

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ОБЩИЙ КУРС ФИЗИКИ. ОПТИКА**

для специальностей **010400 – Физика, 013800 – Радиофизика и электроника,**  
для направления **510400 - Физика**

|    |  |
|----|--|
| 1  | <u>Введение.</u> Оптика в современной физике. Краткая история развития оптики и основные разделы оптики. Открытия в оптике в 20-ом столетии.   |
|    | <b>Электромагнитные волны оптического диапазона. Поляризация света</b>   |
| 2  | <u>Электромагнитные волны в однородных, изотропных, не поглощающих, диэлектрических средах.</u> Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон. Источники света. Приемники света. Излучение дипольного осциллятора.<br>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.)  |
| 3. | <u>Сферическая и цилиндрическая волны.</u> Пространственно неоднородные монохроматические волны. Гауссов пучок света.<br>Представление монохроматических волн в комплексном виде. Комплексная амплитуда волнового поля. Уравнение Гельмгольца.<br>Поперечность электромагнитной волны. Взаимная ориентация волнового вектора, векторов электрического и магнитного полей в плоской волне.<br>Фазовая скорость волны.   |
| 4. | <u>Поляризация плоской монохроматической электромагнитной волны.</u> Типы поляризации электромагнитных волн.<br>Линейно поляризованная волна. Плоскость поляризации.<br>Круговая (циркулярная) и эллиптическая поляризации.<br>Суперпозиция ортогонально поляризованных волн с различными частотами, с изменяющимися во времени начальными фазами. Хаотическая поляризация.<br>Естественный и частично поляризованный свет. Степень поляризации.<br>Энергия электромагнитных волн. Плотность потока энергии. Вектор Умова-Пойтинга.<br>Интенсивность света.  |
| 5. | <u>Стоячие электромагнитные волны.</u> Уравнение стоячей волны. Оптический резонатор. Регистрация стоячих электромагнитных волн. Опыт Винера. Цветная фотография Липпмана и объемная голограмма Денисюка.  |
| 6. | <u>Квазимонохроматические волны.</u> Разложение по гармоническим составляющим. Спектральная плотность. Модулированные волны. Амплитудная и фазовая модуляции. Волновой цуг конечной длительности. Соотношение между длиной цуга и шириной спектрального интервала.<br>Суперпозиция двух плоских монохроматических волн различной частоты. Биения.<br>Групповая скорость. Формула Рэлея. Дисперсия света.   |
|    | <b>Отражение и преломление света</b>   |
| 7. | <u>Отражение и преломление света на плоской границе раздела двух изотропных диэлектриков.</u> Вывод законов отражения и преломления.<br>Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн. Вывод формул Френеля. Следствия из формул Френеля.  |
| 8. | <u>Изменение параметров волны при отражении и преломлении.</u> Изменение фазы волны при отражении. Зависимость коэффициента отражения от угла падения. Изменение азимута колебаний линейно поляризованной волны при отражении и преломлении.<br>Поляризация света при отражении под углом Брюстера.<br>Брюстеровские окна в газовом лазере.<br>Степень поляризации отраженного и преломленного света. Стопа Столетова.<br>Энергетические коэффициенты отражения и пропускания. Закон сохранения энергии.<br>Коэффициент отражения при произвольном азимуте линейной поляризации. Коэффициент отражения естественного и циркулярно поляризованного света. |

