Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра физики и геофизики

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«23» 06 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Наименование дисциплины (модуля):

Б-ОПД Оптика

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
специалитет

Направление подготовки:

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:
очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №5 от «19» июня 2026 г.
Заведующий кафедрой
_____(К.В. Показеев)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол №1 от «22» сентября 2026 г.
_____(Л.И. Теплова)
(подпись)

Севастополь, 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика», утвержденным приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1780 (в редакции приказа МГУ от 10 июня 2021 года № 609, от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404), приказами об утверждении изменений в ОС МГУ от 29 мая 2023 года №700, от 29 мая 2023 года, № 702, от 29 мая 2023 года № 703

Год (годы) приема на обучение: с 2020

курс – 2

семестры – 4

зачетных единиц – 5

академических часов – 68, в т.ч.

лекций – 51 ак. ч.

практических занятий – 68 ак. ч.

Форма промежуточной аттестации:

зачет и экзамен в 4 семестре

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Курс общей физики является основным в общей системе современной подготовки физиков - профессионалов. Он излагается на младших курсах и его главной задачей является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

Раздел курса «Оптика» излагается в четвертом семестре на втором курсе. Для его освоения требуется предварительное изучение разделов общей физики «Электромагнетизм», «Механика», «Молекулярная физика», а также курсов математики «Математический анализ» и «Аналитическая геометрия».

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Успешное освоение дисциплин «Математический анализ» и «Механика».

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):
Знать:
Понятия
- Геометрическая оптика.
- Спектральное описание волновых полей.
- Явление интерференции. Когерентность волн.
- Явление дифракции.
- Спектральные приборы.
- Дисперсия света.
- Оптические явления на границе раздела сред.
- Оптика анизотропных сред.
- Рассеяние света.
- Излучение света. Лазеры.
- Нелинейные оптические явления.

Уметь:
- количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений.

Владеть:
- Основами электромагнитной теории света.

Иметь опыт:
- Решения теоретических и практических задач по базовым разделам оптики.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 з. е., в том числе 119 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 61 академический час на самостоятельную работу обучающихся.

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

6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости** (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Введение. Геометрическая оптика.	Консультации, 4	Решение задач, 5	7	16	-
Основы электромагнитной теории света	Консультации, 4	Решение задач, 6	7	17	-
Спектральное описание волновых полей.	Консультации, 4	Решение задач, 6	7	17	-
Явление интерференции. Когерентность волн.	Консультации, 5	Решение задач, 6	8	19	-
Явление дифракции.	Консультации, 4	Решение задач, 6	7	17	-
Спектральные приборы.	Консультации, 4	Решение задач, 5	7	16	Контрольная работа
Дисперсия света.	Консультации, 4	Решение задач, 5	7	16	-
Оптические явления на границе раздела сред.	Консультации, 5	Решение задач, 6	7	18	-
Оптика анизотропных сред.	Консультации, 4	Решение задач, 6	7	17	-
Рассеяние света.	Консультации, 4	Решение задач, 6	7	17	-
Излучение света. Лазеры.	Консульта-	Решение задач, 5	7	16	Контрольная работа

	ции, 4				
Нелинейные оптические явления.	Консультации, 5	Решение задач, 6	7	18	-
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	51	68	47	166	
Промежуточная аттестация *(зачет и экзамен)*			14	14	
Итого				180	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Лекции		
1.	**Тема 1. Введение.**	Предмет физической оптики. Шкала электромагнитных волн. Ограниченность классической теории. Корпускулярно-волновой дуализм. Основные законы геометрической оптики.
2.	**Тема 2. Основы электромагнитной теории света.**	Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Волновое уравнение. Скорость света. Бегущие электромагнитные волны. Плоские и сферические волны. Гармоническая волна и комплексная форма ее представления. Модели реальных световых волн, модулированные волны - световые пучки и импульсы. Свойства плоских волн. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов. Поляризация света. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Интенсивность света. Плотность потока импульса и давление электромагнитной волны. Энергетика световых пучков и импульсов. Опыты Лебедева.
3.	**Тема 3. Спектральное описание волновых полей.**	Модели оптического излучения. Волновые пучки и волновые пакеты. Монохроматические и квазимонохроматические волны, широкополосное излучение. Ме-

