

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Общая физика: оптика
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 3

Программу составил: В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 20.06.2023

Аннотация

Программа является составной частью курса общей физики, предназначенного для освоения студентами специальности "Информатика и вычислительная техника" учебного и научно-исследовательского центра по аэромеханике и летательной технике (УНИЦ АЛТ). Она предполагает знакомство обучающихся с базовыми понятиями и результатами классической оптики. Изучение дисциплины начинается со знакомства студентов с такими базовыми понятиями, как продольная и поперечная волна, волновое уравнение, когерентность, дифракция, интерференция, граничные условия и др. Последовательно излагаются основы теории дифракционных явлений и их влияния на разрешающие способности различных оптических инструментов. Рассматриваются вопросы распространения волн в различных средах.

Завершается программа курса знакомством обучающихся с основами теории лазера. Программой предусматривается самостоятельное освоение студентами теоретической составляющей дисциплины с использованием электронных средств дистанционного обучения и рекомендованной в программе учебной литературы, овладение основными приемами самостоятельного решения задач по оптике на семинарах под руководством преподавателя и приобретение навыков проведения экспериментальных измерений и обработки их результатов, а также знакомство с современными измерительными устройствами в учебных лабораториях физики УНИЦ АЛТ. В качестве помощи студентам в самостоятельном освоении теоретической составляющей курса программой предусмотрены в дни, отведенные по расписанию для практических занятий в лаборатории, консультации (10 ак. часов), проводимыми преподавателями-семинаристами учебных групп.

Для успешного освоения онлайн-курса слушателю желательно знать курс общей физики: «Электричество и магнетизм» и владеть основами математического анализа, знать основы линейной алгебры и уметь оперировать с комплексными числами.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами базовых знаний в области оптических явлений для дальнейшего изучения других разделов физики и углубленного изучения фундаментальных основ оптики.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний в области оптики;
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач;
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- временная и пространственная когерентность источника;
- принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- дифракция Фраунгофера на щели;
- спектральные приборы и их основные характеристики;
- принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение;
- теория Аббе формирования оптического изображения;
- принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа;
- дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра;
- нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике;
- применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией;
- использовать метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведенного анализа строить упрощенные теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач оптики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Излучатели волн. Волновое сопротивление.		2	2	6
2	Интерференция. Временная и пространственная когерентность.		4	2	10
3	Дифракция Френеля.		4	4	12
4	Дифракция Фраунгофера.		4	4	12

5	Разрешающая способность глаза и оптических инструментов.		4	2	10
6	Волны на границах сред.		2	2	6
7	Дисперсия волн. Волноводы.		2	2	6
8	Спектральные приборы. Резонатор Фабри-Перо.		2	4	8
9	Поляризация волн. Кристаллооптика.		2	4	8
10	Ширина спектральных линий в газе. Рассеяние волн.		2	2	6
11	Тепловое излучение.		2	2	6
Итого часов			30	30	90
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Излучатели волн. Волновое сопротивление.

- 1.1 Плоские, цилиндрические и сферические волны
- 1.2 Акустическое волновое сопротивление. Монополь
- 1.3 Электромагнитный диполь. Пространственная диаграмма
- 1.4 Бегущие, стоячие и смешанные волны

2. Интерференция. Временная и пространственная когерентность.

- 2.1 Видность интерференционной картины
- 2.2 Временная когерентность. Волновой цуг
- 2.3 Пространственная когерентность. Ограничения на размер монохроматического излучателя
- 2.4 Принцип создания освещающих и отражающих покрытий

3. Дифракция Френеля.

- 3.1 Границы области наблюдения
- 3.2 Зоны Френеля
- 3.3 Линза Френеля

4. Дифракция Фраунгофера.

- 4.1 Область наблюдения дифракция Фраунгофера
- 4.2 Диаграмма направленности
- 4.3 Дифракция плоской волны на щели
- 4.4 Дифракция плоской волны на круглом отверстии

5. Разрешающая способность глаза и оптических инструментов.

- 5.1 Угловая РС
- 5.2 Спектральная РС
- 5.3 РС телескопа, гидро и радиолокатора
- 5.4 РС дифракционной решетки

6. Волны на границах сред.

