

**Программа лекций по общему курсу физики, раздел «Оптика»
по направлениям «Прикладные математика и физика» и «Радиофизика»,
факультет нелинейных процессов СГУ
(2013 г)**

1.	<u>Введение.</u> Оптика в современной физике. Краткая история развития оптики и основные разделы оптики. Открытия в оптике в 20-ом столетии. Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон. Источники приемники света.
	Электромагнитные волны оптического диапазона. Поляризация света
2.	<u>Электромагнитные волны в однородных, изотропных, не поглощающих, диэлектрических средах.</u> Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Уравнение волны. Плоская монохроматическая волна. Основные характеристики колебаний и волн и их физический смысл. Волновой фронт. Волновые поверхности. Сферическая и цилиндрическая волны. Представление монохроматических волн в комплексном виде. Комплексная амплитуда волнового поля. Энергия электромагнитных волн. Плотность потока энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света.
3.	<u>Поляризация 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 различными частотами. Суперпозиция ортогонально поляризованных волн с изменяющимися во времени начальными фазами. Хаотическая поляризация света - естественный свет. Степень поляризации.
4.	<u>Стоячие электромагнитные волны.</u> Уравнение стоячей волны. Регистрация стоячих электромагнитных волн. Опыт Винера. Оптический резонатор. Цветная фотография Липпмана.
5.	<u>Квазимонохроматические волны.</u> Излучение дипольного осциллятора. Разложение по гармоническим составляющим. Частотный спектр. Модулированные волны. Амплитудная и фазовая модуляции. Волновой цуг конечной длительности. Соотношение между длиной волнового цуга и шириной спектрального интервала. Суперпозиция двух плоских монохроматических волн различной частоты. Биения. Групповая скорость. Формула Рэлея. Дисперсия света.
	Отражение и преломление света
6.	<u>Отражение и преломление света на плоской границе раздела двух изотропных диэлектриков.</u> Законы отражения и преломления света. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн – формулы Френеля. Следствия из формул Френеля. Эффект Брюстера. Брюстеровские окна в лазере. Стопа Столетова. Энергетические коэффициенты отражения и пропускания. Закон сохранения энергии при отражении и преломлении света. Коэффициент отражения при произвольном азимуте линейной поляризации. Коэффициент отражения для естественного (хаотически поляризованного) света.
7.	<u>Полное внутреннее отражение.</u> Критический (предельный) угол полного отражения. Оптические элементы и приборы, работающие на полном внутреннем отражении. Волоконные и планарные световоды. Изменение фазы волны при полном внутреннем отражении. Изменение состояния поляризации света при полном внутреннем отражении. Параллелепипед Френеля.
8.	<u>Отражение света поверхностью металлов.</u> Изменение состояния поляризации линейно поляризованной волны при отражении поверхностью металлов. Эллипсометрия.
	Оптика анизотропных сред. Кристаллооптика
9.	<u>Распространение света в анизотропной среде.</u> Тензор диэлектрической проницаемости. Одноосные и двуосные оптические кристаллы. Обыкновенные и необыкновенные волны в анизотропной среде. Уравнения для лучевых скоростей в одноосном кристалле. Поверхности лучевых скоростей обыкновенной и необыкновенной волн в одноосном кристалле. Двулучевое преломление света на границе анизотропной среды.

