac{\lambda}{4n} = 100$ нм

11. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света в точке на оси отверстия за экраном, для которой в отверстие укладываются три зоны Френеля?

Ответ: $4I_0$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.

Оценка	Критерии оценивания
	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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				
<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 и. Ошибок нет.	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	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами .	недочетам и, выполнен ы все задания в полном объеме	
<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 ОПК-1

1. Найдите амплитуду суммы колебаний $x_1(t) = 3 \cos \omega t$ и $x_2(t) = 4 \sin \omega t$.

Ответ: 5

2. Чему должна быть равна разность фаз переменных напряжений, подаваемых на вертикально и горизонтально отклоняющие пластины осциллографа, чтобы на экране осциллографа можно было увидеть окружность.

Ответ: $\pi/2$

3. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L , конденсатора емкостью C и резистора. Определите сопротивление резистора, если известно, что амплитуда тока в контуре уменьшилась в e раз за 16 полных колебаний.

Ответ: $\frac{1}{16\pi} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

4. Осциллятор в виде груза массы m на пружине движется по закону $x = -a \cos \omega t$ под действием вынуждающей силы $F_x = F_0 \sin \omega t$. Найдите коэффициент затухания осциллятора.

Ответ: $\frac{F_0}{2a\omega}$

5. На какой частоте происходит процесс биений при сложении двух скалярных колебаний с близкими частотами ω_1 и ω_2 ?

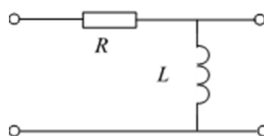
Ответ: $|\omega_2 - \omega_1|$

6. Чему равна фазовая скорость плоской бегущей электромагнитной волны вида $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(\omega t - \alpha x - \beta y - \gamma z)$?

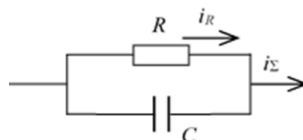
Ответ: $\omega / \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$

7. При каком соотношении между параметрами R , L четырехполосника (см. рис.) и частотой ω входное и выходное напряжения будут сдвинуты по фазе на $\pi/4$?

Ответ: $R = \omega L$



8. Через сопротивление R представленного на рисунке участка цепи протекает ток $i_R(t) = I_R \cos \omega t$. Найдите амплитуду полного тока $i_\Sigma(t)$.



Ответ: $I_R \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$

9. Как изменится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если вместо зеленого света с длиной волны 500 нм использовать красный с длиной волны 650 нм, а расстояние между щелями уменьшить в два раза?

Ответ: увеличится в 2.6 раза

10. На тонкую пленку с показателем преломления $n = 1,5$ падает нормально параллельный пучок белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет? Длина волны желтого цвета $\lambda = 600$ нм.

Ответ: $\frac{\lambda}{4n} = 100$ нм

11. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света в точке на оси отверстия за экраном, для которой в отверстие укладываются три зоны Френеля?

Ответ: $4I_0$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 1) Основные характеристики скалярного гармонического колебания. Примеры механических и электрических колебаний. Уравнение гармонического осциллятора, его решение, интеграл энергии.
- 2) Свободные колебания в консервативных системах. Анализ движения при помощи фазовой плоскости. Фазовый портрет гармонического осциллятора, фазовый портрет нелинейного осциллятора на примере физического маятника.
- 3) Линейный осциллятор с затуханием, частота и декремент слабозатухающих колебаний, добротность, аperiodические колебания. Фазовый портрет, энергетические соотношения.
- 4) Сложение двух синхронных скалярных гармонических колебаний. Сложение двух взаимно ортогональных векторных колебаний. Сложение гармонических колебаний (скалярных, векторных) с близкими частотами. Биения.
- 5) Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд.
- 6) Сложение произвольного числа синхронных гармонических колебаний. Сложение колебаний равной амплитуды, фазы которых образуют арифметическую прогрессию.
- 7) Действие периодической импульсной силы на гармонический осциллятор без затухания. Принцип суперпозиции на примере действия периодической импульсной силы.
- 8) Вынужденные колебания гармонического осциллятора (без затухания, с затуханием) под действием периодической импульсной вынуждающей силы.
- 9) Движение гармонического осциллятора (без затухания, с затуханием) под действием внешней синусоидальной силы. Резонанс, резонансные кривые, добротность, установление колебаний.
- 10) Параметрический резонанс. Теорема Флоке для уравнения Хилла. Уравнение Матье, параметрический резонанс в основной зоне Матье.
- 11) Колебания систем в быстро осциллирующем поле, высокочастотный потенциал. Маятник Капицы, фазовый портрет при вертикальных и горизонтальных колебаниях точки подвеса.
- 12) Колебания систем с медленно меняющимися параметрами. ВКБ приближение и адиабатические инварианты.
- 13) Автоколебания. Маятниковые часы, ламповый генератор. Предельный цикл, условия возбуждения колебаний. Релаксационные колебания.
- 14) Собственные колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные и нормальные частоты в системе двух связанных линейных осцилляторов, нормальные колебания.
- 15) Вынужденные колебания в системе двух связанных осцилляторов (без затухания, с затуханием). Динамическое демпфирование. Резонансная кривая, критическая связь.
- 16) Общие свойства свободных колебаний в системе N связанных линейных осцилляторов. Коэффициенты распределения амплитуд, нормальные координаты.