- 6.1 Граничные условия в линейной акустике
- 6.2 Граничные условия в электродинамике
- 6.3 Падение электромагнитной волны на металл
- 6.4 Нормальное падение на границу в акустике

7. Дисперсия волн. Волноводы.

- 7.1 Фазовая и групповая скорости
- 7.2 Критерий искажения импульсного сигнала
- 7.3 Дисперсия в волноводе

8. Спектральные приборы. Резонатор Фабри-Перо.

- 8.1 Дифракционная решетка
- 8.2 Интерферометр (резонатор) Фабри-Перо
- 8.3 Призма
- 8.4 Последовательный и параллельный принципы измерения спектра

9. Поляризация волн. Кристаллооптика.

- 9.1 Основные типы поляризации (линейная, круговая, естественная)
- 9.2 Поляризационные эффекты на границе. Угол Брюстера
- 9.3 Четвертьволновая фазовая пластина
- 9.4 Полуволновая фазовая пластина

10. Ширина спектральных линий в газе. Рассеяние волн.

- 10.1 Доплеровское уширение
- 10.2 Ударное уширение
- 10.3 Эффект Доплера
- 10.4 Рассеяние плоской электромагнитной волны на электроны

11. Тепловое излучение.

- 11.1 Что такое абсолютно черное тело (АЧТ)?
- 11.2 Закон Планка
- 11.3 Закон Вина
- 11.4 Закон Стефана – Больцмана

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

- Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором и экраном.
- Оборудование для демонстраций.
- Учебные аудитории, оснащённые доской.
- Доступ к библиотекам учебной технической литературы, в том числе электронным, необходимый для осуществления самостоятельной работы обучающихся.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 4 : Оптика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— / 2-е изд., испр. — М. : Наука, 1985 .— 752 с.

2. Основы физики. Курс общей физики [Текст] : в 2 т. Т. 1 : Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика : учебник для вузов / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов .— М. : Физматлит, 2001 .— 560 с.
3. Оптика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. И. Бутиков ; под ред. Н. И. Калитеевского .— М. : Высшая школа, 1986 .— 512 с.
4. Лабораторный практикум по общей физике [Текст] : в 3 т. Т. 2 : Оптика : учеб. пособие для вузов / под ред. А. В. Максимова ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2014 .— 446 с.
5. Основы физики [Текст]. В 2 т. Т. 1, учебник для вузов /Н. П. Калашников, М. А. Смондырев. -М., Лаборатория знаний, 2017
7. Калашников Н.П., Смондырев М.А./Основы физики в 2-х томах М.-Лаборатория знаний, 2017

Дополнительная литература

1. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. С. Горелик ; под ред. С. М. Рытова .— 3-е изд. — М. : Физматлит, 2007 .— 656 с.
2. Оптика [Текст] : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Г. С. Ландсберг .— 6-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2003 , 2006, 2010 .— 848 с.
3. Основы оптики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. Борн, Э. Вольф ; пер. с англ. С. Н. Бреуса, А. И. Головашкина, А. А. Шубина ; под ред. Г. П. Мотулевич .— М. : Наука, 1970 .— 855 с.
4. Физическая оптика [Текст] : учебник для вузов / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин .— М : Изд-во МГУ, 2004 .— 656 с.
5. Методы решения задач в общем курсе физики. Оптика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— М. : Студент, 2012 .— 344 с.
6. Волны. Дифракция. Пространственная фильтрация [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. Р. Локшин ; М-во образования и науки РФ, Фед. агентство по образованию, МФТИ .— М. : МФТИ, 2006 .— 160с.

