

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Оптика, колебания и волны

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Фишман А.И. (Кафедра общей физики, Отделение физики), aif@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ПК-4	Способность разрабатывать учебно-методические материалы и участвовать в реализации образовательных программ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические основы явлений, связанных с взаимодействием света с веществом;
- основные классические и современные экспериментальные результаты в области оптических явлений;
- основные законы геометрической и волновой оптики, основных методов решения оптических задач;
- принципы работы и устройство современной экспериментальной аппаратуры для исследования оптических явлений и вещества с помощью оптических методов.

Должен уметь:

применять общие законы физики для решения конкретных задач в оптике и на междисциплинарных границах оптики с другими областями знаний;

- строить математические модели простейших оптических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат.

- использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний

Должен владеть:

навыками решения оптических задач;

- навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой;

- навыками работы с учебной и научной литературой

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач волновой и геометрической оптики;
- эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
- работать с современными образовательными и информационными ресурсами.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 109 часа(ов), в том числе лекции - 48 часа(ов), практические занятия - 60 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 26 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- сто- тель- ная ра- бота
			Лекции всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Геометрическая оптика. Матричный способ описания центрированных оптических систем.	4	6	0	9	0	0	0	0	3
2.	Тема 2. Э/м природа света. Описание э/м волн. Основные фотометрические понятия и величины.	4	2	0	3	0	0	0	0	2
3.	Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	2	0	2	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах.	4	4	0	4	0	0	0	0	3
5.	Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.	4	4	0	6	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Многолучевая интерференция.	4	4	0	5	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.	4	4	0	5	0	0	0	0	3
8.	Тема 8. Дифракция Фраунгофера.	4	4	0	6	0	0	0	0	3
9.	Тема 9. Физические основы голограммии.	4	2	0	0	0	0	0	0	1
10.	Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.	4	3	0	6	0	0	0	0	3
11.	Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	4	3	0	6	0	0	0	0	2
12.	Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	2	0	2	0	0	0	0	0
13.	Тема 13. Рассеяние света.	4	0	0	0	0	0	0	0	0
14.	Тема 14. Фотоэффект.	4	2	0	2	0	0	0	0	0
15.	Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.	4	2	0	4	0	0	0	0	0
16.	Тема 16. Лазеры.	4	2	0	0	0	0	0	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
17.	Тема 17. Нелинейные явления в оптике.	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	Итого		48	0	60	0	0	0	26	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Геометрическая оптика. Матричный способ описания центрированных оптических систем.

Геометрическая как предельный случай волновой оптики. Уравнение эйконала и объяснение направления распространения луча в оптически неоднородных средах. Центрированная оптическая система (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Матричный способ описания центрированных оптических систем. Построение изображения в ЦОС. Простейшие оптические приборы. Абберации оптических систем (астигматизм, сферическая и хроматическая аберрации)

Тема 2. Э/м природа света. Описание э/м волн. Основные фотометрические понятия и величины.

Характеристика оптического диапазона э/м волн. Особенности видимого диапазона. Место оптики в физической науке и ее роль в научно - техническом прогрессе. Описание э/м волн. Структура плоской э/м волны и ее представление в комплексной форме. Сферические волны. Плотность потока энергии и импульса э/м волн. Распределение плотности потока энергии по сечению пучка. Гауссов пучок. Плотность импульса э/м волны. Давление света, его открытие, проявление и приложения. Стоячие волны. Биения. Экспериментальное доказательство э/м природы света. Поляризация э/м волны. Виды поляризации. Число независимых поляризаций. Основные фотометрические понятия и величины. Соотношения между энергетическими и световыми характеристиками излучения.

Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.

Спектр амплитуд и спектр фаз излучения. Спектр импульсов излучения. Соотношение между продолжительностью импульсов и шириной спектра. Естественная ширина линии излучения. Классическая модель излучателя. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Время излучения. Форма линии поглощения. Квазимонохроматическая волна. Уширение спектральных линий. Однородное и неоднородное уширение. Ударное уширение. Доплеровское уширение. Хаотический свет. Суперпозиция волн со случайными фазами. Время разрешения. Время когерентности. Длина когерентности. Флуктуации плотности потока энергии хаотического света.

Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах.

Нормальная и аномальная дисперсии. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Полное отражение света. Свойства преломленной волны. Эванесцентная волна. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света. Использование явления полного отражения в практике. Световоды.

Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.

Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонохроматического света. Видность интерференционной картины. Принцип Фурье - спектроскопии. Другие двухлучевые интерферометры. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера. Временная и пространственная когерентность. Звездный интерферометр.

Тема 6. Многолучевая интерференция.

Многолучевая интерференция, создаваемая методом деления амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо. Пропускание интерферометра Фабри-Перо. Функция Эйри. Разрешающая способность. Факторы, ограничивающие ее. Дисперсионная область. Интерференционные светофильтры. Интерференция в тонких пленках. Диэлектрические зеркала.

Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.

Приближенный метод расчета дифракционных картин. Принцип Гюйгенса Френеля. Дифракция на круглом отверстии и круглом диске. Графический метод сложения амплитуд. Метод зон Френеля. Зонная пластинка как линза. Фазовая зонная пластинка. Дифракция на прямолинейном крае полусклонечного экрана. Дифракция на щели. Спираль Корню.

Тема 8. Дифракция Фраунгофера.

Область дифракции Фраунгофера. Дифракция на прямоугольном отверстии, щели. Дифракционная решетка. Фазовая и амплитудная решетки. Наклонное падение. Дифракция на периодических непрерывных структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах. Основные понятия Фурье-оптики. Линза, как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Предел разрешающей способности оптических приборов. Метод фазового контраста. Основные понятия о пространственной фильтрации изображений.

Тема 9. Физические основы голограммии.

Дифракция света на гармонической дифракционной решетке. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Метод Габора. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. Метод Денисюка. Получение цветных объемных изображений. Восстановление волнового фронта в белом свете. Применение голограмм.

Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.

Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской э/м волны в анизотропной среде. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса для различных случаев преломления. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства.

Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.

Искусственная анизотропия, создаваемая механическими деформациями. Практическое применение интерференционного метода для анализа механических напряжений. Искусственная анизотропия, создаваемая электрическим полем. Эффект Керра. Практическое применение эффекта Керра. Искусственная анизотропия, создаваемая магнитным полем. Кристаллические пластинки "I/4", "I/2" и "I".

Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.

Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. Закон Био. Постоянная вращения. Удельная постоянная вращения. Гипотеза Френеля. Элементарная феноменологическая теория вращения плоскости поляризации. Оптическая изомерия. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

Тема 13. Рассеяние света.

Природа процессов рассеяния света. Рэлеевское рассеяние и рассеяние Ми. Рассеяние света в мутных средах. Рассеяние света на флуктуациях плотности. Эффективное сечение рассеяния света. Физическая сущность рассеяния Мандельштам-Бриллюэна. Комбинационное рассеяние света. Практическое использование методов рассеяния света.

Тема 14. Фотоэффект.

Опыты Столетова по исследованию фотоэффекта. Основные экспериментальные закономерности фотоэффекта и их истолкование. Уравнение Эйнштейна и гипотеза о световых квантах. Определение постоянной Планка из фотоэффекта. Фотоэлектрические приемники света: фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи).

Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.

Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Оптические переходы. Спонтанное излучение, поглощение, вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна для спонтанного излучения, поглощения и вынужденного излучения.

Тема 16. Лазеры.

Прохождение света через среду. Закон Бугера. Связь коэффициентов Эйнштейна с макроскопическими параметрами среды. Условие усиления. Инверсия населения. Оптические усилители. Воздействие светового потока на населенность уровней. Создание инверсной населения. Принципиальная схема лазера. Порог генерации. Метод модулированной добротности. Характеристика HeNe и перестраиваемого лазеров.