10.	<p><u>Поляризационные устройства.</u> Дихроичные пластины и поляроиды. Закон Малюса. Кристаллические фазовые пластинки. Изменение состояния и параметров поляризации света с помощью фазовых пластин. Пластины в $\lambda/4$ и $\lambda/2$. Компенсаторы. Устройства с фазовыми пластинами между линейными поляризаторами (поляроидами). Поляризационные призмы Николя, Волластона, Рошона, Сенармона. Жидкие кристаллы. Устройство и принцип действия ЖК дисплеев. ЖК затворы. Принципы 3D дисплеев.</p> <p><u>Искусственная анизотропия.</u> Фотоупругость – фотоэластический, пьезооптический эффект. Закон Брюстера для фотоупругости. Полярископы. Электрооптические эффекты Керра и Погкельса. Эффект Коттона-Мутона.</p>
	Интерференция света
11.	<p><u>Интерференция монохроматических волн точечных источников.</u> Уравнение интерференции монохроматических волн. Пространственное распределение интенсивности в интерференционной картине. Интерференционные полосы. Контраст (видность) интерференционных полос. Интерференция плоских и сферических волн.</p>
12.	<p><u>Взаимная когерентность волн.</u> Уравнение интерференции частично когерентных волн. Способы получения взаимно когерентных световых волн - интерферометры. Оптический путь, оптическая разность хода. Связь разности фаз волн с их оптической разностью хода. Условия формирования светлых и темных интерференционных полос. Оптическая разность хода лучей света при отражении от границ плоского прозрачного слоя. Полосы равного наклона. Оптический клин. Полосы равной толщины.</p>
13.	<p><u>Интерферометры с делением исходной волны по амплитуде.</u> Интерферометр Ньютона - кольца Ньютона. Интерферометр Майкельсона. Разность хода волн в интерферометре Майкельсона. Изменение интенсивности света на выходе интерферометра Майкельсона при смещении одного из зеркал интерферометра. Интерферометр Маха-Цендера. Разность хода волн в интерферометре Маха-Цендера.</p>
14.	<p><u>Интерферометры с делением исходной волны по волновому фронту.</u> Интерферометр Юнга. Период интерференционных полос Юнга. Определение длины волны света с помощью интерферометра Юнга. Интерферометр Релея. Интерференционные опыты с делением волнового фронта: бипризма Френеля, зеркала Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда.</p>
15.	<p><u>Интерференция монохроматических волн различной частоты.</u> Зависимость наблюдаемой картины от постоянной времени фотоприемника и разности частот.</p>
16.	<p><u>Временная когерентность световых волн.</u> Время и длина временной когерентности. Длина волнового цуга. Соотношения между временем когерентности и шириной спектрального интервала. Условие наблюдения интерференции квазимонохроматических волн точечных источников. Соотношение между разностью хода волн в интерферометре и длиной временной когерентности. Интерференция света при отражении от тонких пленок – цвета тонких пленок. Проявление временной когерентности света в интерферометре Майкельсона. Спектральная интерференция (интерференция при больших разностях хода).</p>
17.	<p><u>Интерференция квазимонохроматических волн протяженных источников света.</u> Поперечная пространственная когерентность. Длина поперечной когерентности и ее зависимость от угловых размеров источника света. Интерферометр Юнга с протяженным источником света. Зависимость контраста интерференционных полос Юнга от размеров источника света. Измерение длины поперечной когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона и его современные модификации. Измерение угловых размеров звезд с использованием эффекта пространственной когерентности.</p>

18.	<u>Многолучевая интерференция.</u> Интерферометр Фабри-Перо. Распределение интенсивности в интерференционных картинах интерферометре Фабри-Перо в проходящем и отраженном свете. Применение интерферометра Фабри-Перо в высокоразрешающей спектроскопии. Интерферометр Фабри-Перо – лазерный резонатор. Интерференционные светофильтры. Многослойные диэлектрические интерференционные зеркала. Фотография Липпмана в натуральных цветах. Голограммы Денисюка. Просветление поверхностей оптических деталей.
19.	<u>Интерференция поляризованных волн.</u> Интерференция ортогонально поляризованных плоских волн. Кристаллические пластинки между двумя поляроидами.
	Дифракция света
20.	<u>Дифракция волн.</u> Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса-Френеля. Зонная теория дифракции Френеля. Зоны Френеля. Радиусы зон Френеля. Векторная диаграмма. Дифракция света на круглом экране. Пятно Пуассона. Зонная пластинка Френеля и ее сравнение с линзой. Линза Френеля.
21.	<u>Дифракция Фраунгофера – дифракция дальнего поля.</u> Дифракция Фраунгофера на щели и на прямоугольном отверстии. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракционная расходимость (уширение) световых пучков. Лазерные гауссовы пучки. Дифракционный предел разрешения оптических систем формирования изображения. Предельные поперечные размеры сфокусированного пучка света.
22.	<u>Дифракционные решетки.</u> Амплитудная щелевая дифракционная решетка. Условия наблюдения главных максимумов дифракции. Распределение интенсивности в картине дифракции света на амплитудной дифракционной решетке. Фазовые дифракционные решетки. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракционный спектрограф. Объемные дифракционные решетки. Дифракция Брэгга-Вульфа. Дифракция света на акустических волнах.
23.	<u>Физические принципы оптической голографии.</u> Голографические схемы записи и восстановления волновых полей. Объемные голограммы Денисюка. Цифровая голография.
	Молекулярная оптика
24.	<u>Распространения света в изотропной диспергирующей среде.</u> Поляризация среды. Дисперсия вещества. Уравнение плоской монохроматической волны в поглощающей среде. Закон Бугера. Волновые пакеты. Групповая скорость волны. Формула Рэлея. Классическая электронная теория дисперсии. Дисперсия вдали от линии поглощения. Дисперсия в области линии поглощения - аномальная дисперсия. Дисперсионная кривая и спектральный контур поглощения света. Экспериментальные методы исследования аномальной дисперсии. Метод скрещенных призм. Интерференционный метод с использованием интерферометра Маха-Цендера.
25.	<u>Эффект вращения плоскости поляризации света в среде.</u> Естественное вращение плоскости поляризации – естественная оптическая активность. Представление линейно поляризованного света в виде суперпозиции циркулярно поляризованных волн. Сахарометрия. Поляриметры. Эффект вращения плоскости поляризации света в среде в магнитном поле - эффект Фарадея.
26.	Рассеяние света в неоднородных средах и его закономерности. Поляризация рассеянного света. Индикатриса рассеяния. Закон Релея. Молекулярное рассеяние. Объяснение цвета зари и неба. Теория рассеяния Ми. Упругое и неупругое рассеяния света. Комбинационное рассеяние.
27.	Нелинейная оптика. Генерация второй гармоники. Самофокусировка световых пучков.
	Оптика движущихся тел
28.	Скорость света и методы ее определения. Лабораторные методы: Физо - метод прерываний, и Фуко - метод вращающегося зеркала. Астрономические методы: Ремера - по спутникам Юпитера, и Бадделя - метод аберраций.