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

1. http://mipt.ru/education/chair/physics/S_IV/Metod_4/— методический раздел сайта кафедры Общей физики
2. <http://lib.mipt.ru/catalogue/1412/?t=750> – электронная библиотека МФТИ, раздел «Общая физика»

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

1. http://mipt.ru/education/chair/physics/S_IV/method/ — методический раздел сайта кафедры Общей физики
2. <http://lib.mipt.ru/catalogue/1412/?t=750> – электронная библиотека МФТИ, раздел «Общая физика»
3. <https://mipt.ru/education/chair/physics/records/optics/>

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

Студент, изучающий курс «Общая физика: оптика», должен не только изучить общие физические законы и понятия, но научиться применять их на практике.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях;

– подготовку к практическим занятиям, контрольной работе, сдаче заданий, экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения и проводить все необходимые вычисления, доводя задачу до конечного ответа. Задача считается решённой, если она содержит обоснованное решение: ссылки на применяемые физические законы и корректные выкладки, а также правильный численный ответ (если в задаче есть числовые данные).

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с основными понятиями и законами, которыми будет посвящено занятие, и решить задачи, предусмотренные для подготовки по теме семинара.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая физика: оптика» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные законы и понятия оптики, а также границы их применимости;
- принцип Ферма и законы геометрической оптики;
- волновое уравнение, плоские и сферические волны, принцип суперпозиции и интерференция монохроматических волн;
- временная и пространственная когерентность источника;
- принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля;
- дифракция Фраунгофера на щели;
- спектральные приборы и их основные характеристики;
- принципы фурье-оптики, пространственное фурье-разложение;
- теория Аббе формирования оптического изображения;
- принципы голографии, условие Брэгга–Вульфа;
- дисперсия света, фазовая и групповая скорости, классическая теория дисперсии;
- поляризация света, естественный свет, явление Брюстера;
- дихроизм, поляроиды, закон Малюса;
- двойное лучепреломление в одноосных кристаллах, интерференционные явления в кристаллических пластинках, эффект Фарадея и эффект Керра;
- нелинейные оптические явления, нелинейная поляризация среды, генерация второй гармоники (удвоение частоты), фазовый синхронизм, самофокусировка.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач по оптике;
- применять законы геометрической оптики при построении изображений в оптических системах;
- решать уравнения Гельмгольца для случаев плоских и сферических волн;
- использовать понятие о зонах Френеля и спирали Френеля при решении задач дифракции на экране с осевой симметрией;
- использовать метод Рэлея решения задачи дифракции: волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение);
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведенного анализа строить упрощенные теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчеты.

владеть:

- основными методами решения задач оптики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач оптики.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

На письменной части экзамена студенту предлагается решить 5 задач. Все предлагаемые задачи представляют собой оригинальные авторские задачи, специально подготовленные для экзамена. С примерами задач прошлых лет можно ознакомиться на сайте кафедры общей физики в разделе экзаменационных материалов за 4-й семестр http://mipt.ru/education/chair/physics/S_IV/pism4/ и в архиве письменных экзаменационных работ отделения УНИЦ АЛТ кафедры общей физики.

Устная часть экзамена проходит по билетам. В каждом билете содержится теоретический вопрос из приведенного ниже списка экзаменационных вопросов. Кроме того, студенту предлагается изложить подготовленный заранее «вопрос по выбору», которым может быть как один из пунктов приведенного ниже списка, так и любой вопрос, затрагиваемый в изучаемом курсе или непосредственно связанный с ним. В качестве вопроса по выбору могут быть изложены результаты проделанной студентом лабораторной работы.

Список вопросов устного экзамена:

1. Волновое уравнение для конкретных волн (стержень, струна, звук в идеальном газе, электромагнитные волны). Скорость волны.
2. Возбуждение волн. Дипольный излучатель. Распространение волн. Волновое сопротивление. Плотность и поток энергии волны.
3. Интерференция двух гармонических волн. Классические интерференционные опыты. Пространственная и временная когерентность.
4. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа. Дифракция Френеля на экранах с осевой симметрией. Использование спирали Френеля. Зонная пластинка и линза.
5. Дифракция Фраунгофера на щели. Спираль Корню. Многолучевая интерференция. Дифракционная решетка.
6. Влияние дифракции на работу оптических инструментов (микроскоп, телескоп) и радиолокаторов.
7. Дифракция на трехмерных структурах. Рентгеноструктурный анализ.
8. Волна на границе двух сред. Коэффициенты отражения и пропускания. Формулы Френеля.
9. Стоячие волны. Импульс волны. Собственные частоты одномерных резонаторов. Трехмерные моды.
10. Дисперсия волн. Групповая скорость. Дисперсия в волноводе и плазме. Критерий сохранения формы импульсного сигнала в дисперсной среде.
11. Поляризация монохроматической волны: линейная, круговая, эллиптическая. Вращение плоскости поляризации. Понятие о кристаллооптике.
12. Эффект Доплера. Типы уширения спектральных линий в газе.
13. Равновесное излучение. Плотность лучистой энергии и плотность ее потока. Законы Кирхгофа, Планка, Релея-Джинса, Стефана-Больцмана, Вина.
14. Элементы теории лазера. Коэффициенты Эйнштейна. Условие возникновения генерации. Спектр излучения лазера.