		тод спектрального описания волновых полей. Фурье-анализ и Фурье-синтез волновых полей. Преобразования Фурье. Спектральные амплитуда, фаза и плотность. Свойства преобразований Фурье. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Теорема Планшереля. Спектральная плотность интенсивности.
4.	**Тема 4. Явление интерференции. Когерентность волн.**	Интерференция света. Двухволновая интерференция монохроматических волн. Уравнение интерференции и функция видности. Интерференция квазимонохроматического света. Спектральное описание, время и длина когерентности. Временное описание, функция временной корреляции. Взаимосвязь спектра и функции временной корреляции, понятие о Фурье-спектроскопии. Степень временной когерентности и функция видности. Пространственная когерентность. Угол и радиус когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона. Функция пространственно-временной корреляции. Степень пространственно-временной когерентности и функция видности. Методы получения интерференционных картин - деление волнового фронта и деление амплитуды, реализации методов. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Многоволновая интерференция. Формулы Эйри. Интерферометр Фабри-Перо и пластинка Люммера-Герке. Просветление оптических поверхностей, интерференционные фильтры и зеркала.
5.	**Тема 5. Явление дифракции.**	Дифракция света. Принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл Френеля. Метод зон Френеля. Метод векторных диаграмм. Зонные пластинки и линза. Простейшие дифракционные задачи. Дифракция на круглом отверстии и круглом экране, спираль Френеля. Пятно Пуассона. Дифракция на крае полубесконечного экрана, спираль Корню. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная

		длина. Дифракционная расходимость пучка в дальней зоне. Фокусировка света, как дифракционное явление. Недостатки принципа Гюйгенса-Френеля. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа. Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр пучка. Связь ширины спектра с поперечными размерами пучка. Дифракция Фраунгофера на пространственных структурах: прямоугольном отверстии, круглом отверстии и щели. Функция пропускания. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Распределение интенсивности в дифракционной картине, интерференционная функция. Дифракция на акустических волнах.
6.	**Тема 6. Спектральные приборы.**	Спектральный анализ световых полей. Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Спектральный прибор и его основные характеристики - аппаратная функция, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность и область дисперсии. Дисперсионные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы. Преобразование и синтез световых полей. Дифракционная теория формирования изображений. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе и микроскопе. Специальные методы наблюдения фазовых объектов: метод темного поля и метод фазового контраста. Запись и восстановление светового поля. Голография.
7.	**Тема 7. Дисперсия света.**	Распространение света в веществе: микроскопическая картина. Поляризуемость среды и молекулы. Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Поглощение света (закон Бугера). Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Дисперсионная формула Зелмеера. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея.

		Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Дисперсионная длина.
8.	**Тема 8. Оптические явления на границе раздела сред.**	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отражения и преломления света. Формулы Френеля. Эффект Брюстера и явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.
9.	**Тема 9. Оптика анизотропных сред.**	Распространение света в анизотропных средах. Описание диэлектрических свойств анизотропных сред. Плоские электромагнитные волны в анизотропной среде. Структура световой волны, фазовая и лучевая скорости. Уравнения Френеля для фазовых и лучевых скоростей. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Одноосные и двухосные кристаллы. Оптические свойства одноосных кристаллов. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Отрицательные и положительные кристаллы. Построение Гюйгенса. Двойное лучепреломление и поляризация света. Поляризационные приборы, четвертьволновая и полуволновая пластинки. Анизотропия оптических свойств, наведенная механической деформацией, электрическим и магнитным полями. Эффекты Поккельса, Керра, Фарадея, Коттона-Муттона, Зеемана.
10.	**Тема 10. Рассеяние света.**	Рассеяние света. Излучение элементарного рассеивателя. Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света и закон Рэлея. Молекулярное рассеяние. Элементы статистической теории рассеяния, формулы Эйнштейна и Рэлея. Основные особенности молекулярного рассеяния. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.
11.	**Тема 11. Излучение света. Лазеры.**	Излучение света. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Естественные форма и ширина линии излучения. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Ударное

		и доплеровское уширения спектральной линии. Понятие об однородном и неоднородном уширении. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Основные представления квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Квантовые свойства света: фотоэлектрический эффект и эффект Комптона. Квантовые свойства атомов, постулаты Бора. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением. Типы радиационных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Взаимодействие при термодинамическом равновесии. Формула Планка. Многоуровневые системы. Структура энергетических уровней атомов, молекул и твердых тел. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики, интерпретация в рамках квантовых представлений. Резонансное усиление света. Инверсная заселенность энергетических уровней и коэффициент усиления. Получение инверсной заселенности в трехуровневой системе. Ширина линии усиления. Лазеры - устройство и принцип работы. Принципиальная схема лазера. Условия стационарной генерации (баланс фаз и амплитуд). Продольные и поперечные моды. Спектральный состав излучения лазера. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов. Факторы, определяющие предельную степень временной и пространственной когерентности.
12.	**Тема 12. Нелинейные оптические явления.**	Поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среды с квадратичной нелинейностью, оптическое детектирование и генерация второй гармоники. Среды с кубичной нелинейностью, самофокусировка волновых пучков и генерация третьей гармоники.
Семинары		