29.	Проявление движения среды в интерференционных опытах. Опыт Физо с кольцевым интерферометром и движущейся жидкостью. Эффект Саньяка. Волоконный кольцевой интерферометр Саньяка - оптический интерференционный гироскоп. Опыт Майкельсона по обнаружению движения Земли вокруг Солнца интерференционным методом.
30.	Эффект Доплера в оптике. 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 света на бегущей акустической волне.

Перечень основной и дополнительной литературы

а) основная литература:

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. В 3-х т. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 9-е изд. Учебное пособие в 3х томах. - М: Астрель АСТ 2005, 2007 – 336 с:
4.	Калитеевский Н. И. Волновая оптика Учебное пособие – 5е издание стер. СПб, М: Краснодар: Лань, 2008-465 с
5.	Стафеев С.К., Боярский К.К., Башнина Г.Л. Основы оптики. С.-П. Изд-во «Питер», 2006. – 336 с.
6.	Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие. В 5-ти томах. Т.4. Оптика Учебное пособие для ВУЗ в 5ти томах. - М; ФИЗМАТЛИТ, 2005-2006 - 792 с.
7.	Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: Учебник. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 656 с. 2-е изд. - М.: Изд-во МГУ; Наука, 2004. - 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. В 5 томах. Т.4. Оптика/В.Л. Гинзбург (и др): под редакцией Д.В.Сивухина - 5е издание стер.-М: Лань-ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 267 с.
12.	Рябухо В.П. Сборник задач по общему курсу физики. Волновая оптика. – СГУ. Кафедра оптики и биофотоники. 2013. 111 с. http://optics.sgu.ru/library/education
13.	Физический практикум. Оптика. http://optics.sgu.ru , http://optics.sgu.ru/library/education , http://optics.sgu.ru/library/education/laboptics
14.	Иродов И. Задачи по общей физике Учебное пособие/И.Е.Иродов-10е издание стер. СПб: М: Краснодар: Лань, 2006-416 с:
15.	Ильичева Е.Н., Кудеяров Ю.В., Матвеев А.Н. Методика решения задач оптики. /Под ред. А.Н.Матвеева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 232 с.
16.	Физический практикум. Электричество и оптика. Под ред. В.И. Ивероной. М.; Наука, 1968.

б) дополнительная литература:

17.	Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - 720 с.
18.	Дитчберн Р. Физическая оптика. 1965.
19.	Учебно-методические материалы по оптике, размещенные на Интернет-сайте кафедры оптики и биофотоники http://optics.sgu.ru , http://optics.sgu.ru/library/education
20.	Федосов И.В. Геометрическая оптика (учебное пособие). - Саратов: Сателлит. – 2008. – 92 с. http://optics.sgu.ru/library/education/geomoptics

Профессор кафедры оптики и биофотоники

В.П. Рябухо