

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оптика

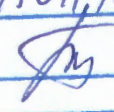
Optics

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 8

Регистрационный номер рабочей программы: 000292

Рабочая программа
утверждена в составе
учебного плана
№ 17/5011/11, 17/5013/11

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
НАЧАЛЬНИКА УОЦ
Т. В. ФРОЛОВА

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Формирование материалистического мировоззрения, ознакомление с научными подходами анализа природных явлений, ознакомление с волновой теорией оптики и ее практическими применениями, получение представления о квантовой оптике.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Векторный анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, электромагнетизм.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Понимание экспериментальных законов и теоретических принципов, лежащих в основе научных представлений об оптике. Представление о наиболее важных в плане практического применения оптических явлениях и устройствах.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

ответы на вопросы студентов и консультации (2 часа),
коллоквиум (2 часа)
практические занятия (54 часов),
контрольные работы (4 часов)
зачет (2 часа)
устный экзамен (2 часа)

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Углублённый курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 4	60		2	54		4	2		4				101	16	45		66	8
	2-100		2-100	10-25		10-25	2-100		2-100				1-1	1-1	1-1			
ИТОГО	60		2	54		4	2		4				101	16	45			8

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 4			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Углубленный курс

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Стоячие и бегущие световые волны, групповая и фазовая скорость волн, поперечность световых волн и поляризация света	лекции	3
		практические занятия	3
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	6
2	Законы отражения и преломления, формулы Френеля	лекции	3
		практические занятия	3
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	6
3	Кристаллооптика	лекции	3
		практические занятия	3
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	6
4	Геометрическая оптика	лекции	3
		практические занятия	3
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	6
5	Текущий контроль успеваемости в форме коллоквиума	Коллоквиум	2
		с.р. (текущий контроль)	7
6	Эйконал, принцип Ферма. Спектр света	лекции	2
		практические занятия	2
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	4
7	Интерференция	лекции	4
		практические занятия	4
		контрольная работа	1

		по методическим материалам	8
8	Дифракция	лекции	5
		практические занятия	5
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	10
9	Модель атома Томсона; поглощение, преломление и рассеяние света	лекции	2
		практические занятия	2
		контрольная работа	0.5
		по методическим материалам	4
10	Квантовые свойства света, термодинамика света	лекции	2
		практические занятия	2
		контрольная работа	0.5
		по методическим материалам	4
11	Зачет	промежуточная аттестация (аудиторная)	2
		промежуточная аттестация (самостоятельная)	3
12	Экзамен	промежуточная аттестация (аудиторная)	2
		промежуточная аттестация (самостоятельная)	23

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Не предусмотрено

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

<http://new.phys.spbu.ru/content/File/Library/studentlectures/Krylov/Metodich.htm>

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения контрольных работ

Контрольная работа состоит из нескольких задач по определенным темам. Количество задач зависит от номера контрольной работы. Полностью не решенные задачи не зачитываются. Частично не решенная задача (пометка «+-»), может быть зачтена после собеседования с преподавателем.

Методика проведения зачета

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на зачетном занятии (последнее занятие по расписанию).

Для получения отметки «зачтено» необходимо, чтобы были зачтены задачи по всем темам.

На зачетном занятии обучающемуся предоставляется возможность решить задачи по всем темам, которые не были зачтены в результате проведения текущих контрольных работ.

Вторая и третья (с комиссией) попытка сдачи зачета по процедуре проведения аналогична зачетному занятию. При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями.

Методика проведения текущего контроля успеваемости в форме коллоквиума

На подготовку к коллоквиуму выделяется один день. Коллоквиум проводится в форме устного ответа по билетам. Билет содержит два вопроса. На подготовку к ответу отводится не менее 1 академического часа. После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на коллоквиум. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по следующим темам. «Поля симметричных распределений зарядов. Применение теоремы Гаусса», «Электростатический метод изображений для плоских и сферических проводников», «Уравнения Кирхгофа».

За ответ выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

В случае получения оценки «не удовлетворительно», билет с вопросами к коллоквиуму выносится на экзамен. В остальных случаях обучающийся имеет право пересдать билет коллоквиума по желанию, о чем следует заявить преподавателю в момент выдачи билетов на экзамене. При ответе на экзамене билетов коллоквиума и экзамена, время на подготовку устного ответа увеличивается до 2 академических часов.

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из 2 частей и содержит 4 вопроса, 2 вопроса из списка вопросов к коллоквиуму и 2 вопроса из списка вопросов к экзамену.

