

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 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

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.07.04 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 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 ОПК-1.2: Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать 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 ОПК-1.2: Уметь решать типовые задачи на уровне задачника Иродова по основным темам данного курса ОПК-1.3: Владеть математическими методами анализа волновых процессов.	Коллоквиум	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

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)	48
- КСР	2
самостоятельная работа	30
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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
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

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Механические колебания. Гармонические колебания материальной точки. Уравнение гармонических колебаний и его решение. Характеристики гармонических колебаний

Тема 2 Сложение гармонических колебаний. Различные случаи сложения колебаний.

Тема 3. Комплексные числа, их представление, действия с комплексными числами. Применение комплексных чисел для описания гармонических колебаний

Тема 4. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Основные характеристики затухающих колебаний.

Тема 5. Вынужденные колебания механических систем. Колебания под действием гармонической вынуждающей силы. Резонанс

Тема 6. Электрические гармонические колебания. Импеданс. Закон Ома для цепей переменного синусоидального тока

Тема 7. Расчет сложных электрических цепей переменного тока. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока

Тема 8. Работа и мощность переменного тока. Действующее напряжение.

Тема 9. Связанные маятники. Связанные колебательные контуры. Колебания механических и электрических систем с двумя степенями свободы. Моды колебаний

Тема 10. Волны. Основные определения. Характеристики волн. Фазовая скорость. Виды волн

Тема 11. Векторные волны. Поляризация. Основные виды поляризации векторных волн.

Тема 13. Распространение волн вдоль проводов. Двухпроводная линия, ее уравнение и его решения. Практические применения.

Тема 14. Звуковые волны в газе и в упругой среде. Скорость звука в газе и в упругой изотропной твердой среде

Тема 15. Энергия упругой волны.

Тема 16. Разложение периодических и непериодических функций в ряд и интеграл Фурье. Спектр колебаний и волн

Тема 17. Несинусоидальные волны и их характеристики. Групповая скорость волн. Дисперсия

Тема 18. Электромагнитные волны. Волновое уравнение электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны

Тема 19. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга.

Тема 20. Электромагнитные волны на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля – подробный вывод.

Тема 21. Законы геометрической оптики на основе соотношения амплитуд плоских электромагнитных волн на границе раздела диэлектриков..

Тема 22. Формулы Френеля .

Тема 23. Явления Брюстера. Свойства поляризованного света. Экспериментальные методы получения и анализа поляризованного света. Применения.

Тема 24. Эффект Доплера и его применения.

Тема 25. Интерференция волн. Схема Юнга.

Тема 26 Экспериментальные схемы получения интерференции волн. Интерферометры.

Тема 27 Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Качественное описание дифракции на основе принципа Гюйгенса-Френеля.

Тема 28. Дифракция волн на круглом отверстии (препятствии). Зонные пластинки и их применения в рентгеновской оптике.

Тема 29. Дифракция Френеля на прямоугольном отверстии (препятствии). Спираль Корню. Основные экспериментальные явления дифракции на прямоугольном отверстии (экране).

Тема 30. Дифракция Фраунгофера на щели. Описание. Следствия.

Тема 31. Дифракция Фраунгофера на решетке. Основные формулы. Свойства и характеристики дифракционных решеток.

Тема 32. Дифракционные решетки и их применения. Дифракционная решетка как спектральный прибор.

Тема 33. Естественное дифракционное уширение. Характеристики и границы применимости оптических приборов

Тема 34. Основы голографии. Примеры.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Колебания и волны, оптика" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3877>).

Иные учебно-методические материалы: 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 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 - 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

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
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», 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 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»
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. 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. 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 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 отдельным и несущественными 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 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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
1. Электромагнитные волны.
2. Плоские электромагнитные волны
3. Электромагнитная волна на границе раздела двух диэлектриков. Нормальное падение
4. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Законы геометрической оптики
5. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля.
6. Явления Брюстера
7. Получение и анализ поляризованного света
8. Интерференция волн
9. Интерференционная схема Юнга
10. Экспериментальные схемы получения интерференции света
11. Интерферометры
12. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля
13. Зоны Френеля. Спираль Френеля
14. Размеры зон Френеля
15. Дифракция Френеля на прямоугольном отверстии. Спираль Корню.
16. Дифракция Френеля на краю экрана.
17. Геометрическая оптика, дифракция Френеля и Фраунгофера
18. Дифракция Фраунгофера на щели.
19. Дифракция Фраунгофера как преобразование Фурье
20. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке
21. Дифракционная решетка как спектральный прибор
22. Естественное дифракционное уширение
47. Понятие о голографии

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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», 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 ниже «очень хорошо», при этом

Оценка	Критерии оценивания
	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»
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»

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

Примеры задач, выносимых на экзамен.

Задача 1. От источника колебаний распространяется плоская линейная синусоидальная волна вдоль прямой линии. Амплитуда волны равна 10 см. Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = 3/4 \lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = T/4$.

Задача 2. Две точки находятся на расстоянии $\Delta x = 50$ см друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется плоская линейная волна со скоростью $v = 50$ м/с. Период колебаний точек T равен 0,05 с. Найдите разность фаз $\Delta \phi$ колебаний в этих точках.

Задача 3. Звуковые колебания, имеющие частоту 0,5 кГц и амплитуду 0,25 мм распространяются в упругой среде. Длина волны 70 см. Найти

1. Скорость распространения волн
2. Максимальную скорость частиц среды

Полный перечень задач приведен в ФОС.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
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 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»
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»

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

Основная литература:

1. 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.
2. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 3. Электричество. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит : МФТИ, 2002. - 656 с. - ISBN 5-9221-0227-3 (т. 3). - ISBN 5-9221-0229-X : 237.00., 41 экз.
3. Иродов Игорь Евгеньевич. Электромагнетизм : основные законы : учеб. пособие для студентов вузов. - 9-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 319 с. - (Общая физика). - ISBN 978-5-9963-1334-1 : 289.00., 41 экз.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / Иродов И. Е. - 19-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 420 с. - Рекомендовано Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным, педагогическим и техническим направлениям и специальностям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-45369-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=864835&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : 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. - 21.00., 13 экз.

2. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. [Вып.] 3. Излучение. Волны. Кванты ; [Вып.] 4 : Кинетика. Теплота. Звук. - М. : Мир, 1976. - 496 с. : ил. - 30.00., 11 экз.

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

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.