

**Содержание учебной дисциплины «Общий курс физики. Оптика»
для студентов физического факультета специальностей «Физика», «Радиофизика и
электроника», направления «Физика»**

1.	<u>Введение.</u> Оптика в современной физике. Краткая история развития оптики и основные разделы оптики. Открытия в оптике в 20-ом столетии.
	Электромагнитные волны оптического диапазона. Поляризация света
2.	<u>Электромагнитные волны в однородных, изотропных, не поглощающих, диэлектрических средах.</u> Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон. Источники света. Приемники света. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Уравнение волны. Плоская монохроматическая волна. Основные характеристики колебаний и волн и их физический смысл. (Амплитуда, фаза, частота, круговая частота, волновое число, длина волны, фазовая скорость, фронт волны, волновые поверхности.). Фазовая скорость волны. Пространственные периоды и частоты. Сферическая и цилиндрическая волны. Уравнение параксиальной сферической волны. Гауссов пучок света. Представление монохроматических волн в комплексном виде. Комплексная амплитуда волнового поля. Уравнение Гельмгольца.
3.	<u>Поляризация плоской монохроматической электромагнитной волны.</u> Поперечность электромагнитной волны. Взаимная ориентация волнового вектора, векторов электрического и магнитного полей в плоской волне. Типы поляризации электромагнитных волн. Линейно (плоско) поляризованная волна. Плоскость поляризации. Круговая (циркулярная) и эллиптическая поляризации. Суперпозиция ортогонально поляризованных волн с одинаковыми частотами. Суперпозиция ортогонально поляризованных волн с различными частотами, с изменяющимися во времени начальными фазами. Случайная (хаотическая) поляризация волн. Естественный и частично поляризованный свет. Степень поляризации.
4.	<u>Модулированные (квазимонохроматические) волны.</u> Амплитудная, фазовая, частотная модуляции. Разложение по гармоническим составляющим. Временной спектр. Волновой цуг конечной длительности. Соотношение между длиной цуга и шириной спектрального интервала. Длина и время когерентности волны. Излучение дипольного осциллятора. Суперпозиция двух плоских монохроматических волн различной частоты. Биения. Групповая скорость. Формула Рэлея. Дисперсия света. Энергия электромагнитных волн. Плотность потока энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света.
5.	<u>Стоячие электромагнитные волны.</u> Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности в стоячей волне. Оптический резонатор. Регистрация стоячих электромагнитных волн: опыт Винера, цветная фотография Липпмана, объемная голограмма Денисюка.
	Отражение и преломление света
6.	<u>Отражение и преломление света на плоской границе раздела двух изотропных диэлектриков.</u> Вывод законов отражения и преломления на основе принципа Гюйгенса (построений Гюйгенса) и граничных условий уравнений Максвелла. Формулы Френеля - соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн. Вывод формул Френеля.
7.	<u>Следствия из формул Френеля.</u> Зависимость коэффициента отражения от угла падения. Изменение фазы волны при отражении. Изменение азимута колебаний линейно поляризованной волны при отражении и преломлении. Поляризация отраженного света при отражении под углом Брюстера. Брюстеровские окна в газовом лазере. Изменение состояния поляризации света при отражении и преломлении. Степень поляризации отраженного и преломленного света. Стопа Столетова. Энергетические коэффициенты отражения и пропускания. Закон сохранения энергии. Коэффициент отражения при произвольном азимуте линейной поляризации. Коэффициент отражения для естественного и циркулярно поляризованного света.