Каждая часть оценивается отдельно. При успешной сдаче коллоквиума, обучающемуся может быть зачтена оценка за первые 2 вопроса, и тогда на подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

В случае получения оценки «неудовлетворительно» на коллоквиуме (или при желании обучающегося пересдать коллоквиум), по желанию обучающегося билеты могут быть выданы последовательно (билет коллоквиума, перерыв с возможностью выйти из аудитории, билет экзамена из 2 вопросов) или одновременно. При одновременном получении билетов коллоквиума и экзамена, время на подготовку устного ответа увеличивается до 2 академических часов. При последовательном получении билетов на подготовку к каждому из них отводится по 1 академическому часу.

После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен (коллоквиум). В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по следующим темам: «Поля симметричных токов. Применение теоремы о циркуляции магнитного поля», «Закон индукции Фарадея», «Переменные токи».

За ответ по каждой части билета выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

В случае получения оценки «неудовлетворительно» по одной из частей, за экзамен ставится оценка «неудовлетворительно».

В остальных случаях, оценка за экзамен выставляется в соответствии со следующей таблицей:

Оценка за часть 1 (коллоквиум)	Оценка за часть 2	Оценка за экзамен
3	3	3
3	4	4
3	5	4
4	3	3
5	3	4
4	4	4
4	5	5
5	4	4
5	5	5

Критерии выставления оценок за ответ на коллоквиуме (часть 1) и экзамене (часть 2)

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Темы и перечень контрольных работ

Контрольная работа №1

Содержит 3-4 задачи по следующим темам

Проводится по разделам «Стоячие и бегущие световые волны, групповая и фазовая скорость волн, поперечность световых волн и поляризация света» и «Законы отражения и преломления, формулы Френеля»

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пункт 3 основного списка и пункт 1 дополнительного списка) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №2

Содержит 3-4 задачи по следующим темам:

Проводится по разделам «Кристаллооптика» и «Геометрическая оптика»

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пункт 3 основного списка и пункт 1 дополнительного списка) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №3

Содержит 3-4 задачи по следующим темам

Проводится по разделам «Эйконал, принцип Ферма. Спектр света» и «Интерференция»

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пункт 3 основного списка и пункт 1 дополнительного списка) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №4

Содержит 3-4 задачи по следующим темам:

Проводится по разделам «Дифракция», «Модель атома Томсона; поглощение, преломление и рассеяние света» и «Квантовые свойства света, термодинамика света»

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пункт 3 основного списка и пункт 1 дополнительного списка) в соответствующих разделах.

Примерный список вопросов для текущего контроля в форме коллоквиума

По теме «1. Стоячие и бегущие световые волны, групповая и фазовая скорость волн, поперечность световых волн и поляризация света»

3. Волновые уравнения для светового поля в прозрачной изотропной среде. Параметры плоской монохроматической волны: комплексная и вещественная амплитуды, частота, волновой вектор, волновое число, фаза волны. Фазовая и групповая скорости волны. Показатель преломления.
4. Поперечность световых волн в прозрачной изотропной среде. Соотношение E и H в бегущей световой волне. Интенсивность света. Связь интенсивности света с напряженностью светового поля.
5. Линейная поляризация света. Единичный вектор поляризации. Пленочный поляризатор или поляроид. Поляроидные очки для стереокино. Циркулярно поляризованный свет или свет круговой поляризации. Единичный вектор круговой поляризации. Эллиптическая поляризация света. Единичный вектор эллиптической поляризации.
6. Стоячие световые волны. Узлы и пучности стоячих волн. Понятие о продольных и поперечных модах лазера. Управление частотой генерации лазера. Пленка Троицкого. Селекция лазерных мод.

По теме «2. Законы отражения и преломления, формулы Френеля»

7. Закон преломления (закон Снеллиуса) и закон отражения света. Формулы Френеля. Амплитудные коэффициенты отражения и пропускания света.
8. Угол Брюстера и брюстеровские окна лазерных трубок. Коэффициенты отражения и пропускания по энергии.
9. Потеря полуволны при отражении от оптически более плотной среды при нормальном и скользющем падении света. Отражение света при скользющем падении луча. Зеркало телескопа для мягкого рентгеновского излучения. Рентгеновский телескоп для жестких рентгеновских лучей.
10. Полное внутреннее отражение. Полное внутреннее отражение в 450-ой стеклянной призме, условие отражения без потерь. Угловой отражатель. Измерение расстояния от Земли до Луны.
11. Плоская неоднородная световая волна, возникающая при полном внутреннем отражении. Экспериментальное наблюдение неоднородной плоской волны. Светоделительный куб. Оптический контакт.
12. Фазовый сдвиг при полном внутреннем отражении. Параллелепипед Френеля. Получение света круговой поляризации из света линейной поляризации.