1.	**Занятия 1-2.**	Геометрическая оптика. Зеркала, линзы и оптические системы. Кардинальные элементы оптической системы. Построение изображений. Аберрация оптических систем. Схемы оптических приборов.
2.	**Занятие 3.**	Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Волновое уравнение. Электромагнитные волны и их основные свойства. Комплексная форма представления волны. Бегущие и стоячие волны. Плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн. Интенсивность и давление света.
3.	**Занятие 4.**	Излучение света. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Оценка времени затухания. Естественные форма и ширина линии излучения. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Ударное и доплеровское уширения спектральной линии.
4.	**Занятие 5.**	Преобразования Фурье. Спектральные амплитуда, фаза и плотность. Свойства преобразований Фурье. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Спектры уединенных импульсов, последовательностей импульсов и модулированных волн. Спектральная плотность интенсивности.
5.	**Занятие 6.**	Двухволновая интерференция. Интерференционные картины при сложении монохроматических волн. Уравнение интерференции и функция видности. Анализ простейших интерференционных схем (бизеркало и бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда).
6.	**Занятие 7.**	Интерференция квазимонохроматического света. Спектральное описание, время и длина когерентности. Временное описание, функция временной корреляции. Взаимосвязь спектра и функции временной корреляции. Степень временной когерентности и функция видности.
7.	**Занятие 8-9.**	Интерференция света протяженных квазимонохроматических источников. Пространственная когерентность, схема интерференции Юнга. Угол и радиус когерентности. Функция пространственно-временной корреляции. Степень про-

		странственно-временной когерентности и функция видности.
8.	**Занятие 10.**	Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона, их локализация. Многоволновая интерференция. Формулы Эйри. Интерферометр Фабри-Перо и пластинка Люммера-Герке.
9.	**Занятие 11.**	Контрольная работа по темам занятий 1-10.
10.	**Занятие 12-13.**	Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Использование зон Френеля и векторных диаграмм для качественного анализа дифракционных картин. Спирали Френеля и Корню. Зонные пластинки и линза. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина.
11.	**Занятия 14-15.**	Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа. Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном и круглом отверстиях, щели. Функция пропускания. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр пучка. Связь ширины спектра с поперечными размерами пучка.
12.	**Занятие 16-17.**	Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Распределение интенсивности в дифракционной картине, интерференционная функция.
13.	**Занятие 18.**	Основные характеристики дисперсионных, дифракционных и интерференционных спектральных приборов - аппаратная функция, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность и область дисперсии.
14.	**Занятие 19.**	Контрольная работа по темам, пройденным на занятиях 12-18.
15.	**Занятие 20.**	Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Поглощение света (закон Бугера). Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея.
16.	**Занятие 21.**	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отра-

		жения и преломления света. Формулы Френеля. Эффект Брюстера и явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.
17.	**Занятие 22.**	Распространение света в анизотропных средах. Структура световой волны, фазовая и лучевая скорости. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Оптические свойства одноосных кристаллов. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Построение Гюйгенса.
18.	**Занятие 23.**	Двойное лучепреломление и поляризация света. Интерференция поляризованного света. Поляризационные приборы, четвертьволновая и полуволновая пластинки. Получение и анализ эллиптически поляризованного света.
19.	**Занятие 24.**	Итоговая контрольная работа.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

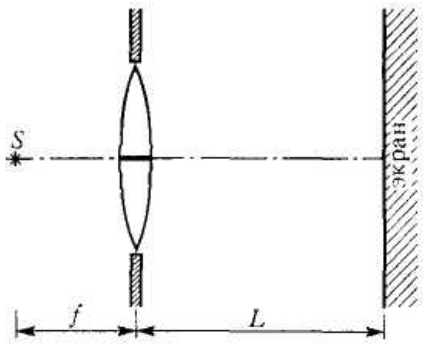
Система контроля знаний включает три контрольных работы (текущая аттестация), зачет и экзамен (промежуточная аттестация). Контрольные работы состоят из 4-5 задач по темам, изученным на практических занятиях. Результаты контрольных работ служат основой для проставления зачета. Зачет также включает решение задач и ответы на вопросы преподавателя. Экзамен проводится в устной форме и оценивается по четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Примеры вариантов контрольных работ:

Вариант 1

1. Преломляющий угол бипризмы $\alpha = 3.5^{o}$. Между точечным источником монохроматического света ($\lambda = 500$ нм) и бипризмой помещена линза таким образом, что ширина интерференционных полос не зависит от расстояния от экрана до бипризмы. Найти расстояние между соседними темными полосами, если показатель преломления стекла бипризмы $n = 1.5$.

2. Из тонкой линзы высотой $H = 2{,}5$ см с фокусным расстоянием $f = 50$ см вырезана центральная полоска шириной $a = 0{,}5$ см, после чего обе половины линзы сдвинуты до соприкосновения (билинза). Источник света S с длиной волны 500 нм располагается на оси системы в фокальной плоскости линзы. На каком расстоянии L от билинзы следует расположить экран, чтобы на нем можно было наблюдать максимально возможное число интерференционных полос? Определить ширину интерференционных полос и их число. Оценить допустимую немонохроматичность источника света в этом интерференционном



эксперименте, необходимую для наблюдения всех полос.