Тема 17. Нелинейные явления в оптике.

Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких порядков. Генерация кратных, суммарных и разностных гармоник. Условие пространственного синхронизма для удвоения частоты. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка и самодифракция. Вынужденное комбинационное рассеяние света.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ахманов С.А. ? Физическая оптика. (Изд-2е.) - <http://review3d.ru/axmanov-s-a-fizicheskaya-optika-izd-2e>

Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/116170>

Матричный метод описания центрированных оптических систем - http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/40.pdf

Метод указания к выполнению лабораторных работ. Интерференция света - http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/30.pdf

Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Геометрическая оптика - http://libweb.kpfu.ru/ebooks06-IPh/06_40_000990.pdf

Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Дифракция света - http://libweb.kpfu.ru/ebooks06-IPh/06_40_001049.pdf

Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Поляризация света - http://libweb.kpfu.ru/ebooks06-IPh/06_40_000990.pdf

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>До лекции студент должен вспомнить то, что было изложено на предыдущей лекции. Работа студента на лекции - сложный вид познавательной, интеллектуальной работы, требующей напряжения, внимания, воли, затрат нервной и физической энергии. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Методика работы студента на лекции не может быть сведена к какому-то единому рецепту, хотя, тем не менее, содержит основательную исходную информативную основу. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным материалом. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), студент должен вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и их содержание, проблемы, их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, студент значительно облегчит себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение. Запись лекции является важнейшим элементом работы студента на лекции.</p>
практические занятия	<p>Практическое занятие ? форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана. Практические занятия связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов программы. Учебный материал будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций и задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Решение задач следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками. Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как ?дополнительная? в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.</p>
самостоятельная работа	<p>В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности. Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий. Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов. При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме с представлением продукта деятельности обучающегося. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену желательно вести краткий конспект изученного материала, на котором лаконично и сжато, но четко и разборчиво записано самое главное. Перед составлением конспекта полезно бегло прочитать конспектируемый материал. Это поможет ознакомиться с темой, оценить объем работы по внимательному изучению материала и продумать структуру конспекта. Наиболее важные формулы рекомендуется выделять (цветом или подчеркиванием). При изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости. Также полезно отметить, как этот закон используется на практике. То же самое можно сказать и об изучаемой теории в целом. Помимо основных понятий, положений, законов и принципов теории следует обратить внимание на опыты, благодаря которым была создана эта теория, эксперименты, подтверждающие ее справедливость. Вспомните, как используется данная теория на практике. При изучении каких-либо физических процессов, помимо признаков этих процессов и условий их протекания, полезно показать, как они используются (или, наоборот, как с ними борются, если это вредные проявления процессов) на практике.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.16 Оптика, колебания и волны

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 266 с. - ISBN 978-5-00101-673-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135487> (дата обращения: 03.05.2023). Режим доступа: по подписке.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 320 с. - ISBN 978-5-507-47045-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 4 : Волны. Оптика - 2022. - 252 с. - ISBN 978-5-8114-9198-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. - 3-е изд., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1190-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210761> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
5. Ландсберг, Г. С. Оптика : учебное пособие / Г. С. Ландсберг. - 7-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 852 с. - ISBN 978-5-9221-1742-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185678> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская, В. А. Прокудин. - 14-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172247> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 4 : Оптика - 2002. - 792 с. - ISBN 5-9221-0228-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2314> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Алешкович, В. А. Курс общей физики. Оптика : учебник / В. А. Алешкович. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1245-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2098> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика : учебное пособие / Н. И. Калитеевский. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0666-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210113> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Фриш, С. Э. Курс общей физики : учебник : в 3 томах / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - 10-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - Том 3 : Оптика. Атомная физика - 2022. - 656 с. - ISBN 978-5-8114-0665-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210167> (дата обращения: 03.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.16 Оптика, колебания и волны

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.