Критерии оценивания

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПИСЬМЕННОЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Для удобства преподавателя, проверяющего письменную экзаменационную работу студента, может быть использована следующая система критериев (предполагается использование 10-балльной шкалы оценок):

1. Задача решена верно (т. е. приведено обоснованное правильное решение). Возможно наличие мелких недочётов (несущественные арифметические ошибки). - 2 бал.
2. Задача решена правильно, но отсутствует численный ответ, или численный ответ на порядок и более отличается от правильного. - 1,5 бал.
3. Задача не решена, но основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно (при этом выкладки начаты, но не доведены до конца, либо в выкладках есть существенные ошибки, приведшие к неверному решению). - 1 бал.
4. Задача не решена. Основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно. Выкладки либо отсутствуют, либо они изначально неверны. - 0,5 бал.
5. Задача не решена, но была безуспешная попытка решить. - 0 бал.
6. Попытки решить задачу не было. - 0 бал.

Итоговая оценка за работу (по 10-балльной шкале) определяется как сумма баллов по всем задачам с округлением до ближайшего (сверху) целого. В дальнейшем она учитывается на устном экзамене при выставлении итоговой экзаменационной оценки по дисциплине. Оценка за письменную часть экзамена определяет максимальную итоговую оценку за экзамен. В исключительных случаях, если на устной части экзамена студент демонстрирует превосходные теоретические знания и уровень понимания предмета, итоговая оценка с согласия лектора курса может быть повышена, но не более чем на 2 балла (по 10-балльной шкале).

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ СТУДЕНТА НА УСТНОМ ЭКЗАМЕНЕ

На устном экзамене экзаменатор оценивает ответ студента в целом и выставляет оценку согласно приведённым ниже критериям и изложенным выше замечаниям касательно письменной части экзамена:

- Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания программы дисциплины и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике при решении сложных нестандартных задач.
- Оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач.
- Оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач, однако допустившему некоторые неточности при ответе.
- Оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала программы дисциплины и умение свободно применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала программы дисциплины и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала программы дисциплины и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач, однако допустил при ответе ряд грубых неточностей.
- Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка «неудовлетворительно (2)» или «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов или неспособен корректно применять физические законы даже для решения простых задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Методические материалы, относящиеся к курсу "Общая физика: оптика", находятся на сайте кафедры общей физики МФТИ: https://mipt.ru/education/chair/physics/S_IV/method/

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая физика: оптика» осуществляется в форме дифференцированного зачета и экзамена. Зачет проводится в устной форме, а экзамен – в письменной и устной форме.

Дифференцированный зачет

Для получения зачёта студенту необходимо в установленные учебным графиком сдать два задания и выполнить установленное учебным графиком количество лабораторных работ. Выполнение каждой работы из индивидуального семестрового графика лабораторных работ (маршрута) обучающегося состоит из четырех этапов:

1. Подготовка к выполнению работы. Она производится, как правило, в течение недели, предшествующей лабораторному эксперименту, и включает в себя изучение описания работы и рекомендованной в описании учебной литературы, в которой излагается теория исследуемого явления, а также оформление в соответствии с действующими правилами лабораторного журнала студента.