8.	<p><u>Полное внутреннее отражение.</u> Предельный угол полного внутреннего отражения. Призмы полного внутреннего отражения. Волоконные и планарные световоды.</p> <p>Неоднородная волна вблизи границы раздела сред при полном внутреннем отражении.</p> <p>Нарушенное полное внутреннее отражение.</p> <p>Изменение состояния поляризации света при полном внутреннем отражении. Вывод из формул Френеля выражений для сдвига фазы волны при полном внутреннем отражении.</p> <p>Преобразование линейно поляризованного света в циркулярно поляризованный при полном внутреннем отражении. Параллелепипед Френеля.</p>
9.	<p><u>Отражение света поверхностью металлов.</u> Коэффициент отражения металлов. Глубина проникновения преломленной волны. Изменение состояния поляризации линейно поляризованной волны при отражении поверхностью металлов. Эллипсометрия.</p>
Оптика анизотропных сред. Кристаллооптика	
10.	<p><u>Распространение света в анизотропной среде.</u> Тензор диэлектрической проницаемости. Одноосные и двуосные кристаллы. Взаимная ориентация векторов электромагнитного поля в анизотропной среде. Фазовая и лучевая скорости волны в анизотропной среде. Обыкновенные и необыкновенные волны.</p>
11.	<p><u>Уравнение для лучевых скоростей в одноосном кристалле.</u></p> <p>Поверхности лучевых скоростей обыкновенной и необыкновенной волн в одноосном кристалле. Преломление света на границе анизотропной среды. Построения Гюйгенса для одноосных кристаллов.</p>
12.	<p><u>Поляризационные устройства.</u> Кристаллические пластинки в $\lambda_0/4$ и $\lambda_0/2$. Компенсаторы. Поляризационные призмы Николя, Волластона, Рошона и Сенармона. Поляроиды. Закон Малюса. Кристаллическая пластина между двумя поляризаторами (поляроидами). Жидкие кристаллы и ЖК экраны.</p>
13.	<p><u>Индукцированная (искусственная) анизотропия оптических свойств.</u> Фотоупругость. Закон фотоупругости Брюстера. Электрооптические эффекты Керра и Погкельса. Эффект Коттона-Мутона.</p>
Интерференция света	
14.	<p><u>Интерференция монохроматических волн точечных источников.</u> Уравнение интерференции монохроматических волн (вывод уравнения с использованием векторной диаграммы и комплексной формы записи для уравнения волны). Пространственное распределение интенсивности в интерференционной картине. Условия образования максимумов и минимумов интенсивности. Интерференционные полосы. Контраст (видность) интерференционных полос. Сложение векторных разнонаправленных колебаний.</p> <p>Интерференция плоских волн. Пространственный период полос. Интерференция сферических волн.</p>
15.	<p><u>Интерференция немонахроматических волн.</u> Взаимная когерентность волн. Оптические устройства для получения взаимно когерентных волн и наблюдения их интерференции. Интерферометры. Интерферометры с делением волны по амплитуде и по волновому фронту. Оптический путь, оптическая разность хода. Связь разности фаз волн с их оптической разностью хода. Условия формирования светлых и темных интерференционных полос. Разность хода волн, отраженных от плоскопараллельной стеклянной пластины и от оптического клина. Интерференционные полосы равного наклона и равной толщины.</p>
16.	<p><u>Интерферометры.</u> Интерферометры с делением по амплитуде. Кольца Ньютона. Интерферометр Физо. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.</p> <p>Интерферометры с делением по волновому фронту. Интерферометр Юнга. Период интерференционных полос Юнга. Интерферометр Рэлея. Бипризма и бизеркала Френеля. Билинза Бийе, зеркало Ллойда.</p>

17.	<u>Временная и пространственная когерентность волнового поля.</u> Проявление временной когерентности в интерференционном эксперименте. Соотношения между разностью хода и длиной временной когерентности, между временем когерентности и шириной спектрального интервала в интерференционном эксперименте. Предельная разность хода и полное число наблюдаемых интерференционных полос. Влияние временной и пространственной когерентности света при интерференции в тонких пленках. Функция временной когерентности и ее связь со спектром оптического поля. Зависимость контраста интерференционных полос от степени временной когерентности. Фурье-спектроскопия.
18.	<u>Интерференция света протяженных источников.</u> Поперечная пространственная когерентность. Роль конечных размеров источника света. Длина (радиус) поперечной когерентности. Проявление ограниченной поперечной когерентности в интерферометре Юнга. Функция и степень поперечной когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона и его современные модификации.
19.	<u>Интерференция монохроматических волн различной частоты.</u> Зависимость наблюдаемой картины от постоянной времени фотоприемника. Спектральная интерференция (интерференция при больших разностях хода).
20.	<u>Многолучевая интерференция.</u> Интерферометр Фабри-Перо. Распределение интенсивности в интерференционных картинах в проходящем и отраженном излучении. Разность фаз и разность хода лучей в интерферометре Фабри-Перо. Применение интерферометра Фабри-Перо в высокоразрешающей спектроскопии. Интерферометр Фабри-Перо - лазерный резонатор. Интерференционные светофильтры. Многослойные диэлектрические интерференционные зеркала. Просветление оптических деталей. Фотография Липпмана в натуральных цветах. Голограммы Денисюка. Дифракционная решетка – многолучевой интерферометр с делением по волновому фронту.
Дифракция света	
21.	<u>Дифракция света. Принцип Гюйенса-Френеля.</u> Дифракционный интеграл. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом экране. Зоны Френеля. Векторные диаграммы. Пятно Пуассона. Распределение освещенности в дифракционной картине в поперечном направлении и вдоль оси отверстия. Зонная пластинка и ее сравнение с линзой. Дифракция Френеля на прямолинейном краю экрана. Спираль Корню. Распределение освещенности в дифракционной картине.
22.	<u>Дифракция Фраунгофера – дифракция дальнего поля.</u> Дифракция Фраунгофера на щели и на прямоугольном отверстии. Распределение интенсивности в дифракционной картине. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракционная расходимость (уширение) световых пучков. Дифракционный предел разрешения оптических систем.
23.	<u>Дифракционная решетка.</u> Распределение интенсивности в картине дифракции на щелевой амплитудной дифракционной решетке. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дифракционный спектрограф. Разрешающая способность дифракционной решетки. Отражающие дифракционные решетки. Синусоидальная амплитудная дифракционная решетка. Фазовые дифракционные решетки.
24.	<u>Объемные дифракционные решетки.</u> Дифракция Брегга-Вульфа. Дифракция света на акустических волнах.
25.	<u>Физические принципы голографии.</u> Голографические схемы записи и восстановления оптических полей. Голографическая интерферометрия. Объемные голограммы Брегга и голограммы Денисюка.
Молекулярная оптика. Нелинейная оптика.	
26.	<u>Распространения света в изотропной диспергирующей среде.</u> Поляризация среды. Дисперсия света. Уравнение плоской монохроматической волны в поглощающей среде. Закон Бугера. Волновые пакеты. Групповая скорость волны. Формула Рэлея.

