



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Кафедра Экспериментальной физики



Протокол № _____ заседания
от _____ 2014 г.

проф. Рябчиков В.В.

2014 г.

Рабочая программа дисциплины

Код дисциплины БЗ.В ОД 5

Наименование дисциплины: **Общий физический практикум. ОПТИКА**

Рекомендуется для направлений подготовки:

210100.62 Электроника и нанoeлектроника

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 32 от «15» мая 2014 г.
Председатель _____

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 9
От «29» апреля 2014 г.

Зав.кафедрой _____ Раджабов Е.А.

Иркутск 2014 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	7
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	8
10. Образовательные технологии	8
11. Оценочные средства. (ОС).	8

Целью курса является создание фундаментальной базы знаний о природе оптического излучения и его взаимодействии с веществом, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение данного раздела физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

Неотъемлемой частью курса является **Общий Физический практикум**. Его **главные задачи**:

- Научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов.

- Ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия; с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований. Часть задач практикума (лабораторные работы) посвящены количественному изучению тех явлений, которые демонстрировались на лекциях в качественном эксперименте.

Общее число задач практикума (лабораторных работ) определяется кафедрой в соответствии с учебным планом и содержанием настоящей программы.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Курс ОПТИКА является одним из основных в современной подготовке студентов по направлению ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА. Для этих студентов предусматривается углубленное изучение распространения света в анизотропной среде: двойное лучепреломление, плоские монохроматические волны в анизотропной среде, одноосные кристаллы. Преломление на границе анизотропной среды. Поляризационные призмы и поляроиды. Искусственная анизотропия. Эффект Керра. Они выполняют практическую работу по основам нелинейной оптики: Генерация второй гармоники.

Курс базируется на следующих предметах: Электричество и магнетизм, математический анализ, теоретическая механика, векторный и тензорный анализ, теория вероятностей.

Общая трудоемкость дисциплины – 6 зачетных единиц.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурные компетенции (ОК): ОК-1, ОК-5, ОК-18. ОК-20, ОК-21

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основы оптики

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического

использования физических методов.

владеть: навыками использования экспериментальных методов исследования для решения физических задач.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		4	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	72/2	72/2	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции			-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-
Семинары (С)			-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	51	51	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	19	19	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	15	15	-	-	-
Тесты	4	4	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>			-	-	-
Вид промежуточной аттестации зачет	2	2	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	288	288	-	-
	зачетные единицы	8	8	-	-

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

Тема 1. Общие вопросы

1. Уравнения Максвелла. Волны в вакууме. Волновое уравнение. Плоские монохроматические волны (скалярные и векторные). Свойства плоских волн: поперечность, связь между компонентами, поляризация. Представление плоской волны в комплексной форме. Сферические волны. Стоячие волны.
2. Поток энергии в плоской волне. Законы сохранения для световых волн. Интенсивность плоской гармонической волны. Гауссовы пучки. Эффективная интенсивность. Плотность потока импульса электромагнитной волны. Давление света.
3. Основные фотометрические величины, способы их измерения. Единицы измерения (энергетические и световые).

Тема 2. ИЗЛУЧЕНИЕ СВЕТОВЫХ ВОЛН.

1. Излучение осциллятора. Уравнения Максвелла в присутствии источников. Излучение осциллятора, модель Томпсона. Мощность излучения осциллятора. Диаграмма направленности. Классический осциллятор, как модель оптических колебаний атома или молекулы.
2. Излучение ансамбля осцилляторов (АО). Когерентные и некогерентные источники света. Поляризация излучения АО. Спектр излучения АО. Доплеровский контур линии излучения. Взаимодействие АО со световым полем. Закон поглощения света Бугера.
3. Физика теплового излучения. Равновесное тепловое излучение. Испускательная и поглощательная способность. Законы Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана, Вина. Формулы Релея-Джинса. Введение Планком представления о кванте энергии. Формула Планка. Вывод законов теплового излучения из формулы Планка.
4. Основы квантовой теории излучения. Физика лазеров. Спонтанное и вынужденное излучение в квантовых системах. Вывод формулы Планка по Эйнштейну, связь между коэффициентами Эйнштейна. Взаимодействие плоской волны с ансамблем квантовых осцилляторов. Коэффициент поглощения. Инверсная населенность энергетических уровней. Усиление света. Лазеры. Условия самовозбуждения

лазеров. Спектр излучения лазеров. Продольные и поперечные моды. Гелий-неоновый и рубиновый лазеры.

5. Спектральные разложения в оптике. Преобразование Фурье. Спектральные амплитуды. Спектральная плотность энергии.