По теме «3. Кристаллооптика»

13. Направления векторов D , E , B , H , k , S для плоской световой волны в кристалле. Лучевая и фазовая скорости световой волны в кристалле.
14. Фазовая пластинка. Пластинки $\lambda / 2$ и $\lambda / 4$. Получение света круговой поляризации из света линейной поляризации.
15. Лучевой эллипсоид. Определение поляризации и лучевой скорости лучей по лучевому эллипсоиду (без доказательства). Оптическая ось кристалла, одноосные и двуосные кристаллы. Обыкновенный и необыкновенный лучи.
16. Поляризаторы света на основе призм Николя и Волластона.

По теме «4. Геометрическая оптика»

17. Центрированные оптические системы. Оптическая ось. Приближение параксиальной оптики. Опорная плоскость. Координаты луча. Матрица трансляции. Матрица преломления на сферической границе. Матричная оптика.

18. Оптическая сила сферической границы. Оптическая сила тонкой линзы. Сопряженные плоскости. Формула тонкой линзы для оптической силы.
19. Фокальная плоскость тонкой линзы. Фокусное расстояние. Фокус. Построение изображений в тонкой линзе. Действительное и мнимое изображения. Построение хода произвольного луча при прохождении тонкой линзы. Сферическое зеркало и его фокусное расстояние.
20. Матрица толстой линзы. Главные плоскости центрированной оптической системы и их использование для построения изображений. Гомоцентрический пучок лучей. Приведенный радиус кривизны. Правило ABCD.
21. Глаз: радужная оболочка, зрачок, хрусталик, сетчатка. Аккомодация глаза. Свет и цвет. Три цвета радуги, три луча монитора, три краски струйного принтера. Лупа. Увеличение лупы. Окуляр.
22. Подзорная труба или телескоп. Подзорная труба Кеплера, подзорная труба Галилея. Угловое увеличение телескопа. Микроскоп.
23. Призмный спектрометр. Линзы спектрометра: конденсорная, коллиматорная, объектив, окуляр. Нормальная ширина щели. Градуировка спектрометра.
24. Аберрация. Хроматическая и сферическая аберрации, астигматизм, дисторсия, кома.

Примерный список вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена

По теме «5. Эйконал, принцип Ферма. Спектр света»

25. Распространение света в неоднородной среде. Эйконал. Уравнение эйконала. Уравнение для вычисления траектории луча в неоднородной среде.
26. Распространение света в среде, где показатель преломления зависит только от вертикальной координаты. Уравнение $n \sin(\alpha) = \text{const}$. Рефракция. Миражи.
27. Принцип Ферма. Рефракция. Миражи.
28. Диапазоны электромагнитных волн и источники излучения. Разложение светового поля по частотам. Ряды Фурье для светового поля.
29. Спектр света. Спектр экспоненциально затухающего светового цуга.
30. Спектр огибающей светового импульса и спектр самого импульса. Соотношение неопределенности частоты и времени (без доказательства).

По теме «6. Интерференция»

31. Явление интерференции. Ширина полос. Видность. Интенсивность света при сложении двух световых волн ортогональных поляризаций. Интенсивность света при сложении двух световых волн одинаковой поляризации как функция разности фаз.
32. Связь ширины интерференционных полос и угла между интерферирующими волнами. Интерференция лазерных и интерференция нелазерных источников света.
33. Получение интерференции методом деления амплитуды. Интерференция волн отраженной и прошедшей полупрозрачную пластинку. Интерференция света при отражении от тонкой пленки. Интерферометр Майкельсона. Ширина интерференционных полос в этих опытах.
34. Получение интерференции методом деления волнового фронта. Опыт Юнга. Бипризма Френеля. Зеркало Ллойда. Билинза Бийе. Ширина интерференционных полос в этих методах.