2. Экспериментальные измерения в лаборатории. Этот этап начинается с допуска студента к работе преподавателем, проводящим в лаборатории занятия учебной группы. Он подразумевает проверку готовности студента к выполнению работы, включая его ответы на контрольные вопросы, с выставлением оценки в кафедральном журнале учебной группы в графу «Подготовка» (по 10-балльной системе). В случае неготовности к проведению измерений студент не допускается к выполнению лабораторной работы, о чем делается соответствующая отметка в кафедральном журнале учебной группы. В дальнейшем, по мере готовности, он выполняет измерения во внеурочное время.

Допущенный к работе студент по окончании измерений предъявляет результаты преподавателю, а тот предлагает ему выполнить контрольный расчет параметров в соответствии с рабочими формулами для одной - двух экспериментальных точек. Если результаты расчета соответствуют прогнозируемым значениям – преподаватель ставит свою подпись в лабораторном журнале студента, а также оценку в кафедральном журнале учебной группы в графу «Подготовка», если – нет, то предпринимаются меры по выяснению причин расхождения, включая повторные измерения.

3. Обработка результатов лабораторного эксперимента производится студентом самостоятельно в соответствии с действующими правилами. По завершении обработки результатов обучающийся должен подготовиться к защите лабораторной работы. Такая подготовка включает в себя самостоятельную проверку и анализ результатов обработки, подготовку ответов на контрольные вопросы из описания лабораторной работы, а также проработку по рекомендованным в описании учебникам теоретического материала, относящегося к изучаемой теме.

4. Защита лабораторной работы обучающимся производится в контрольные сроки, указанные в его индивидуальном семестровом графике лабораторных работ, во время занятий в лаборатории согласно действующему расписанию. Лабораторная работа, не представленная к защите в течение месяца после лабораторного эксперимента, аннулируется преподавателем. Вместо нее студенту назначается другая из имеющегося перечня лабораторных работ.

Защита лабораторной работы подразумевает, прежде всего, проверку преподавателем результатов обработки данных экспериментальных измерений на их соответствие теоретической модели изучаемого явления или физического процесса. За оформление отчета и качество обработки результатов преподаватель проставляет третью оценку в кафедральном журнале учебной группы в графу «Подготовка». Если окажется, что результаты значительно расходятся с табличными значениями измеренных параметров, и причину расхождения обнаружить и устранить не удастся, студент может

быть направлен преподавателем на выполнение повторных измерений и пересчет результатов.

В случае неудовлетворительного оформления отчета по результатам измерений студент также может быть отстранен преподавателем от защиты работы для устранения недочетов до следующего занятия по расписанию.

Обязательным при защите результатов лабораторной работы является установление степени освоения студентом теории исследуемого явления или физического процесса. Для этого преподаватель может использовать список контрольных вопросов из описания лабораторной работы. Преподаватель также может предложить студенту выполнить оценку вклада в погрешность измерений факторов, не учтенных в используемых при расчетах рабочих формулах.

По итогам защиты результатов работы преподаватель ставит в кафедральный журнал учебной группы четвертую оценку в кафедральном журнале учебной группы в графу «Подготовка». Итоговая оценка (по 10-балльной шкале) за выполненную студентом лабораторную работу определяется как $1/6$ (с округлением до целого) от суммы четырех перечисленных выше оценок, при этом четвертая оценка за качество усвоения студентом теории исследуемого явления или физического процесса должна быть умножена на коэффициент «3».

По окончании семестра каждый обучающийся должен получить дифференцированный зачет по дисциплине «Общая физика: оптика». К сдаче зачета допускаются только студенты, успешно сдавшие два задания, выполнившие и успешно защитившие в соответствии с индивидуальным графиком все лабораторные работы. Итоговая оценка определяется как полусумма (с округлением до целого значения по 10-балльной системе) средних арифметических баллов оценок за задания и за лабораторные работы. В исключительных случаях со студентом, допускаящим в течение семестра нарушения учебного графика, может быть проведено дополнительное собеседование с целью установления степени освоения им программы дисциплины.

Экзамен

Семестровый экзамен состоит из двух частей: письменной и устной, причем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента экзаменатором ставится одна общая оценка. Студенты, не имеющие дифференцированного зачета по дисциплине «Общая физика: оптика», к устному экзамену не допускаются.