Тема 3. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА.

1. Интерференция некогерентного света. Закон интерференции на временном языке. Функция корреляции. Комплексная степень когерентности. Видимость интерференционной картины.
2. Интерференция когерентного света. Оптическая разность хода. Порядок интерференции. Ширина интерференционной полосы. Классические интерференционные схемы: опыт Юнга, бисеркала Френеля, бипризма Френеля, билинза Бийе.
3. Интерференция некогерентного света. Закон интерференции на спектральном языке. Связь между интерференционной картиной и спектром источника. Время когерентности, длина когерентности. Связь между временем когерентности и шириной спектра. Максимальный порядок спектра.
4. Интерференция света от протяженных источников. Функция пространственно-временной корреляции. Влияние размеров источника на видимость интерференционной картины. Радиус когерентности, объем когерентности.
5. Интерференция в тонких пленках. Цвета тонких пленок. Полосы равной толщины и равного наклона. Локализация интерференционной картины.
6. Многолучевая интерференция. Формула Эйри. Интерферометр Фабри-Перо. Многослойные диэлектрические покрытия и их применение.
7. Интерферометры и их применение.
8. Динамические интерференционные картины.

Тема 4. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА.

1. Принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Дифракция Френеля. Зоны Френеля, графический метод сложения амплитуд. Дифракция на круглых отверстиях, экранах. Зонная пластинка. Дифракция на краю экрана, зоны Шустера, спираль Корню. Распространение ограниченного пучка света. Границы применения дифракции Френеля и Фраунгофера.
3. Дифракция в дальней зоне - дифракция Фраунгофера. Физика дифракции на щели. Пространственно-модулированная волна, спектр пространственных частот, разложение пучка по плоским волнам, угловой спектр. Дифракция света на двумерных объектах, дифракция плоской волны на прямоугольном отверстии. Дифракция Гауссова пучка.
4. Дифракция света на периодических структурах. Дифракция на синусоидальной решетке. Дифракция света на амплитудной плоской решетке. Дифракция на двух- и трехмерных периодических структурах. Формулы Лауэ, закон Вульфа-Брэгга.
5. Теория формирования графических изображений. Функция пропускания линзы, свойство линзы выполнять преобразование Фурье. Пространственная фильтрация.
6. Дифракция Фраунгофера на круглой апертуре. Разрешающая способность оптических приборов.
7. Обратная задача теории дифракции. Голография. Уравнение голограммы, оператор Габора. Свойства голограмм. Голографирование по методу встречных пучков. Применение голографии.

Тема 5. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В ИЗОТРОПНЫХ ЛИНЕЙНЫХ СРЕДАХ

1. Распространение плоских монохроматических волн в изотропных средах. Дисперсия фазовой скорости и коэффициента поглощения. Аномальная и нормальная дисперсия. Распространение света в конденсированной среде, формула Лоренца. Оптические свойства сред в ИК, видимой и УФ областях света.
2. Распространение некогерентных волн в диспергирующей среде. Групповая скорость распространения пакета.
3. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля, закон Брюстера.

Тема 6. ОПТИКА АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД.

1. Модель анизотропной среды, тензорная диэлектрическая восприимчивость, тензорная диэлектрическая проницаемость. Главная кристаллическая система координат, оптическая индикатрисса.
2. Распространение плоских монохроматических волн в анизотропной среде. Уравнение волновых нормалей Френеля. Лучевая скорость. Одноосные кристаллы. Преломление света на границе кристалла. Построение Гюйгенса для анизотропных сред.
3. Прохождение света через кристаллические пластинки (действие пластинок $\lambda/4$, $\lambda/2$). Интерференция

поляризованных лучей, пластинка между двумя поляроидами.

Тема 7. НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА (ОПТИКА СИЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ)

1. Модель ангармонического осциллятора. Нелинейная поляризация. Оптическое детектирование. Генерация второй гармоники. Условие пространственного синхронизма.
2. Сложение и вычитание частот. Зависимость показателя преломления от интенсивности света. Самофокусировка и десамофокусировка света.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	№ № тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых дисциплин (вписываются разработчиком)								
		Тема 1	Тема 2	Тема 3						
1.	Атомная физика	Тема 1	Тема 2	Тема 3						
2.	Электродинамика	Тема 1	Тема 2							
3.	Квантовая теория	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4					