- 17) Спектральное разложение периодического колебания. Ряд Фурье в действительной и комплексной форме. Примеры спектральных разложений. Колебательный контур как анализатор спектра.
- 18) Спектральное разложение непериодического колебания. Спектры видеоимпульса и радиоимпульса. Свойства спектрального преобразования.
- 19) Энергетический спектр случайного процесса. Функция автокорреляции.
- 20) Теорема Котельникова. Дискретное преобразование Фурье. Простейшие цифровые фильтры.
- 21) Модулированные колебания, виды модуляции. Амплитудная модуляция, демодуляция АМ колебаний. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Гетеродинирование, супергетеродинный прием.
- 22) Колебания в однородных цепочках гармонических осцилляторов. Дисперсионная характеристика. Длинноволновое приближение. Волны в цепочке с двумя сортами частиц.
- 23) Плоские скалярные волны, скорость распространения. Монохроматические волны, длина волны. Векторные волны, основные типы поляризации волн.
- 24) Стоячие волны. Интерференция двух плоских волн. Интерференция двух сферических волн.
- 25) Продольные упругие волны в стержнях (пластинках). Волновое уравнение. Плотность энергии в упругой волне. Вектор Умова.
- 26) Упругие волны в газах и жидкостях. Скорость звука. Прохождение и отражение упругой волны на границе двух сред.
- 27) Стоячие волны в стержнях (пластинках). Собственные колебания стержня (пластинки). Поперечные волны на струне. Собственные колебания струны.
- 28) Электромагнитные волны. Волновое уравнение.
- 29) Плоские электромагнитные волны, связь между векторами электрического и магнитного поля, волновое сопротивление среды.
- 30) Энергетические соотношения в плоской электромагнитной волне, вектор Пойнтинга.
- 31) Плоские монохроматические электромагнитные волны. Типы поляризации. Стоячие электромагнитные волны.
- 32) Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Граничные условия. Законы Снеллиуса.
- 33) Формулы Френеля для интенсивности отраженной и преломленной волны. Явление Брюстера. Коэффициенты отражения и прохождения при нормальном падении.
- 34) Электромагнитные волны в анизотропных средах. Распространение волн в одноосных кристаллах, двулучепреломление.

- 35) Распространение волн в гиротропных средах, вращение плоскости поляризации.
- 36) Излучение точечного диполя. Диаграмма направленности. Сопротивление излучения. Излучение полуволнового вибратора.
- 37) Излучение антенны, состоящей из двух параллельных вибраторов: а) с одинаковой фазой колебаний; б) с разностью фаз $\pi/2$ при расстоянии между вибраторами, равном четверти длины волны.
- 38) Излучение одномерной решетки из вибраторов. Диаграммы направленности.
- 39) Классическая модель излучающего атома. Излучение естественных источников света. Временной и пространственный масштаб когерентности. Условия наблюдения интерференции света от естественных источников.
- 40) Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля.
- 41) Фокусировка при помощи зонной пластинки, фазовой зонной пластинки. Идеальная линза. Дифракционные ограничения на размеры области фокусировки.
- 42) Метод Френеля решения дифракционных задач. Зоны дифракции Френеля и Фраунгофера.
- 43) Дифракция Френеля от прямолинейного края полуплоскости. Дифракция Френеля от круглого отверстия и от круглого непрозрачного экрана.
- 44) Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии.
- 45) Дифракционная решетка, ее характеристики как спектрального прибора.
- 46) Элементарная теория дисперсии электромагнитных волн. Распространение волновых пакетов в диспергирующих средах. Групповая скорость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые

Оценка	Критерии оценивания
	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Горелик Габриэль Семенович. Колебания и волны : Введение в акустику, радиофизику и оптику : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подготовки "Приклад. математика и физика" / под ред. С. М. Рытова. - Изд. 3-е. - М. : Физматлит, 2008. - 656 с. - (Фундаментальная и прикладная физика) (Физтехковский учебник / ред. совет: Кудрявцев Н. Н. (пред.) [и др.]). - ISBN 978-5-9221-0776-1 : 675.51., 1 экз.
2. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : [в 9 т.]. Т. 1. Механика. - Изд. 2-е, испр. - М. : Наука, 1965. - 204 с. : черт. - 0.47., 27 экз.
3. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [для физ. специальностей вузов]. [Т. 4]. Оптика. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1985. - 751 с. : ил. - 2.00., 22 экз.
4. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : в 5 кн. Кн. 4. Волны. Оптика / И. В. Савельев. - Москва : Астрель : АСТ, 2003. - 256 с. : ил. - ISBN 5-17-004586-7 (кн. 4) : 64.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Основы теории колебаний : [учеб. рук.] / под ред. В. В. Мигулина. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Наука, 1988. - 391, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013856-8 (в пер.) : 2.70., 6 экз.
2. Андронов Александр Александрович. Теория колебаний / с предисл. Л. И. Мандельштама. - 2-е изд. - М. : Наука, 1981. - 568 с. : ил. - 2.60., 274 экз.
3. Ландсберг Григорий Самуилович. Оптика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов. - 6-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 848 с., 23 таб., 511 ил. - ISBN 5-9221-0314-8 : 317.00., 3 экз.

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

- 1) Электронный научный архив УрФУ, Михельсон, А. В. Папушина, Т. И. Повзнер, А. А. Гофман, А. Г. Волновая оптика : учебное пособие для студентов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям, 2013, -120 с. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/28594>
- 2) СНИУ им. Н.Г.Чернышевского, кафедра нелинейной физики, методические пособия <http://www.sgu.ru/structure/non-linearprocesses/nonlinphis/metodicheskie-posobiya>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

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): Анашкина Елена Александровна, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 07.02.2024, протокол № 4.