

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Оптика Б1.В.ОД.13

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Фишман А.И.

Рецензент(ы): Харинцев С.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1	способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

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 в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

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 - 88 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 52 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Геометрическая оптика. Матричный способ описания центрированных оптических систем.	4	6	9	0	9
2.	Тема 2. Э/м природа света. Описание э/м волн. Основные фотометрические понятия и величины.	4	2	0	0	2
3.	Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	2	2	0	2
4.	Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах.	4	4	4	0	2
5.	Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.	4	4	4	0	2
6.	Тема 6. Многолучевая интерференция.	4	4	5	0	4
7.	Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.	4	4	5	0	4
8.	Тема 8. Дифракция Фраунгофера.	4	4	6	0	4
9.	Тема 9. Физические основы голографии.	4	2	0	0	1
10.	Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.	4	3	6	0	2
11.	Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	4	3	5	0	2
12.	Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	2	2	0	2
13.	Тема 13. Рассеяние света.	4	0	0	0	1
14.	Тема 14. Фотоэффект.	4	2	2	0	2
15.	Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.	4	2	4	0	1
16.	Тема 16. Лазеры.	4	2	0	0	1
17.	Тема 17. Нелинейные явления в оптике.	4	2	0	0	1
	Итого		48	54	0	42

4.2 Содержание дисциплины

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 абберации)

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 немонхроматического 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 полубесконечного 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 голографии.

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 "1/4", "1/2" и "1".

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 населенности. Оптические усилители. Воздействие светового потока на населенность уровней. Создание инверсной населенности. 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ОК-7, ПК-5, ОПК-1	2. Э/м природа света. Описание э/м волн. Основные фотометрические понятия и величины. 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение. 9. Физические основы голографии. 13. Рассеяние света. 14. Фотоэффект. 16. Лазеры. 17. Нелинейные явления в оптике.
2	Письменная работа	ОК-7, ПК-5, ОПК-1	1. Геометрическая оптика. Матричный способ описания центрированных оптических систем. 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция. 6. Многолучевая интерференция. 7. Дифракция. Дифракция Френеля. 8. Дифракция Фраунгофера. 15. Излучение абсолютно черного тела.
3	Письменная работа	ПК-5, ОПК-1, ОК-7	4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. 10. Распространение света в анизотропных средах. 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.
	Экзамен	ОК-7, ОПК-1, ПК-5	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2 3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 4

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 2, 3, 9, 13, 14, 16, 17

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.

Природа процессов рассеяния. Рэлеевское рассеяние и рассеяние Ми. Физическая сущность рассеяния Мандельштам-Бриллюэна и комбинационного рассеяния.

Принцип работы лазера. Порог генерации. Метод модулированной добротности. Характеристика HeNe и перестраиваемого лазеров.

Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких порядков. Генерация гармоник. Условие пространственного синхронизма для удвоения частоты. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка и самодифракция света.

2. Письменная работа

Темы 1, 5, 6, 7, 8, 15

1 Мощность излучения шара радиусом $R=10$ см при некоторой постоянной температуре T равна 1 кВт. Найти эту температуру, считая, что шар серым телом с коэффициентом теплового излучения $k=0.25$.

2 Мощность излучения абсолютно чёрного тела $P=10$ кВт. Найти площадь S излучающей поверхности тела, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны $\lambda=700$ нм.

3. Для измерения показателя преломления аргона в одно из плеч интерферометра Майкельсона поместили пустую

стеклянную трубку длиной $\ell=12$ см с плоскопараллельными торцовыми поверхностями. При заполнении трубки аргоном (при нормальных условиях) интерференционная картина сместилась на $m=106$ полос. Определить показатель преломления n аргона, если длина волны λ света равна 639 нм.

4 В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое 5 светлой полосой (не считая центральной). Луч падает вертикально к поверхности.

5 Радиус четвёртой зоны Френеля для плоского фронта световой волны равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

6 Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом 30 гр. Пространство между пластинками заполнено водой ($n=1,33$). На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda=500$ нм. В отражённом свете наблюдается интерференционная картина. Какое число N тёмных интерференционных полос приходится на 1 см длины клина?

7 На дифракционную решётку, постоянная которой $d=5$ мкм, нормально к её поверхности падает пучок света с длиной волны $\lambda=0.5$ мкм. Помещённая вблизи решётки линза проецирует дифракционную картину на экран, удалённый от линзы на $L=1$ м. Определить максимальный порядок спектра, который даёт эта решётка, и расстояние на экране между максимумами слева и справа от центрального.

8 Найти общее число дифракционных максимумов, которое даёт дифракционная решётка с постоянной $d=2$ мкм, если длина волны падающего на неё света $\lambda=589$ нм.

9 Какое фокусное расстояние F должна иметь линза, проектирующая на экран спектр, полученный при помощи дифракционной решётки, чтобы расстояние между двумя линиями калия $\lambda_1=404.4$ нм и $\lambda_2=404.7$ нм в спектре первого порядка было равным $\ell=0.1$ мм? Постоянная дифракционной решётки $d=2$ мкм.

10 Точечный источник света с $\lambda=500$ нм помещён на расстоянии $a=0.5$ м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса $r=0.5$ мм. Определить расстояние b от преграды до точки, для которой число m открываемых отверстием зон Френеля будет равно 5.

11 Минимальное значение угловой дисперсии некоторой дифракционной решетки $D=1,266 \cdot 10^{-3}$ рад/нм. Найти угловое расстояние $\Delta\varphi$ между линиями $\lambda_1=480$ нм и $\lambda_2=680$ нм в спектре, даваемом решеткой. Предполагается, что свет падает на решетку нормально.