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	КСР	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Геометрическая оптика и рефрактометрия		-		5	4	9
2.	Основы спектроскопии		-		8	2	10
3.	Интерференция света		-		8	2	10
4.	Дифракция света		-	1	8	2	11
5.	Поляризация света и оптика анизотропных сред		-		8	2	10
6.	Поглощение света		-		8	2	10
7.	Лазеры и их применение. Голография.		-	1	6	5	12

6. Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1	1. Моделирование оптических систем. 2. Определение увеличения микроскопа. 3. Определение показателя преломления жидких и твердых тел с помощью рефрактометра Аббе.	9	тесты	ПК-1
2.	2	1. Изучение спектрального прибора УМ-2. 2. Интерферометр Фабри-Перо. 3. Определение показателя преломления призмы при помощи гониометра ГС-5 8	10	Ситуационные задачи	ПК-2
3.	3	Определение преломляющего угла бипризмы. 2. Определение радиуса кривизны линзы при помощи колец	10	Деловые игры	ПК-3

		Ньютона. 3. Измерение концентрации растворов с помощью интерферометра. 4.Трехзеркальный лазер интерферометр			
...4	4	1.Изучение дифракционной решетки, определение разрешающей способности. 2. Съемка голограммы во встречных пучках. 3. Изучение роли дифракционных явлений в формировании оптического изображения.	11	Отчеты по выполненной работе	ПК-4
	5	1.Изучение явления вращения плоскости поляризации. 2. Изучение основных явлений поляризации в параллельных световых пучках. 3. Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света. 4. Изучение кристаллооптических явлений при помощи поляризационного микроскопа. 5. Изучение явления поляризации света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. 6. Исследование поляризационного света (линейная, круговая и эллиптическая поляризация)	10	тренинги	ОК-1 ОК-20
	6	1.Исследование поглощения света при помощи спектрофотометра СФ-46. 2. Закон Бугера-Бэра. 3. Пропускающая способность интерференционных светофильтров	10	Билеты к зачету	ОК-5
	7	1.Гелий-неоновый лазер как источник монохроматического света. Интерференция когерентного излучения.2.Не-Ne лазер непрерывного действия. Дифракция когерентного света. 3. Генерация второй гармоники. 4. Голография.	12	тесты	ОК-18

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии): не предусматривается

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. Физическая оптика. Изд-во МГУ, М. 2004.
2. Г.С. Ландсберг. Оптика.: Физ-мат.лит.-2003.
3. Л.И. Щепина Методические указания. Генерация кратных гармоник. Изд-во ИГУ, Иркутск. 2010.
4. Методические указания к выполнению лабораторных работ находятся на сайте:
<http://isu.ru>

б) дополнительная литература

1. Н.И. Калитеевский. Волновая оптика.-СПб.: Лань, 2008
2. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.4. Оптика.-М.: ФИЗМАТЛИТ.-2005

в) программное обеспечение: не предусматривается

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: интернет ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- Оборудование:** 1.Определение показателя преломления призмы.(Ртутная лампа ДРК-120, гониометр ГС-5).
2. Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона, (микроскоп ОИ-21, ртутная лампа ДРК-120)
 3. Изучение поглощения кристаллов LiF. Закон Бугера-Бэра.(спектрофотометр СФ-46).
 4. Изучение спектрального прибора (монокроматор УМ-2, ртутная лампа ДРК-120, неоновая лампа)
 5. Изучение дифракционной решетки, определение длины световой волны. (гониометр ГС-5, ртутная лампа ДРК-120)
 6. Изучение явления вращения плоскости поляризации (рефрактометр РНЛ-3, поляриметр СМ-2)
 - 7.Изучение основных явлений поляризации в параллельных световых пучках (Устройство, позволяющее получать и анализировать поляризованный свет E.Leybord's Nachfolger).
 - 8.Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света (монокроматор УМ-2, лампа накаливания, оптическая скамья с линзами, анализатором и поляризатором)
 - 9.Исследование поляризованного света (гелий-неоновый лазер ЛГ-209, селеновый фотоэлемент, микроамперметр М20, оптическая скамья.)
 10. Наблюдение интерференционных полос равного наклона и определение порядка интерференции при использовании He-Ne лазера как источника монохроматического света (гелий -неоновый лазер ЛГМ-01, оптическая скамья с плоскопараллельной пластиной и микроокуляр.)
 - 11.Наблюдение дифракционной картины с помощью He-Ne лазера (лазер ЛГМ-01, оптическая скамья с набором дифракционных решеток и м икрометрической щелью)
 12. Светофильтры-простейшие монокроматоры света (спектрофотометр СФ-46)
 13. Изучение роли дифракционных явлений в формировании оптического изображения (оптическая скамья ОСК-2, набор диафрагм. дифракционных решеток, тубус с отсчетным микрометрическим устройством МОВ-1-15).