|  |   |
|--|---|
| 9.   | <u>Полное внутреннее отражение.</u> Оптические элементы и приборы, работающие на полном внутреннем отражении. Волоконные и планарные световоды. Волоконная оптика. Интегральная оптика. Неоднородная волна вблизи границы раздела сред. Нарушенное полное внутреннее отражение.<br>Изменение состояния поляризации света при полном внутреннем отражении. Параллелепипед Френеля.   |
| 10.  | <u>Отражение света поверхностью металлов.</u> Коэффициент отражения металлов. Глубина проникновения преломленной волны. Изменение состояния поляризации линейно поляризованной волны при отражении поверхностью металлов. Эллипсометрия.  |
| <b>Оптика анизотропных сред. Кристаллооптика</b> |   |
| 11.  | <u>Распространение света в анизотропной среде.</u> Тензор диэлектрической проницаемости. Одноосные и двуосные оптические кристаллы.<br><u>Плоская монохроматическая волна в анизотропной среде.</u> Взаимная ориентация векторов электромагнитного поля. Фазовая скорость волны в анизотропной среде.<br>Обыкновенные и необыкновенные волны. Уравнение Френеля для нормальной скорости распространения волн в кристалле.     |
| 12.  | <u>Уравнения для лучевых скоростей в одноосном кристалле.</u><br>Поверхности лучевых скоростей обыкновенной и необыкновенной волн в одноосном кристалле. Положительные и отрицательные кристаллы.<br>Преломление света на границе анизотропной среды. Построения Гюйгенса для одноосных кристаллов.   |
| 13.  | <u>Поляризационные устройства.</u> Фазовые кристаллические пластинки. Компенсаторы.<br>Призмы Николя, Волластона, Рошона, Сенармона.<br>Закон Малюса.<br>Дихроичные пластинки, поляроиды.<br><u>Искусственная анизотропия.</u> Фотоупругость. Электрооптические эффекты Керра и Погкельса.<br>Эффект Коттона-Мутона.  |
| <b>Интерференция света</b>                       |   |
| 14   | <u>Интерференция монохроматических волн точечных источников.</u> Основное уравнение интерференции монохроматических волн (вывод уравнения с использованием векторной диаграммы и комплексной формы записи для уравнения световой волны). Пространственное распределение интенсивности в интерференционной картине. Контраст (видность) интерференционных полос.<br>Интерференция плоских волн. Пространственный период полос. |
| 15   | <u>Интерференция сферических волн.</u> Схема наблюдения полос Юнга и схема наблюдения колец Ньютона. Оптический путь, оптическая разность хода. Связь разности фаз волн с их оптической разностью хода. Условия формирования светлых и темных интерференционных полос. Общая схема интерференции волн точечных источников.  |
| 16   | <u>Интерференция монохроматических волн различной частоты.</u> Зависимость наблюдаемой картины от постоянной времени фотоприемника.   |
| 17   | <u>Интерференция квазимонохроматических волн.</u> Функция взаимной когерентности световых волн. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.<br>Временная когерентность световых волн. Длина волнового цуга. Время и длина временной когерентности. Соотношения между временем когерентности и шириной спектрального интервала.   |
| 18   | Зависимость видности интерференционных полос от степени временной когерентности.<br>Предельная разность хода и полное число наблюдаемых интерференционных полос.<br>Спектральная интерференция (интерференция при больших разностях хода).<br>Фурье-спектроскопия.  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 19                         | <p><u>Интерференция квазимонохроматических волн протяженных источников света.</u><br/>         Пространственная когерентность. Роль конечных размеров источника света. Интерферометр Юнга. Зависимость радиуса пространственной когерентности от угловых размеров источника света. Степень пространственной когерентности.<br/>         Звездный интерферометр Майкельсона и его современные модификации.<br/>         Интерферометр Рэлея. Интерференционные опыты с делением волнового фронта (бипризма Френеля, зеркала Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда).</p>              |
| 20                         | <p><u>Интерференционные полосы равного наклона и равной толщины.</u><br/>         Оптическая разность хода лучей света при отражении от границ плоского прозрачного слоя. Полосы равного наклона. Оптический клин. Полосы равной толщины. Интерференционный опыт Ньютона, кольца Ньютона.<br/>         Влияние временной и пространственной когерентности света при интерференции в тонких пленках. Просветление оптики. Интерференционные зеркала.</p>   |
| 21                         | <p><u>Интерференция поляризованных волн.</u> Интерференция ортогонально поляризованных плоских волн. Кристаллические пластинки между двумя поляроидами.</p>   |
| 22                         | <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. Свободная область дисперсии.<br/>         Лазерный резонатор - интерферометр Фабри-Перо. Интерференционные светофильтры.<br/>         Многослойные диэлектрические интерференционные зеркала.<br/>         Фотография Липпмана в натуральных цветах. Голограммы Денисюка.</p> |
| <b>Дифракция света</b>     |   |
| 23                         | <p><u>Дифракция света</u>, основные понятия и определения. Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. <u>Дифракция Френеля</u> на круглом отверстии и круглом экране. Пятно Пуассона. Зонная пластинка и ее сравнение с линзой.</p>   |
| 24                         | <p>Дифракция Френеля на прямолинейном краю плоского экрана. Спираль Корню. Распределение освещенности в дифракционной картине.</p>  |
| 25                         | <p><u>Дифракция Фраунгофера.</u> Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракционная расходимость (уширение) световых пучков. Дифракционный предел разрешения оптических систем. Аподизация.<br/>         Лазерные гауссовы пучки. Дифракционная расходимость излучения полупроводникового лазера.</p>  |
| 26                         | <p><u>Дифракционная решетка.</u> Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.<br/>         Синусоидальная дифракционная решетка. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность дифракционной решетки.</p>  |
| 27                         | <p><u>Физические принципы голографии.</u> Голографические схемы записи и восстановления световых полей. Голографическая интерферометрия. Голограммные оптические элементы.<br/> <u>Объемные дифракционные решетки.</u> Дифракция Бреггов-Вульфа.<br/>         Дифракция света на акустических волнах.</p>   |
| <b>Молекулярная оптика</b> |   |
| 28                         | <p><u>Распространения света в изотропной диспергирующей среде.</u> Поляризация среды. Материальные уравнения. Дисперсия света. Уравнение плоской монохроматической волны в поглощающей среде. Закон Бугера.<br/>         Волновые пакеты. Групповая скорость волны. Формула Рэлея.</p>  |
| 29                         | <p><u>Классическая электронная теория дисперсии.</u> Уравнение движения осциллятора во внешнем поле. Дисперсия вдали от линии поглощения. Формула Коши. Формула Лоренц-Лорентца.<br/>         Дисперсия в области линии поглощения. Аномальная дисперсия. Дисперсионная кривая и линия поглощения.<br/>         Экспериментальные методы исследования аномальной дисперсии. Метод скрещенных призм. Интерференционный метод. Интерферометр Рождественского и метод "крюков"<br/>         Рождественского.</p>   |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 30                           | Эффекты поворота плоскости поляризации в среде. Естественное вращение плоскости поляризации. Опыт Френеля.<br>Сахарометрия. Поляриметры.<br>Эффект вращения плоскости поляризации в магнитном поле (эффект Фарадея).   |
| 31                           | Рассеяние света в неоднородных средах и его закономерности. Поляризация рассеянного света.<br>Молекулярное рассеяние. Объяснение цвета зари и неба.<br>Упругое и неупругое рассеяния света. Комбинационное рассеяние.  |
| 32                           | Нелинейная оптика. Генерация второй гармоники. Самофокусировка световых пучков.<br>Просветление, многофотонное поглощение. Вынужденное рассеяние света.  |
| <b>Оптика движущихся тел</b> |  |
| 33                           | Скорость света и методы ее определения. Лабораторные методы Физо (метод прерываний) и Фуко (метод вращающегося зеркала).<br>Астрономические методы Ремера (по спутникам Юпитера) и Брадлея (метод аберраций).  |
| 34                           | Проявление движения среды в интерференционных опытах. Опыт Физо. Эффект Саньяка.<br>Опыт Майкельсона. Попытка обнаружения движения Земли оптическим методом.   |
| 35                           | Явление Доплера в оптике. Проявление эффекта Доплера в спектральных исследованиях (частотный сдвиг спектральных линий излучения звезд, Доплеровское уширение спектральных линий).<br>Проявление эффекта Доплера при интерференции и дифракции света. Сдвиг частоты света при дифракции на движущейся дифракционной решетке. Дифракция Рамана-Ната на бегущей акустической волне. |