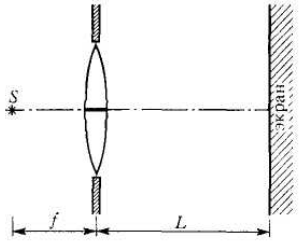
3. Система состоит из двух линз с одинаковыми по модулю фокусными расстояниями. Одна из линз собирающая, другая рассеивающая. Линзы расположены на одной оси на некотором расстоянии друг от друга. Известно, что если поменять линзы местами, то действительное изображение Луны, даваемое этой системой, сместится на 20 см. Найти фокусное расстояние каждой из линз.

4. Интерферометр Фабри — Перо состоит из двух плоских зеркал с коэффициентом отражения (по интенсивности) R = 99%, расположенных на расстоянии 10 см друг от друга. На интерферометр, используемый в качестве оптического резонатора, падает плоская монохроматическая волна. Оценить ширину резонансной кривой (в мегагерцах) и определить частотный интервал $\Delta\nu$ между двумя соседними резонансами.

Вариант 2

1. Преломляющий угол бипризмы $\alpha = 3.5^{o}$. Между точечным источником монохроматического света (λ = 500 нм) и бипризмой помещена линза таким образом, что ширина интерференционных полос не зависит от расстояния от экрана до бипризмы. Найти максимальное число полос *N,* которое может наблюдаться в этой установке, если оно получается при удалении экрана от бипризмы на L=5 м. Показатель преломления стекла бипризмы n = 1,5.

2. Из тонкой линзы высотой H = 2,5 см с фокусным расстоянием f = 50 см вырезана центральная полоска шириной a = 0,5 см, после чего обе половины линзы сдвинуты до соприкосновения (билинза). Источник света S с длиной волны λ = 500 нм располагается на оси системы в фокальной плоскости линзы. На каком расстоянии L от билинзы следует расположить экран, чтобы на нем можно было наблюдать максимально возможное число интерференционных полос? Определить ширину интерференционных полос и их число. Оценить допустимый размер D источника света, необходимый для наблюдения полос.

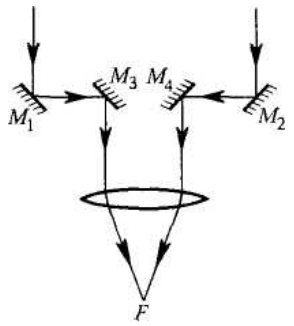


3. Высота пламени свечи 5 см. Линза дает на экране изображение этого пламени высоты 15 см. Не трогая линзы, свечу отодвинули на 1.5 см дальше от линзы и, передвинув экран, вновь получили резкое изображение пламени высоты 10 см. Определить фокусное расстояние линзы.

4. Найти для эталона Фабри — Перо, толщина которого 2,5 см, максимальный порядок интерференции света с длиной волны 0,50 мкм.

Вариант 3

1. Преломляющий угол бипризмы 3.5°. Точечный источник монохроматического света (λ = 500 нм) расположен на расстоянии 1 м от бипризмы. Найти расстояние между соседними темными полосами, если показатель преломления стекла бипризмы 1.5. Экран удален от бипризмы на 5 м.



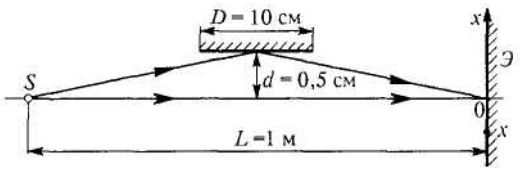
2. На рис. изображена схема установки Майкельсона, предназначенной для измерения угловых диаметров звезд. Зеркала M_1, M_2, M_3, M_4 направляют в объектив телескопа два пучка света, интерферирующие друг с другом в фокальной плоскости объектива. При измерении углового диаметра гигантской красной звезды Бетельгейзе Майкельсон нашел, что интерференционные полосы исчезли, когда расстояние между внешними зеркалами M и M_2 равнялось 306.5 см. Считая, что эффективная длина волны света от Бетельгейзе равна 5750 А, вычислить угловой диаметр этой звезды.

3. Расстояние между двумя точечными источниками света 24 см. Где между ними поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 9 см, чтобы изображения обоих источников получились в одной и той же точке?

4. Найти для эталона Фабри — Перо, толщина которого 2,5 см, дисперсионную область, т. е. спектральный интервал длин волн, для которого еще нет перекрытия с различных порядков интерференции, если наблюдение ведется вблизи λ=0,5 мкм.