На письменном экзамене студенту предлагается решить 5 задач в течение 4 часов. Тематика задач полностью соответствует программе курса, однако все задачи письменного экзамена являются полностью оригинальными. С примерами задач прошлых лет можно ознакомиться на сайте кафедры общей физики в разделе экзаменационных материалов за 2-й семестр https://mipt.ru/education/chair/physics/S_II/ekzams/. По итогам письменного экзамена студенту выставляется промежуточная оценка. Один из возможных вариантов определения такой оценки представлен в ниже приведенной таблице (итоговая оценка за работу (по 10-балльной шкале) определяется как сумма баллов по всем задачам с округлением до ближайшего (сверху) целого):

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПРОВЕРЯЮЩИХ		
+	4	Задача решена верно (т. е. приведено обоснованное правильное решение). Возможно наличие мелких недочётов (несущественные арифметические ошибки)
±	3	Задача решена правильно, но отсутствует численный ответ, или численный ответ на порядок и более отличается от правильного
+/-	2	Задача не решена, но основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно (при этом выкладки начаты, но не доведены до конца, либо в выкладках есть существенные ошибки, приведшие к неверному решению)
∓	1	Задача не решена. Основные физические законы, необходимые для решения, сформулированы правильно. Выкладки либо отсутствуют, либо они изначально неверны
–	0	Задача не решена, но была безуспешная попытка решить
0	0	Попытки решить задачу не было

Максимум за задачу — 4 очка. Итоговая оценка за работу определяется исходя из суммы баллов Σ по всем задачам.

Примечание. За решения задач с явными признаками списывания ставится 0 баллов.

Таблица соответствия:

Σ	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	неуд.		удовл.		хор.			отл.		

В дальнейшем она учитывается на устном экзамене при выставлении итоговой экзаменационной оценки по дисциплине.

На устном экзамене студент должен изложить экзаменатору материал экзаменационного билета (случайным образом выбранный вопрос из программы) и так называемый «вопрос по выбору». Его студент готовит заранее. Это может быть либо углубленное изложение одного из вопросов программы курса, либо вопрос, отсутствующий в программе курса, но имеющий непосредственное отношение к изучаемой дисциплине, а также изложение и защита результатов лабораторной работы, проделанной студентом в лабораторном практикуме в качестве дополнительной работы. На ответ по «вопросу по выбору» студенту предоставляется не более 10 минут.

При подготовке к устному экзамену рекомендуется использовать следующий список экзаменационных вопросов:

1. Излучатели волн. Волновое сопротивление.
 - 1.1 Плоские, цилиндрические и сферические волны
 - 1.2 Акустическое волновое сопротивление. Монополь
 - 1.3 Электромагнитный диполь. Пространственная диаграмма
 - 1.4 Бегущие, стоячие и смешанные волны

2. Интерференция.

- 2.1 Видность интерференционной картины
- 2.2 Временная когерентность. Волновой цуг
- 2.3 Пространственная когерентность. Ограничения на размер монохроматического излучателя
- 2.4 Принцип создания осветляющих и отражающих покрытий

3. Дифракция Френеля.

- 3.1 Границы области наблюдения
 - 3.2 Зоны Френеля
 - 3.3 Линза Френеля
 - 3.4 Отличительные особенности дифракции Френеля и Фраунгофера
- ### 4. Дифракция Фраунгофера.

- 4.1 Область наблюдения дифракция Фраунгофера
- 4.2 Диаграмма направленности
- 4.3 Дифракция плоской волны на щели
- 4.4 Дифракция плоской волны на круглом отверстии

5. Разрешающая способность (РС).

- 5.1 Угловая РС
- 5.2 Спектральная РС
- 5.3 РС телескопа, гидро и радиолокатора
- 5.4 РС дифракционной решетки

6. Волны на границах сред.

- 6.1 Граничные условия в линейной акустике
- 6.2 Граничные условия в электродинамике
- 6.3 Падение электромагнитной волны на металл
- 6.4 Нормальное падение на границу в акустике

7. Дисперсия волн. Волноводы. Плазма.

- 7.1 Фазовая и групповая скорости
- 7.2 Критерий искажения импульсного сигнала
- 7.3 Дисперсия в волноводе
- 7.4 Дисперсия в плазме

8. Спектральные приборы. Интерферометр Фабри-Перо.