Материалы: Кварцевые и слюдяные пластинки, растворы сахара. Исландский шпат, поляроидные пленки, призмы Николя и т.д.

10. Образовательные технологии:

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы:

Проведение занятий в интерактивной форме, например лабораторная работа “Исследование поляризации света “, в форме ролевых игр, например, лабораторная работа “Изучение основных явлений поляризации света в параллельных световых пучках”. Разбор конкретных ситуационных задач, например, лабораторная работа “ Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света” и др. Мастер-классы проходят в виде участия студентов в Международной школе по люминесценции и лазерной физике.

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о рейтинговой системе университета (в виде тестов, ситуационных задач) и др. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ОК-1,ОК-5, ОК-18, ОК-20, ОК-21).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы студента по отдельным разделам дисциплины).

Дифракция света.

1. В чем заключается явление дифракции различного рода волн?
2. Приведите простейшие опыты наблюдения дифракции световых волн.
3. Амплитудные и фазовые искажения фронта световой волны.

4. При каких линейных размерах заметно проявляются дифракционные явления.
5. Принцип Гюйгенса-Френеля и расчет дифракционных задач.
6. Как строятся зоны Френеля? Каковы их площади при построении зон на плоскости или сферическом фронте волны?
7. Как пользуясь методом Френеля, можно объяснить прямолинейное распространение света?
8. Какова примерная схема для наблюдения дифракции света в параллельных лучах?
9. Какова дифракционная картина в фокальной плоскости объектива при дифракции параллельных лучей на длинной узкой щели в непрозрачном экране?
10. Как устроены амплитудные и фазовые дифракционные решетки?
11. Каково условие получения главных максимумов?
12. Почему сужаются дифракционные максимумы при увеличении числа щелей?
13. Как зависит интенсивность в максимумах от числа щелей этой дифракционной решетки?
14. Какой функцией описывается распределение по углам интенсивности дифрагировавшего света в случае простой амплитудной дифракционной решетки? Какой физический смысл двух сомножителей?
15. Как изменяется интенсивность главных максимумов от плоской решетки в зависимости от порядка спектра?
16. Запишите формулу для угловой дисперсии и разрешающей способности дифракционной решетки.
17. Что такое нормальный спектр?
18. Что такое область дисперсии спектрального прибора? Каков порядок величины области дисперсии дифракционной решетки?
19. Дано фото спектра, на котором отмечены длины волн и их угловые расстояния. Можете ли Вы указать получено ли это фото с помощью дифракционной решетки или с помощью призмы?
20. Примите границы видимого света равным 400 и 700 нм. Возможно ли рассчитать такую дифракционную решетку, где при нормальном падении света спектр 2-го порядка уже немного бы перекрывал спектр 1-го порядка?

Дисперсия света.

1. В чем сущность явления дисперсии?
2. Величина какой скорости фазовой или групповой входит в закон преломления?
3. В чем преимущество наблюдения дисперсии по методу скрещенных приборов, в отличие от однократного спектрального разложения света?
4. В каком случае дисперсия - нормальная? В каком – аномальная?
5. Каков закон дисперсии?
6. Взаимосвязь между дисперсией, скоростью света и явлением поглощения света?
7. Какой физический смысл имеет чисто мнимое значение показателя вещества?
8. Почему явление дисперсии и поглощения вещества целесообразно изучать для веществ, находящихся в газовой фазе при низком давлении?
9. Как математически удобно записать уравнение плоской волны для двух названных выше случаев?
10. Как рассчитывается дисперсия в классической электронной теории.?
11. Метафизика. Чем занимаются ученые, работающие в данной области?

Поляризация света.

1. Почему монохроматическим светом может быть только поляризованный свет?
2. Как можно охарактеризовать колебания электрического вектора в естественном свете?
3. Есть ли различия в физическом смысле утверждений о существовании равенства амплитуд двух взаимно-перпендикулярных амплитуд, на которые можно разложить вектор \mathbf{E} для света поляризованного по кругу и для естественного света?
4. Почему для получения эллиптически поляризованного света путем сложения двух взаимно-перпендикулярных колебаний необходимо располагать обязательно когерентными колебаниями?
5. Объяснить действие пластинок в $\lambda/2$ и в $\lambda/4$.
6. Как отличить свет поляризованный по кругу от естественного света.
7. Каким будет состояние поляризации эллиптически поляризованного света, если он дополнительно пройдет через пластинку в $\lambda/4$? Оптическая ось пластинки параллельна одной из осей эллипса поляризации света.