Вариант 4

1. Преломляющий угол бипризмы α = 3.5°, высота бипризмы h = 4 см. Между точечным источником монохроматического света (λ = 500 нм) и бипризмой помещена линза таким образом, что ширина интерференционных полос не зависит от расстояния от экрана до бипризмы. Найти максимальное число полос N, которое может наблюдаться в этой установке, если показатель преломления стекла бипризмы n = 1.5



2. В интерференционной схеме, изображенной на рис., используется квазимонохроматический протяженный источник света S ($\lambda = 5\cdot10^{-5}$ см, $\delta\lambda = 2.8$ нм). Отражающее зеркало расположено симметрично относительно источника S и точки O экрана $Э$. Полагая, что спектральная интенсивность излучения постоянна в интервале δλ, найти: 1) ширину интерференционных полос Л на экране $Э$, 2) количество наблюдаемых полос, 3) область локализации полос на экране, 4) максимальный и минимальный порядок наблюдаемых полос, 5) допустимый размер источника.

3. Преломляющие поверхности линзы являются концентрическими сферическими поверхностями. Большой радиус кривизны 20 см, толщина линзы 2 см, показатель преломления стекла n= 1.6. Собирающей или рассеивающей будет линза? Найти ее фокусное расстояние.

4. Найти разрешающую способность эталона Фабри — Перо, толщина которого 2,5 см, если наблюдение ведется вблизи λ=0,50 мкм, коэффициент отражения 0.99.

Контрольные вопросы по курсу

В скобках указана форма подачи материала: Схема - нарисовать и описать схему; рисунок - привести рисунок и дать пояснения; формула - написать формулу, дать определение физических величин, входящих в формулу и дать ее интерпретацию.

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме (формулы).

2. Материальные уравнения и условия их получения (формулы).

3. Электромагнитная волна (определение).

4. Диапазоны длин волн для света (названия и значения).

5. Волновое уравнение для полевого вектора световой волны (формула).

6. Формула Максвелла для показателя преломления среды (формула).

7. Скорость электромагнитных волн в среде (формула).

8. Принцип суперпозиции электромагнитных волн (формулировка).

9. Плоская волна (определение).

10. Общее решение волнового уравнения для плоских волн (формула).

11. Гармоническая плоская волна, амплитуда, фаза, начальная фаза, набег фаз (ф-ла и опред-ия).

12. Волновое число и волновой вектор (определение).

13. Комплексная запись плоской гармонич. волны, комплексная амплитуда (ф-ла и определение).

14. Сферическая волна (определение).

15. Общее решение волнового уравнения для сферических волн (формула).

16. Световые пучки и импульсы (определение).

17. Модели реальных световых волн – квазиплоская, квазигармоническая и случайно модулированные волны (формулы, условия применимости).

18. Фронт волны (определение).

19. Взаимная ориентация и взаимосвязь полевых векторов для плоских бегущих волн (рисунок и формулы).

20. Направление и плоскость поляризации (определение).

21. Линейно, эллиптически и циркулярно поляризованные волны (определения).

22. Объемная плотность энергии электромагнитного поля (формула).

23. Плотность импульса бегущей электромагнитной волны (формула).

24. Плотность потока энергии световой волны и интенсивность света (определения).

25. Вектор Умова-Пойнтинга (определение).

26. Давление световой волны при падении на пов-ть раздела двух сред (рис., ф-ла, объяснение).

27. Луч света (определение).

28. Энергетические характеристики световых пучков и импульсов (определения и взаимосвязь).

29. Характерные значения напряженности электрического поля световой волны в случае различных источников света (оценка).

30. Интегральное преобразование Фурье (формулы; смысл преобразования, комплексной записи и отрицательных частот).

31. Спектральные амплитуда, фаза и плотность, их свойства и связь с коэффициентами Фурье (определение и формулы).

32. Свойства преобразований Фурье (вывод формул, пояснения).

33. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра (формула).

34. Теорема Планшереля (вывод формулы, физический смысл).

35. Спектральная плотность гармонического сигнала, прямоугольного сигнала, цуга волн и слабозатухающего колебания (рисунки и характерные значения частот).

36. Спектральная плотность случайной и скоррелированной последовательности одинаковых импульсов (рисунки и характерные значения частот).

37. Спектральная плотность интенсивности светового импульса и стац.о излучения (определения).

38. Интерференция света (определение).

39. Принцип Гюйгенса (формулировка).

40. Принцип Гюйгенса-Френеля (формулировка).

41. Оптическая разность хода (определение).

42. Уравнение двухлучевой интерференции.

43. Функция видности (определение).

44. Угол сходимости интерферирующих лучей (определение).

45. Причина размытия интерференционной картины двух квазимонохроматических источников (на спектральном и временном языках).

46. Время и длина когерентности (определение).

47. Характерные значения времени и длины когерентности в случае разл. источн. света (оценка).