- 8.1 Дифракционная решетка
- 8.2 Интерферометр (резонатор) Фабри-Перо
- 8.3 Призма
- 8.4 Последовательный и параллельный принципы измерения спектра

9. Поляризация волн. Кристаллооптика.

9.1 Основные типы поляризации (линейная, круговая, естественная)

9.2 Поляризационные эффекты на границе. Угол Брюстера

9.3 Четвертьволновая фазовая пластина

9.4 Полуволновая фазовая пластина

10. Ширина спектральных линий в газе. Эффект Доплера. Рассеяние волн.

10.1 Доплеровское уширение

10.2 Ударное уширение

10.3 Эффект Доплера

10.4 Рассеяние плоской электромагнитной волны на электроне

11. Тепловое излучение

11.1 Что такое абсолютно черное тело (АЧТ)?

11.2 Закон Планка

11.3 Закон Вина

11.4 Закон Стефана – Больцмана

12. Спонтанное и индуцированное излучения. Основы физики лазера.

12.1 Отличительные особенности спонтанного и индуцированного излучений

12.2 Основные компоненты лазера и их характеристики

12.3 Энергетическое условие возникновения генерации лазера

12.4 Спектр излучения лазера. Добротность резонатора Фабри-Перо

Примеры экзаменационных билетов:

БИЛЕТ № 01

1. Вопрос по выбору.

2. Излучатели волн. Волновое сопротивление.

БИЛЕТ № 02

1. Вопрос по выбору.

2. Ширина спектральных линий в газе. Эффект Доплера. Рассеяние волн.

БИЛЕТ № 03

1. Вопрос по выбору.

2. Тепловое излучение

4. Критерии оценивания

Оценка за письменную часть экзамена определяет максимальную итоговую оценку за экзамен. В исключительных случаях, если на устной части экзамена студент демонстрирует превосходные теоретические знания и уровень понимания предмета, итоговая оценка с согласия лектора курса может быть повышена, но не более чем на 2 балла (по 10-балльной шкале).

На устном экзамене преподаватель оценивает ответ студента в целом и выставляет оценку согласно приведённым ниже критериям и изложенным выше замечаниям касательно письменной части экзамена:

- Оценка **«отлично (10)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике при решении сложных нестандартных задач.
- Оценка **«отлично (9)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач.
- Оценка **«отлично (8)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач, однако допустившему некоторые неточности при ответе.
- Оценка **«хорошо (7)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы и умение свободно применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка **«хорошо (6)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач.
- Оценка **«хорошо (5)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при решении типовых задач, однако допустил при ответе ряд грубых неточностей.
- Оценка **«удовлетворительно (4)»** выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка **«удовлетворительно (3)»** выставляется студенту, показавшему сильно фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность решать простые задачи и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.
- Оценка **«неудовлетворительно (2)»** или **«неудовлетворительно (1)»** выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов или неспособен корректно применять физические законы даже для решения простых задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Порядок проведения письменного экзамена.

Время проведения письменной части экзамена составляет 4 астрономических часа. На экзамене предлагаются для решения 5 оригинальных задач. Темы соответствуют темам семинарских занятий. Задача считается решённой, если она содержит обоснованное решение: ссылки на применяемые физические законы и корректные выкладки, а также правильный численный ответ (если в задаче есть числовые данные). На экзамене разрешается пользоваться любыми записями и учебными пособиями в бумажном виде. Категорически запрещается включать любые устройства, которые могут служить средствами связи – ноутбуки, планшеты, телефоны и т.п. Нарушители удаляются с экзамена с оценкой «неудовлетворительно». Разрешается пользоваться калькуляторами. Запрещается пользоваться калькуляторами в мобильных телефонах, ноутбуках и т.п.

Порядок проведения устного экзамена.

Экзамен проходит в традиционной форме беседы преподавателя со студентом по теме экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит два пункта: «вопрос по выбору» и один вопрос из программы курса.