35. Порядок интерференции, номер полосы. Когерентность, частично когерентный свет. Квазимонохроматический свет. Спектральная ширина источника света. Относительная спектральная ширина. Длина и время когерентности. Механизм смазывания интерференционной картины за счет немонохроматичности источника света.
36. Пространственная когерентность. Длина пространственной когерентности. Апертура интерференции, максимально допустимая апертура интерференции. Механизм смазывания интерференционной картины за счет протяженности источника света. Объем когерентности.
37. Звездный интерферометр Майкельсона. Измерение угловых размеров звезд. Оптический аналог опыта Брауна-Твисса. Понятие об эффекте группировки фотонов. Параметр вырождения света.
38. Локализация интерференционной картины на примере наблюдения интерференции в схеме с бипризмой Френеля. Полосы равного наклона при отражении света от плоскопараллельной пластинки.
39. Полосы равной толщины при отражении света от тонкой пленки. Кольца Ньютона.
40. Полосы равной толщины и равного наклона в интерферометре Майкельсона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Рождественского (Маха-Цендера).

По теме «7. Дифракция»

41. Скалярная теория дифракции Кирхгофа. Коэффициент наклона. Применение теории Кирхгофа к дифракции света на отверстии произвольной формы в плоском экране.
42. Зоны Френеля. Радиусы зон Френеля. Векторные диаграммы для зон Френеля. Пятно Пуассона.
43. Зонная пластинка. Фокус зонной пластинки. Отношение интенсивностей в фокусе линзы и зонной пластинки. Ложные фокусы зонной пластинки. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии.
44. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии.
45. Принцип Бабиня. Дифракция Френеля на краю экрана. Спираль Корню.
46. Дифракционная решетка. Главные дифракционные максимумы. Угловая ширина главного максимума. Спектральное разрешение решетки. Критерий Рэлея.
47. Главные и побочные максимумы дифракционной решетки. Дифракционная решетка с отсутствующими четными главными дифракционными максимумами.
48. Голограмма плоской световой волны. Голограмма точки при нормальном падении опорной волны. Голограмма точки при наклонном падении опорной волны. Плоская голограмма протяженного объекта. Толстослойная голограмма.
49. Дифракционный предел разрешения телескопа и глаза. Понятие о разрешающей способности микроскопа.

По теме «8. Модель атома Томсона; поглощение, преломление и рассеяние света»

50. Модель атома Томсона. Комплексная поляризуемость атомов.
51. Комплексный показатель преломления. Его связь с коэффициентом поглощения и вещественным показателем преломления. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

52. Однородная (лоренцевская) и неоднородная (доплеровская) ширина спектральной линии.
53. Причина неравенства $n > 1$ в области прозрачности среды.
54. Оптика плазмы. Оптика металлов. Прозрачность сред для рентгеновского излучения.
55. Рассеяние света в мутной среде.

По теме «9. Квантовые свойства света, термодинамика света»

56. Фотоэффект. Опыты Столетова. Красная граница фотоэффекта. Формула Эйнштейна.
57. Световое давление. Корпускулярная и волновая трактовки.
58. Термодинамика света. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Планка.
59. Инверсия заселенностей лазерной среды. Усиление света. Генерация света лазером.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкетирование обучающихся проводится в Личном кабинете обучающегося, в установленном в СПбГУ порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

ученая степень кандидата физико-математических наук

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

учебно-вспомогательный персонал для сопровождения демонстраций

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

1. стандартно оборудованная лекционная аудитория с возможностью проводить демонстрации
2. стандартно оборудованные аудитории для практических занятий

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

компьютер, проектор, неспециализированное ПО для показа презентаций

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Оборудование для лекционных демонстраций:

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

мел, бумага А4 - 2 пачки (500 листов)

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Бутиков Е.И. Оптика: учебное пособие для студентов физических специальностей вузов. — СПб.: Невский Диалект; БХВ — Петербург, 2003.
2. Бутиков Е.И. Оптика : учебное пособие. - 3 изд. - СПб. : Лань, 2012.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. — М.: Наука, 1970, 1973.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. - 12 изд. - СПб.: Лань, 2007.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. - 2 изд. - М.: Наука, 1987.
2. Сивухин Д.В. Курс общей физики. Т.4: Оптика. - 4 изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
3. Поль Р.В. Оптика и атомная физика. — М.: Наука, 1966.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. - 6 изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
5. Матвеев А.Н.. Оптика. — М.: Высшая школа, 1985.
6. Методические указания к практическим занятиям по курсу общей физики. Оптика / сост. И. Р. Крылов. - СПб. : [б. и.], 1998.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

<http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/krylov/optikaforpmf/>

Раздел 4. Разработчики программы

1. Крылов Игорь Ратмирович, к.ф.-м.н., доцент, т.428-44-66, i.krylov@spbu.ru