48. Соотношение между шириной спектра и временем когерентности световой волны (формула, объяснение).

49. Корреляционная и автокорреляционная функции (определение).

50. Степень временной когерентности (определение).

51. Условие наблюдения интерференции от двух независимых источников (сформулироать).

52. Пространственно-временная функция когерентности (определение).

53. Угол интерференции и угол когерентности (определение).

54. Угол и радиус (ширина) когерентности (определение).

55. Характерные значения радиуса пространственной когерентности светового поля в случае различных источников (оценка).

56. Условие точечности источника (формула).

57. Связь видности интерференционной картины с размерами источника (формула, на примере зеркала Ллойда или бипризмы Френеля).

58. Звездный интерферометр Майкельсона (схема и принцип действия).

59. Деление амплитуды как метод получения интерференционных картин (идея, схема, особ-ти).

60. Деление волнового фронта как метод получения интерференц. картин (идея, схема, особ-ти).

61. Интерференция в тонких пленках – полосы равного наклона и полосы равной толщины (схемы интерференции и формулы для оптической разности хода).

62. Формулы многоволновой интерференции – формулы Эйри.

63. Ширина и резкость интерференционных полос при многолучевой интерференции (формула).

64. Дифракция света (определение).

65. Дифракционный интеграл Френеля (формула), коэффициент наклона.

66. Теорема обратимости (взаимности) Гельмгольца (формулировка).

67. Принцип дополнительности Бабине (формулировка).

68. Метод зон Френеля (формулировка).

69. Радиус и площадь зоны Френеля, число Френеля (формулы).

70. Метод векторных диаграмм (идея метода, построение).

71. Спирали Френеля (построение).

72. Спираль Корню (построение).

73. Амплитудная и фазовая зонные пластинки (определение).

74. Основные свойства дифракции на круглом отверстии и круглом экране. Пятно Пуассона (построение).

75. Ближняя и дальняя зоны дифракции (определения).

76. Угол дифракционной расходимости светового пучка (определение, формула).

77. Дифракционная длина пучка (определение, формула).

78. Недостатки положений принципа Гюйгенса-Френеля (формулировка).

79. Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа (формула).

80. Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа в прибл-ии Френеля (условие прибл-ия, ф-ла).

81. Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа в приближениях Фраунгофера (условие приближения, формула).

82. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр пучка (формула, интерпретация).

83. Связь ширины углового спектра с поперечными размерами пучка (формула).

84. Дифракционные решетки (определение, классификация).

85. Функция пропускания (отражения) (определение).

86. Одномерная дифракционная решетка. Интенсивность дифракционной картины, интерференционная функция (определение, формула).

87. Одномерная дифракционная решетка. Порядок дифракции, ширина главных максимумов (определение, формула).

88. Особенности дифракционной картины от фазовой дифракционной решетки (схема, формулы).

89. Дифракция на акустических волнах (схема, формулы).

90. Спектральный прибор и его основные характеристики (определения).

91. Основные положения дифракционной теории формирования изображений (теории Аббе) (формулировка, схема).

92. Пространственная фильтрация изображения (формулировка, схема).

93. Метод темного поля (идея, схема, формулы).

94. Метод фазового контраста (идея, схема, формулы).

95. Запись и восстановление светового поля. Голография (идея, схема, формулы).

96. Дисперсия света (определение).

97. Формула Моссоти-Клаузиуса.

98. Основные положения классической электронной теории дисперсии (формулировка).

99. Плазменная частота (определение, оценка).

100. Зависимость показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты.

Нормальная и аномальная дисперсии (формулы, графики).

101. Дисперсионная формула Зелмеера.

102. Фазовая и групповая скорости (определение).

103. Формула Рэлея.

104. Дисперсионное расплывание волновых пакетов, дисперсионная длина импульса (определение, формула).

105. Законы отражения и преломления света на границе изотропных диэлектриков (вывод, формулировка).

106. Формулы Френеля (идея вывода, формулы).

107. Эффект Брюстера (определение, формула).

108. Явление полного внутреннего отражения (определение, формула).

109. Энергетические коэффициенты отражения и пропускания (определение)

110. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света (формулы, графики).

111. Тензоры диэлектрической восприимчивости и проницаемости. Главные диэлектрические оси и главные значения показателя преломления кристалла (определения, формулы).

112. Структура плоской световой волны в анизотропной среде, фазовая и лучевая скорости, угол анизотропии (схема, формулы, определения).

113. Главные скорости распространения волны в кристалле (определение).

114. Уравнение Френеля для фазовых скоростей (формула).

115. Уравнение Френеля для лучевых скоростей (формула).

116. Основные особенности распространения света в анизотропной среде (формулировка).

117. Эллипсоид лучевых скоростей, оптическая ось кристалла (определение, свойства).

118. Лучевая поверхность (определение, свойства).