### 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 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.  |
| 6.                               | Годжаев Н.М. Оптика. - М.: Высшая школа, 1977. - 432 с.  |
| 7.                               | Матвеев А.Н. Оптика. - М.: Высшая школа, 1985. - 351 с.  |
| 8.                               | Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: Учебник. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 656 с.  |
| 9.                               | Стафеев С.К., Боярский К.К., Башнина Г.Л." Основы оптики. Издательство: С.-П. Изд-во «Питер», 2006. – 336 с.   |
| 10.                              | Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. / Под ред. Д.В.Сивухина, изд. 4. - М.: Наука, 1977. - 320 с.   |
| 11.                              | И.Е.Иродов. Задачи по общей физике. М.; Наука, 1988.   |
| 12.                              | Физический практикум. Электричество и оптика. Под редакцией В.И.Ивероновой. М.; Наука, 1968.   |
| <i>Дополнительная литература</i> |  |
| 1.                               | Учебно-методические материалы по оптике, размещенные на Интернет-сайте кафедры оптики и биомед. физики <a href="http://optics.sgu.ru">http://optics.sgu.ru</a> |
| 2.                               | Крауфорд Ф. Волны. ( Берклеевский курс физики. Том 3 ). - М.: Наука, 1976. - 528 с.  |
| 3.                               | Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып.3. Излучение. Волны. Кванты. - М.: Мир, 1966. - 238 с.                                     |
| 4.                               | Дитчберн Р. Физическая оптика. 1965.   |
| 5.                               | Горелик Г.С. Колебания и волны. - М.: 1959.  |
| 6.                               | Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - 720 с.   |
| 7.                               | Руссо М., Матъе Ж.П. Задачи по оптике. - М.: Мир, 1976. - 415 с.   |
| 8.                               | 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.                      |

Профессор кафедры оптики и биомедицинской физики,  
д.ф.-м.н., профессор

В.П.Рябухо