«Вопрос по выбору» студент готовит самостоятельно до экзамена. Выбор темы осуществляется при консультации преподавателя, ведущего семинарские задания. Вопросом по выбору может быть 1) углубленное изложение одного из пунктов программы, 2) вопрос или задача, непосредственно связанные с тематикой курса, однако не затронутые в нём, 3) изложение и защита результатов лабораторной работы, проделанной студентом в лабораторном практикуме в качестве дополнительной работы. На ответ по «вопросу по выбору» студенту предоставляется не более 10 минут.

На подготовку к ответу по билету студенту даётся от 30 до 45 минут. В течение экзамена студенту не разрешается пользоваться вычислительной техникой, литературой, заранее подготовленными собственными записями и другими материалами, относящимися к предмету, кроме экзаменационной программы курса.

В процессе ответа на «вопрос по выбору» разрешается пользоваться заранее подготовленным планом ответа и заранее подготовленными иллюстрациями/графиками, представленными в бумажном виде, либо на электронном носителе (планшет/ноутбук). Используемые графики или иллюстрации не должны содержать частей текста доклада. На подготовку ответа на «вопрос по выбору» (повторение) даётся не более 5 минут.

В процессе ответа по билету экзаменатор может задавать уточняющие вопросы. После ответа по билету экзаменатор вправе задавать студенту любые дополнительные вопросы по программе курса.

В совокупности опрос обучающегося на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов (без учета времени на подготовку).

Примеры простых задач, решение которых необходимо для получения удовлетворительной оценки:

- Найти угол падения света на границу раздела вода/масло, при котором возникает полное отражение. Коэффициент преломления воды $n_v = 4/3$, масла $n_m = 1.5$. Из какой среды должен падать свет?
- К тонкой рассеивающей линзе с фокусным расстоянием $f = -120$ см, прислонен тонкий сегмент стеклянной сферы, имеющей радиус $R = 40$ см. Найти фокусное расстояние получившейся составной линзы, если коэффициент преломления стекла $n = 1.5$.
- Найти суммарную интенсивность двух когерентных, одинаково поляризованных пучков света, если интенсивность первого равна I_0 , второго — $4I_0$, а разность хода между ними составляет $\lambda/6$.

- Найти расстояние от щелей до экрана в опыте Юнга, если ширина интерференционных полос равна $\Delta x = 1$ мм, интервал между щелями $d = 1$ мм, используется монохроматический свет с $\lambda = 500$ нм.
- При каких расстояниях между щелями в опыте Юнга можно увидеть интерференцию на экране, если угловой размер источника равен 10^{-4} рад. Свет считать монохроматическим с $\lambda = 500$ нм.
- Найти количество полос которые можно наблюдать в интерференционном опыте, при использовании дуплета натрия (длины волн: 5890 и 5896 ангстрем) в качестве источника света.
- Найти радиус третьего светлого кольца Ньютона, для света с $\lambda = 500$ нм, при использовании плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны $R = 1$ м.
- Отверстие диаметром $D = 1$ мм освещается плоскопараллельным светом с $\lambda = 500$ нм, создавая на экране, на расстоянии $L = 0.1$ м, дифракционное пятно. Определить число открытых зон Френеля.
- Отверстие с приложенной к нему линзой освещается пучком света с интенсивностью I_0 . В отверстие уместается две с половиной зоны Френеля, если смотреть из фокуса. Найти интенсивность света в нем.
- Щель шириной $d = 0.1$ мм освещается параллельным светом с $\lambda = 500$ нм. К ней приложена линза с фокусным расстоянием $f = 30$ см. Найти ширину наиболее яркой полосы на экране, расположенном в фокальной плоскости.
- Отверстие радиуса R освещено пучком света с длиной волны λ . На каком расстоянии L должна находиться точка наблюдения, что бы дифракцию можно было считать Фраунгоферовой? (ответ предоставить в виде « L много больше (меньше) такого-то характерного размера»)
- При повороте кристалла во вращающемся рентгеновском спектрографе, отраженный максимум в первый раз возникает при угле скольжения 30° . Постоянная решетки кристалла равна $d = 0.2$ нм. Найти длину волны изучаемого рентгеновского излучения.