119. Главная плоскость, обыкновенный и необыкновенный лучи (определения).

120. Отрицательные и положительные кристаллы (определение).

121. Законы преломления для анизотропных сред (формулировка).

122. Построение Гюйгенса для анизотропных кристаллов (примеры построения).

123. Двойное лучепреломление и поляризация света (построение, интерпретация).

124. Поляризационные приборы (примеры и принцип действия).

125. Фотоупругость (определение, схема наблюдения).

126. Эффекты Поккельса и Керра (определение, схема наблюдения).

127. Эффекты Зеемана и Фарадея, явление Коттон-Мутона (определение, схеме наблюдения).

128. Рассеяние света, виды рассеяния (определения).

129. Излучение элементарного рассеивателя. Индикатриса рассеяния, поляризация и закон Рэлея (определения, рисунки, формулы).

130. Молекулярное рассеяние света. Основные положения статистической теории рассеяния (формулировки).

131. Формулы Эйнштейна и Рэлея.

132. Рассеяние Рэлея в дисперсных средах. Рассеяние Ми (основные особенности).

133. Комбинационное рассеяние (основные закономерности).

134. Классическая модель излучения затухающего дипольного осциллятора. Время затухания, естественная ширина линии излучения (положения модели, формулы).

135. Ударное и доплеровское уширения спектральной линии (определения, оценки).

136. Тепловое излучение (определение).

137. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение (определения).

138. Излучательная способ-ть абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа (опред-ие, формулировка).

139. Формула Рэлея-Джинса. "Ультрафиолетовая катастрофа" (формула, формул-ка проблемы).

140. Закон Стефана-Больцмана и формула смещения Вина (формулы).

141. Типы радиационных переходов. Коэффициенты Эйнштейна (схемы, формулы).

142. Взаимосвязь коэффициентов Эйнштейна (причины, формулы).

143. Формула Планка.

144. Энергетическая структура атомов, молекул и твердых тел (схемы).

145. Явление люминесценции (определение и классификация).

146. Механизмы и свойства люминесценции (схемы и формулы).

147. Резонансное усиление света. Линейный коэффициент усиления и инверсная заселенность (определения, формулы).

148. Получение инверсной заселенности с помощью трехуровневой системы (схема).

149. Лазеры – устройство и принцип работы, условия стационарной генерации (схема).

150. Спектральный состав излучения лазера. Продольные и поперечные моды (формулы).

151. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов (схема, формулы).

152. Среды с квадратичной нелинейностью. Оптическое детектирование и генерация гармоник (формулы, схема).
153. Среды с кубичной нелинейностью. Самофокусировка волновых пучков и генерация гармоник (формулы).

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- для экзамена

Вопросы экзаменационных билетов:

1. Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла и материальное уравнение. Волновое уравнение. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов в плоской волне.

2. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга Интенсивность света. Плотность импульса и давление электромагнитной волны.

3. Монохроматические и квазимонохроматические волны. Фурье-анализ и синтез волновых полей. Спектральная амплитуда, фаза и плотность. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.

4. Ориентация полевых векторов в плоской волне. Поляризация света, классификация состояния поляризации. Поляризация естественного света.

5. Интерференция монохроматических волн. Получение интерференционных картин делением волнового фронта и делением амплитуды. Полосы равной толщины и равного наклона.

6. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности. Длина и время когерентности.

7. Интерференция света от протяженного источника. Пространственная когерентность. Радиус пространственной когерентности.

8. Многоволновая интерференция. Формулы Эйри. Многолучевые интерферометры.

9. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Принцип Гюйгенса-Френеля для анизотропной среды.

10. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл Френеля и его трактовка. Зоны Френеля.

11. Качественный анализ дифракционных картин с применением зон Френеля. Зонная пластинка, линза.

12. Дифракция света. Ближняя и дальняя зоны дифракции, дифракционная длина. Дифракция на круглом отверстии и круглом экране.

13. Дифракция света. Дифракция на крае экрана. Зоны Шустера, спираль Корню.

14. Дифракция света. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера.

15. Дифракция света. Дифракционная картина в дальней зоне как Фурье-образ объекта. Угловой спектр.

16. Тепловое излучение. Формула Рэлея-Джинса. Классическая теория, ее ограниченность. Элементы квантового подхода. Формула Планка, ее предельные случаи.

17. Дифракция на однородных периодических структурах. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.

18. Дифракция на двух и трехмерных структурах. Условие Брэгга. Схемы Понятие о рентгеноструктурном анализе.

19. Спектральный анализ с пространственным разложением спектра. Спектральные приборы и их характеристики.

20. Излучение света, классическая модель осциллятора. Оценка времени затухания. Форма линии излучения.

21. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Спектр излучения и его ширина. Механизмы уширения спектров излучения.

22. Тепловое излучение. Основные законы теплового излучения.

23. Нелинейные оптические явления. Среды с. квадратичной нелинейностью. Генерация гармоник и оптическое детектирование.

24. Нелинейные оптические явления. Среды с кубической нелинейностью, самофокусировка волновых пучков и генерация гармоник.

25. Резонансное усиление света при инверсной заселенности уровней. Методы создания инверсной заселенности. Ширина линии усиления.

26. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим и магнитным полями.

27. Рассеяние света. Излучение элементарного рассеивателя. Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света и закон Рэлея.

28. Молекулярное рассеяние в газах и жидкостях. Элементы статистической теории рассеяния. Формула Эйнштейна. Основные особенности молекулярного рассеяния.

29. Распространение света в анизотропной среде. Соотношение между векторами индукции и напряжённости электрического и магнитного полей в световой волне. Двулучепреломление света: построение с помощью лучевой поверхности.

30. Поляризационные устройства. Пластинки «λ/4» и «λ/2». Интерференция поляризованных волн.

31. Распространение света в анизотропной среде. Фазовая и лучевая скорости. Уравнения Френеля для фазовых и лучевых скоростей.

32. Дисперсия света. Зависимость показателя преломления и поглощения газов от частоты. Закон Бугера. Расплывание волновых пакетов в диспергирующей среде.

33. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля, поляризация отраженной и прошедшей волн. Угол Брюстера.

34. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.

35. Лазеры - устройство и принцип работы. Условия стационарной генерации. Продольные и поперечные моды. Свойства лазерного излучения.

36. Представление о квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Модель двухуровневой системы, Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.

37. Лазер - устройство и принцип работы. Основные типы лазеров. Свойства лазерного излучения.

38. Излучение света осциллятором. Естественная ширина спектральной линии излучения, ее оценка.

39. Интерференция света. Интерферометры и их применение.

40. Представления о квантовой теории излучения атомами и молекулами. Спонтанные и вынужденные переходы в двухуровневой системе. Коэффициенты Эйнштейна, их взаимосвязь.

41. Усиление света в активной среде, методы создания инверсной заселенности. Зависимость коэффициента усиления от частоты. Насыщение усиления.

42. Многоуровневые системы. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики.

43. Дифракционная теория формирования изображений. Разрешающая способность телескопа и микроскопа. Наблюдение фазовых объектов: метод фазового контраста, метод тёмного поля.

44. Голография. Основные схемы записи голограмм и восстановления изображений.

45. Дисперсия света. Зависимость показателя преломления газов от частоты. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея).

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания *(домашние задания)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(контрольные работы)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(экзамен)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

- для зачета

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	Не зачтено	Зачтено		
Знания *(домашние задания)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(контрольные работы)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(зачет)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- **Перечень основной и дополнительной литературы.**

1. Ландсберг Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг – 7-е изд. – М.: Физматлит, 2017. – 852 с.
2. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика / В.А. Алешкевич – М.: Физматлит, 2011. – 320 с.
3. Сивухин Д.В. Курс общей физики: в 5 т. Т 4 / Д.В. Сивухин. – 3-е изд. стер. – М.: Физматлит, 2002. – 792 с.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие / И.Е. Иродов. – 15-е изд. стер. – М.: Лань, 2018. – 420 с.

- **Описание материально-технического обеспечения.**

Учебный кабинет №172, (39,78 м^2) Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт., 3-х створчатая доска для мела – 1 шт., Стол для преподавателя – 1 шт. Стационарный экран для проектора – 1 шт.
Учебный кабинет №173, (40,71м^2) Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт., 3-х створчатая доска для мела – 1 шт., Стол для преподавателя – 1 шт. Стационарный экран для проектора – 1 шт.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и геофизики Николай Борисович Косых.

12. Автор (авторы) программы.

Старший преподаватель кафедры физики и геофизики, руководитель образовательной программы специалитета 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» Андрей Валерьевич Сулимов.

Приложение

ОФОРМЛЕНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ,
ПРОВОДИМОЙ В ФОРМЕ УСТНОГО ЭКЗАМЕНА

Формат (в зависимости от количества вопросов, наличия или отсутствия задач и т.п.) А-5 или А-6

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА имени М.В. ЛОМОНОСОВА в г. СЕВАСТОПОЛЕ

Специальность 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

(шифр (шифры) и название (названия) направления (направлений) подготовки)

Учебная дисциплина Оптика

Семестр 4

Экзаменационный билет № 1

1. Общее решение волнового уравнения для плоских волн (формула).
2. Ближняя и дальняя зоны дифракции (определения).
3. Среды с кубичной нелинейностью. Самофокусировка волновых пучков и генерация гармоник (формулы).

Утверждено на заседании кафедры,
протокол № ___ от «____» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ (*Ф.И.О*)

Преподаватель _____ (*Ф.И.О.*)