27.	<u>Классическая электронная теория дисперсии.</u> Уравнение движения осциллятора во внешнем поле. Дисперсия вдали от линии поглощения. Формула Коши. Формула Лоренц-Лорентца. Дисперсия в области линии поглощения. Аномальная дисперсия. Дисперсионная кривая и спектральный контур поглощения. Экспериментальные методы исследования аномальной дисперсии. Метод скрещенных призм. Интерференционный метод. Метод "крюков" Рождественского.
28.	<u>Эффект вращения направления поляризации при распространении света в веществе.</u> Естественное вращение плоскости поляризации. Опыт Френеля. Сахарометрия. Поляриметры. Эффект вращения направления поляризации в магнитном поле - эффект Фарадея.
29.	<u>Рассеяние света в неоднородных средах и его закономерности.</u> Индикатриса рассеяния. Поляризация рассеянного света. Закон Рэлея. Молекулярное рассеяние. Объяснение цвета зари и неба. Неупругое рассеяние света. Комбинационное рассеяние – рассеяние Мандельштама-Рамана.
30.	<u>Нелинейная оптика.</u> Генерация второй гармоники. Самофокусировка световых пучков. Вынужденное рассеяние света. Просветление, многофотонное поглощение.
Оптика движущихся тел	
31.	<u>Скорость света и методы ее определения.</u> Лабораторные методы Физо (метод прерываний) и Фуко (метод вращающегося зеркала). Астрономические методы Ремера (по спутникам Юпитера) и Бадделя (метод аберраций).
32.	<u>Проявление движения среды в интерференционных опытах.</u> Опыт Физо. Эффект и интерферометр Саньяка. Оптический интерференционный гироскоп. Опыт Майкельсона. Попытка обнаружения движения Земли оптическим методом.
33.	<u>Эффект Доплера в оптике.</u> Проявление эффекта Доплера в спектральных исследованиях (частотный сдвиг спектральных линий излучения звезд, доплеровское уширение спектральных линий). Проявление эффекта Доплера при интерференции и дифракции света. Сдвиг частоты света при дифракции на движущейся дифракционной решетке. Дифракция Рамана-Ната на бегущей акустической волне.

4. Перечень основной и дополнительной литературы

1.	Бутиков Е.И. Оптика. - С.-Петербург: Невский Диалект: БХВ-Петербург. 2003. - 480 с.
2.	Ландсберг Г.С. Оптика. Издание 5-е. - М.: Наука, 1976. - 928 с. Издание 6-е. - М.: Наука, 2006. - 928 с.
3.	Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - М.: Наука, 1978. - 480 с.
4.	Калитеевский Н.И. Волновая оптика. - М.: Высшая школа, 1995. - 463 с.
5.	Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. - М.: Наука, 1976. - 752 с. 3-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 792 с.
6.	Стафеев С.К., Боярский К.К., Башнина Г.Л." Основы оптики. Издательство: С.-П. Изд-во «Питер», 2006. – 336 с.
7.	Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: Учебник. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 656 с.
8.	Матвеев А.Н. Оптика. - М.: Высшая школа, 1985. - 351 с.
9.	Годжаев Н.М. Оптика. - М.: Высшая школа, 1977. - 432 с.
10.	Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. 3-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 656 с.
Задачники. Физический практикум	
11.	Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. / Под ред. Д.В.Сивухина, изд. 4. - М.: Наука, 1977. - 320 с.
12.	Физический практикум. Оптика. http://optics.sgu.ru/library/education/laboptics
13.	И.Е.Иродов. Задачи по общей физике. М.; Наука, 1988.

14.	Ильичева Е.Н., Кудяров Ю.В., Матвеев А.Н. Методика решения задач оптики. /Под ред. А.Н.Матвеева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 232 с.
15.	Физический практикум. Электричество и оптика. Под редакцией В.И.Ивероновой. М.; Наука, 1968.
	<i>Дополнительная литература</i>
16.	Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - 720 с.
17.	Дитчберн Р. Физическая оптика. 1965.
18.	Учебно-методические материалы по оптике, размещенные на Интернет-сайте кафедры оптики и биофтоники http://optics.sgu.ru
19.	Федосов И.В. Геометрическая оптика (учебное пособие). - Саратов: Сателлит. – 2008. – 92 с.

Профессор кафедры оптики и биофтоники физического факультета, д.ф.-м.н.

В.П. Рябухо