3. Письменная работа

Темы 4, 10, 11, 12

1 Параллельный пучок света падает нормально на пластинку из исландского шпата, толщиной 50 мкм, вырезанную параллельно оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно $n_0=1.66$ и $n_e=1.49$. Определить разность хода этих лучей, прошедших через пластинку.

2 Пластинку кварца толщиной 2 мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации повернулась на угол $\varphi=53^\circ$. Определить толщину пластинки, при которой интенсивность света, прошедшего через такую систему, уменьшилась в 8 раз. Потерями света на отражение и поглощение в николях и пластинках пренебречь.

3 Плоскополяризованный свет интенсивности I_0 проходит последовательно через 2 поляризатора, плоскости которых образуют с плоскостью колебаний падающего луча углы $\alpha_1=20^\circ$, $\alpha_2=50^\circ$. Определить интенсивность света I на выходе из второго анализатора.

4 На пути частично поляризованного света, степень поляризации P которого равна 0,6, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него стала максимальной. Во сколько раз изменится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол $\alpha=45^\circ$?

5 На идеальный поляризатор падает частично поляризованный свет с известной степенью поляризации P , при этом ось поляризатора ориентирована вдоль поляризованной составляющей света. Чему равно отношение интенсивностей прошедшего и падающего пучков?

6 Имеется система из $N = 3$ поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на одинаковый угол относительно плоскости предыдущего. При падении естественного света на эту систему проходит $\{a\} = 0.3$ светового потока. Чему равен угол между плоскостями пропускания соседних поляризаторов?

7 Ячейку Керра с исследуемой жидкостью длины $l = 10$ см поместили между двумя поляризаторами, плоскости пропускания которых параллельны. Минимальное значение напряжённости электрического поля, при котором система не пропускает свет, $E_{\min} = 20$ кВ/м. Найдите постоянную Керра для данной жидкости.

8 На границу раздела стекло-вода из стекла с показателем преломления $n_1 = 1.5$ под углом $\{q\}_1 = 25^\circ$ к нормали падает плоско-поляризованный свет. Вектор электрического поля колеблется в плоскости, перпендикулярной плоскости падения. Рассчитайте отношение интенсивностей в преломленном и отражённом пучках света.

9 Естественный свет падает из воздуха под углом Брюстера на поверхность пластины из стекла с показателем преломления $n = 1.5$. Чему в этом случае равен коэффициент отражения?

10 Степень поляризации света $P = 0.25$. Найдите отношение интенсивности поляризованной составляющей этого пучка света к естественной составляющей.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

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.

Поляризация э/м волны. Виды поляризации.

Основные фотометрические понятия и величины. Соотношения между энергетическими и световыми характеристиками излучения.

Программа дисциплины "Оптика, колебания и волны"; 03.03.02 Физика; профессор, д.н. (профессор) Фишман А.И.

Регистрационный номер 6149118

Страница 13 из 17.

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.

Уширение спектральных линий. Однородное и неоднородное уширение. Ударное уширение. Доплеровское уширение.

Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. Распространение света в диэлектриках.

Нормальная и аномальная дисперсии. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.

Формулы Френеля. Полное отражение света. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.

Световоды.

Интерференция. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр

Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонхроматического света.

Видность интерференционной картины. Другие двухлучевые интерферометры.

Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера. Временная и пространственная когерентность. Звездный интерферометр.

Многочувствительная интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо.

Разрешающая способность. Факторы, ограничивающие ее. Дисперсионная область. Интерференционные светофильтры. Интерференция в тонких пленках. Диэлектрические зеркала.

Дифракция. Метод зон Френеля. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Зонная пластинка как линза. Дифракция на щели. Спираль Корню.

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.

Геометрическая оптика. Центрированная оптическая система (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Матричный способ описания центрированных оптических систем. Построение изображения в ЦОС. Простейшие оптические приборы.

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.

Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полем. Пластинки " $\pi/4$ ", " $\pi/2$ " и " π ".

Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. Элементарная феноменологическая теория. Оптическая изомерия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

Излучение абсолютно черного тела. Элементарная квантовая теория. Спонтанные и вынужденные переходы.

Коэффициенты Эйнштейна. Связь коэффициентов Эйнштейна с макроскопическими параметрами среды. Закон Бугера. Условие усиления. Создание инверсной населенности. Принципы действия лазеров. Лазер на рубине.

He-Ne лазер.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Иродов, И.Е. Волновые процессы. Основные законы. - М.: Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 265 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66334>
- Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 308 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92652>.
- Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 256 с.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/707>.
- Бутиков, Е.И. Оптика. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2764>
- Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2010. - 848 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2238>. - Загл. с экрана.
- Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 434 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94101>

7.2. Дополнительная литература:

- Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 4 Оптика. - М.: Физматлит, 2002. - 792 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2314>
- Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2098>. - Загл. с экрана.

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.</p> <p>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>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.</p> <p>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.</p> <p>Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов.</p> <p>При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.</p> <p>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>
письменная работа	<p>Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. При подготовке к письменной работе необходимо разобрать все задачи, рассмотренные на практических занятиях.</p>
устный опрос	<p>Проводится на практических занятиях. Обучающиеся участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы. Необходимо проработать материал лекций, учебников и учебных пособий по изучаемой теме.</p>
экзамен	<p>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 бороться, если это вредные проявления процессов) на практике.</p>

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

Освоение дисциплины "Оптика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.

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

Освоение дисциплины "Оптика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено.