

Специальные разделы оптики

1. **Название:** Специальные разделы оптики

2. **Лектор:** Чирцов Александр Сергеевич

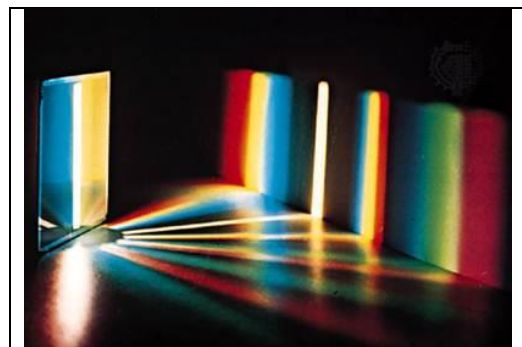
Семинары: Ефремова Екатерина Александровна

Герчиков Леонид Григорьевич

3. **Краткая аннотация (500-700 символов, на простом и доступном языке):**

Курс специальные разделы оптики представляет собой углубленную версию раздела «Оптика» курса общей физики.

В рамках курса на основе уравнений Максвелла проводится последовательный теоретический анализ решений для электромагнитных волн в вакууме. Предполагается получение волнового уравнения Даламбера в различных представлениях. Подробно разбираются свойства и характеристики фундаментального решения в виде плоских, сферических и цилиндрических электромагнитных волн. Рассматривается резонаторная задача и модовый состав излучения в резонаторе с идеально отражающими стенками. Обсуждается использование Фурье анализа для представления произвольного поля по плоским волнам. Отдельно изучается случай гауссового сигнала. Разбираются вопросы описания полностью поляризованного, частично-поляризованного и неполяризованного излучения. Рассматривается классическая теория дипольного, изучаются модели излучения атома Томпсона, ускоренно движущегося заряда, осциллятора и ротатора. Также рассматриваются вопросы спектральных характеристик излучения эффекты Штарка и Зеемана. Последовательно строится теория распространения и взаимодействия электромагнитных волн с веществом на основе уравнений, дополненных материальными уравнениями. Рассматривается классическая теория дисперсии вещества, в том числе с учетом проводимости среды. Изучаются распространение света в анизотропных средах, включая двусосные кристаллы, искусственная анизотропия и магнето-оптические эффекты. Теория дифракции на основе интеграла Кирхгофа. Рассмотрены как дифракция Френеля, так и дифракция Фраунгофера с различной геометрии щели, включая дифракцию на хаотических структурах. Подробно рассматривается дифракция на периодических структурах и дифракционных решетках, включая рассмотрение решеток с профилированных штрихом, двух и трехмерных периодических структур. Строится последовательная теория спектральных приборов. Освещаются вопросы фурье-оптики и основ голографии, включая принципы динамической голографии. При изучении интерференции рассматриваются двух- и многолучевая интерференция. Подробно рассмотрены основные виды интерферометров и принципы их использования в физических измерениях, в том числе принципы фурье-спектроскопии на основе интерферометров Майкельсона и Фабри-Перо. Подробно рассматриваются вопросы временной и пространственной когерентности.



Даются основы матричной оптики, включая расчет гауссовых пучков в центрированной системе методами матричной оптики. Изучаются вопросы и эффекты, которые стимулировали развитие квантовой теории. Излучение абсолютно твердого тела, гипотеза Планка, квантование поля и фотоны, четырех-вектор энергии-импульса, фотоэффект, эффект Комптона, давление света, интерференционный опыт Юнга с точки зрения корпускулярной теории света. Рассматриваются механизмы возникновения нелинейного отклика среды: учет силы Лоренца, модельное представление отклика среды на базе ангармонического осциллятора, уравнения Максвелла для нелинейных сред. На базе вышеуказанных представлений рассмотрены эффекты самофокусировки, генерации второй гармоник, параметрическое преобразование частоты, вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна, комбинационное рассеяние.

