

**Содержание учебной дисциплины «Общий курс физики. Оптика»
для студентов Факультета нелинейных процессов специальностей 013800
«РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА», 010710 «ФИЗИКА ОТКРЫТЫХ
НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ» и направления 511500 «РАДИОФИЗИКА»**

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> Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Уравнение волны. Плоская и сферическая волны. Основные характеристики колебаний и волн и их физический смысл. Представление монохроматических волн в комплексном виде. Комплексная амплитуда волнового поля. Уравнение Гельмгольца. <u>Поляризация электромагнитных волн.</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.
3.	<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. 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. <u>Стоячие электромагнитные волны.</u> Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности в стоячей волне. Оптический резонатор. Регистрация стоячих электромагнитных волн: опыт Винера.
	Отражение и преломление света
4.	<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. <u>Формулы Френеля.</u> Следствия из формул Френеля. 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. Энергетические коэффициенты отражения и пропускания. Закон сохранения энергии. Коэффициент отражения при произвольном азимуте линейной поляризации. Коэффициент отражения для естественного и циркулярно поляризованного света.
5.	<u>Полное внутреннее отражение.</u> Предельный угол полного внутреннего отражения. Призмы полного внутреннего отражения. Волоконные и планарные световоды. Неоднородная волна вблизи границы раздела сред при полном внутреннем отражении. Нарушенное полное внутреннее отражение. Изменение состояния поляризации света при полном внутреннем отражении. Вывод из формул Френеля выражений для сдвига фазы волны при полном внутреннем отражении. Преобразование линейно поляризованного света в циркулярно поляризованный при полном внутреннем отражении. Параллелепипед Френеля. <u>Отражение света поверхностью металлов.</u> Коэффициент отражения металлов. Глубина проникновения преломленной волны. Изменение состояния поляризации линейно поляризованной волны при отражении поверхностью металлов. Эллипсометрия.

Оптика анизотропных сред. Кристаллооптика	
6.	<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> <p><u>Уравнение для лучевых скоростей в одноосном кристалле.</u></p> <p>Поверхности лучевых скоростей обыкновенной и необыкновенной волн в одноосном кристалле.</p> <p><u>Преломление света на границе анизотропной среды. Построения Гюйгенса для одноосных сред.</u></p>
7.	<p><u>Поляризационные устройства.</u> Кристаллические пластинки в $\lambda_0/4$ и $\lambda_0/2$. Компенсаторы. Поляризационные призмы Николя, Волластона. Поляроиды. Закон Малюса. Кристаллическая пластина между двумя поляризаторами (поляроидами). Жидкие кристаллы и ЖК экраны.</p> <p><u>Индукцированная (искусственная) анизотропия оптических свойств.</u> Фотоупругость. Закон фотоупругости Брюстера. Эффекты Керра и Погкельса. Эффект Коттона-Мутона.</p>
Интерференция света	
8.	<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><u>Интерференция некогерентных 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.</p>
9.	<p><u>Интерферометры.</u> Интерферометры с делением по амплитуде. Кольца Ньютона. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера. Интерферометры с делением по волновому фронту. Интерферометр Юнга. Период интерференционных полос Юнга. Интерферометр Рэлея. Бипризма и бизеркала Френеля. Билинза Бийе, зеркало Ллойда.</p>
10.	<p><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.</p> <p>Функция временной когерентности и ее связь со спектром оптического поля. Зависимость контраста интерференционных полос от степени временной когерентности.</p> <p>Фурье-спектроскопия.</p> <p><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.</p> <p>Звездный интерферометр Майкельсона и его современные модификации.</p>

11.	<p><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.</p> <p>Фотография Липпмана в натуральных цветах. Голограммы Денисюка.</p> <p>Дифракционная решетка – многолучевой интерферометр с делением по волновому фронту.</p>
Дифракция света	
12.	<p><u>Дифракция света</u>. Принцип Гюйгенса-Френеля. 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.</p> <p><u>Дифракция Фраунгофера – дифракция дальнего поля</u>. Дифракция Фраунгофера на щели и на прямоугольном отверстии. Распределение интенсивности в дифракционной картине.</p> <p>Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракционная расходимость (уширение) световых пучков. Дифракционный предел разрешения оптических систем.</p>
13.	<p><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.</p> <p>Синусоидальная амплитудная дифракционная решетка. Фазовые дифракционные решетки.</p>
14.	<p><u>Объемные дифракционные решетки</u>. Дифракция Зрега-Вульфа. Дифракция света на акустических волнах.</p> <p><u>Физические принципы голографии</u>. Голографические схемы записи и восстановления оптических полей. Голографическая интерферометрия. Объемные голограммы Зрега и голограммы Денисюка.</p>
Молекулярная оптика. Нелинейная оптика.	
15.	<p><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.</p> <p><u>Классическая электронная теория дисперсии</u>. Уравнение движения осциллятора во внешнем поле. Дисперсия вдали от линии поглощения. Дисперсия в области линии поглощения. Аномальная дисперсия. Дисперсионная кривая и спектральный контур поглощения. Экспериментальные методы исследования аномальной дисперсии. Метод скрещенных призм. Интерференционный метод.</p>
16.	<p><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 Манделштама-Рамана.</p> <p><u>Нелинейная оптика</u>. Генерация второй гармоники. Самофокусировка световых пучков. Просветление, многофотонное поглощение.</p>
Оптика движущихся тел	
17.	<p><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 аббераций).</p> <p><u>Проявление движения среды в интерференционных опытах</u>. Опыт Физо. Эффект и интерферометр Саньяка. Оптический интерференционный гироскоп.</p> <p>Опыт Майкельсона. Попытка обнаружения движения Земли оптическим методом.</p>

18.	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 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. Бутиков Е.И. Оптика. - М.: Высшая школа, 1986. - 512 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.

	Физический практикум. Задачники
11.	Физический практикум. Оптика. http://optics.sgu.ru/library/education/laboptics
12.	Физический практикум. Электричество и оптика. Под редакцией В.И.Ивероновой. М.; Наука, 1968.
13.	Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. / Под ред. Д.В.Сивухина, изд. 4. - М.: Наука, 1977. - 320 с.
14.	И.Е.Иродов. Задачи по общей физике. М.; Наука, 1988.
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.
	Дополнительная литература
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 биофотоники http://optics.sgu.ru
19.	Федосов И.В. Геометрическая оптика (учебное пособие). - Саратов: Сателлит. – 2008. – 92 с.