4. Название программы и семестр:

бакалавриат «Прикладная и теоретическая физика», 3-ий семестр

5. Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Тип занятия
1	Теоретические основы описания электромагнитных волн в вакууме	В данном разделе на основе уравнений Максвелла проводится последовательный теоретический анализ решений для электромагнитных волн в вакууме. Предполагает получение волнового уравнения Даламбера в различных представлениях. Подробно разбираются свойства и характеристики фундаментального решения в виде плоских, сферических и цилиндрических электромагнитных волн. Рассматривается резонаторная задача и модовый состав излучения в резонаторе с идеально отражающими стенками. Обсуждается использование Фурье анализа для представления произвольного поля по плоским волнам. Отдельно изучается случай гауссового сигнала. Разбираются вопросы описания полностью поляризованного, частично-поляризованного и неполяризованного излучения. Рассматриваются релятивистские эффекты.	2 лекции + 4 семинара
2	Излучение электромагнитных волн – классическая теория источников	Рассматривается классическая теория дипольного, изучаются модели излучения атома Томпсона, ускоренно движущегося заряда, осциллятора и ротатора. Также рассматриваются вопросы спектральных характеристик излучения: однородное, столкновительное и доплеровское уширение спектрального контура элементарного источника, а также влияние внешних статических электрического и магнитного полей на спектр источника – эффекты Штарка и Зеемана.	1 лекция + 2 семинара

3	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	<p>В данном разделе последовательно строится теория распространения и взаимодействия электромагнитных волн с веществом на основе уравнений, дополненных материальными уравнениями. Рассматривается классическая теория дисперсии вещества, в том числе с учетом проводимости среды. Кроме того, изучаются вопросы распространения электромагнитных волн в плотных, мутных и слоистых средах, строится начала теории рассеяния. В этом же разделе рассматриваются явления, происходящие на границах раздела вещества: формулы Френеля, угол Брюстера, полное внутреннее отражение, нарушенное полное внутренне отражение. Рассматриваются такие приложения, как просветляющие покрытия и диэлектрические зеркала. В этом же разделе изучаются распространение света в анизотропных средах, включая двуосные кристаллы, искусственная анизотропия и магнето-оптические эффекты</p>	4 лекции + 8 семинаров
4	Интерференция и теория дифракции	<p>В данном разделе рассматривается теория дифракции на основе интеграла Кирхгофа. Рассмотрены как дифракция Френеля, так и дифракция Фраунгофера с различной геометрии щели, включая дифракцию на хаотических структурах. Подробно рассматривается дифракция на периодических структурах и дифракционных решетках, включая рассмотрение решеток с профилированных штрихом, двух и трех-мерных периодических структур. Строится последовательная теория спектральных приборов. Освещаются вопросы фурье-оптики и основ голографии, включая принципы динамической голографии. При изучении интерференции рассматриваются двух- и многолучевая интерференция. Подробно рассмотрены основные виды интерферометров и принципы их использования в физических измерениях, в том числе принципы фурье-спектроскопии на основе интерферометров Майкельсона и Фабри-Перо. Подробно рассматриваются вопросы временной и пространственной когерентности. Как предельный переход рассматриваются основы теории геометрической (лучевой) оптике на основе уравнения эйконала. Даются основы матричной оптики, включая расчет гауссовых пучков в центрированной системе методами матричной оптики.</p>	6 лекций+12 семинаров
5	Излучение и кванты.	<p>В данном разделе изучаются вопросы и эффекты, которые стимулировали развитие квантовой теории. Излучение абсолютно твердого тела, гипотеза Планка, квантование поля и фотоны, четырех-вектор энергии-импульса, фотоэффект, эффект Комптона,</p>	2 лекции + 4 семинара

		давление света, интерференционный опыт Юнга с точки зрения корпускулярной теории света	
6	Введение в нелинейную оптику	Рассмотрены механизмы возникновения нелинейного отклика среды: учет силы Лоренца, модельные представления отклика среды на базе ангармонического осциллятора, уравнения Максвелла для нелинейных сред. На базе вышеуказанных представлений рассмотрены эффекты самофокусировки, генерации второй гармоник, параметрическое преобразование частоты, вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна, комбинационное рассеяние.	1 лекция + 2 семинара

6. Рекомендованная литература:

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.IV. Оптика- 3-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2002. – 792с. ISBN 5-9221-0228-1 (ФИЗМАТЛИТ), ISBN 5-98155-087-3 (Изд-во МФТИ).
2. Е.И. Бутиков Оптика – СПб: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2003. – 480с
3. ISBN 5-79400-0041-1 («Невский Диалект»), ISBN 5-94157-380-4 («БХВ-Петербург»).
4. А.Н. Матвеев. Оптика – М.:Высшая Школа, 1985. – 351с. ББК 22.34, М 33, УДК 535.
5. Г.С. Ландсберг. Оптика. – 6 -е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
6. ISBN 5-9221-0314-8
7. Ф. Крауфорд. Волны. Уч. Руководство. – 3-е изд. испр. – М.: Наука, 1984. – 512с. (Берклеевский курс физики). 22.3 К78 УДК 53
8. Основы оптики. Борн М, Вольф Э., изд. 2-е. Перевод с английского. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973.
9. С. А. Ахманов. С. Ю. Никитин. Физическая оптика: Учебник. 2-е изд. – М.:Изд-во МГУ; Наука, 2004.- 656с. – (Классический университетский учебник).
10. И.Е. Иродов. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов - 12-е изд., стереот. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 431с. ISBN 978-5-00101-112-5
11. Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Четверикова Е.С., Яковлев И.А. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 т Кн. IV Оптика / под ред. Д В Сивухина — 5-е изд, стер — М.:ФИЗМАТЛИТ, ЛАНЬ, 2006 - 272 с - ISBN 5-9221-0605-8
12. Сборник задач по общему курсу физики: Учеб. Пособие для вузов/ В трех частях. Ч. 2. Электричество и Магнетизм. Оптика / под. ред. Овчинкина (4-е изд., испр. и доп.) – М: Физматкнига, 2017. – 408с. ISBN 978-5-89155-265-4.

7. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:

Математический анализ в объеме 1 курса читаемого на ФТФ, курс общей физики разделы «Механика», «Термодинамика», «Электричество и магнетизм».

8. Тип самостоятельных заданий (пожалуйста, приложите также несколько примеров):

Лабораторные работы

- В курсе запланирован цикл из пяти лабораторных работ для иллюстрации и лучшего понимания основного материала курса.

- 1) Основы микроскопии.
- 2) Интерференция. Основные интерференционные схемы.
- 3) Основы спектрометрии.
- 4) Дифракция. Изучение электроуправляемого пространственного модулятора света.
- 5) Поляризация. Изучение зависимости коэффициента отражения света от ориентации плоскости поляризации.

Проектное задание

Проектное задание представляет собой экспериментальное и теоретическое исследование физического явления. Проект выполняется группой студентов (2-3 студента), результаты проекта представляются в виде устного доклада и отчета.

Отчет по проекту представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном научной статьи. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя и студентов.

9. Как оценивается успеваемость по курсу:

Максимальное количество баллов за курс 100.

Максимальное количество баллов за лабораторные работы 25 (пять работ по 5 баллов за каждую).

Две контрольные работы. Максимальное количество баллов 15 за каждую. На контрольной работе предлагается выполнить пять задач.

Промежуточный коллоквиум. Проводится в середине семестра. Максимальное количество баллов 10.

Проектная деятельность. Выполнение проекта в составе группы под руководством сотрудника ФТФ.

Максимальное количество баллов 15.

Максимальное количество баллов за финальный экзамен 20.

Вид учебной деятельности	Максимальная оценка
Контрольная работа 1	15
Контрольная работа 2	15
Промежуточный коллоквиум	10
Проектная деятельность.	15
Лабораторные работы	25
Экзамен	20
Итого:	100