

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Институт физических исследований и технологий

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ПО ОПТИКЕ

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности
03.03.02 «Физика»**

**Квалификация (степень) выпускника
бакалавр**

1. Цели и задачи дисциплины:

Дисциплина «Физический практикум по оптике» изучается на втором курсе обучения в бакалавриате по направлению 03.03.02 – Физика. Его главной целью является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение оптики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

Задачи дисциплины: сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Физический практикум по оптике» относится к *базовой* части, блок Б1.О.01.09 (*модуль «Общий физический практикум»*) учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, общий физический практикум	Дисциплины модулей «Общая физика», «Теоретическая физика», «Общий физический практикум», физика конденсированных сред, физическая кинетика, дисциплины по выбору, учебная практика
2	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		Учебная практика
3	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, общий физический практикум	Дисциплины модулей «Общая физика», «Теоретическая физика», «Общий физический практикум», физическая кинетика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные явления и законы оптики, основные теоретические представления и модели оптики, знать системы единиц.

Уметь: решать физические задачи, связанные с оптикой, использовать при решении задач основные законы, теоретические представления и модели, а также применять полученные

знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин; использовать теоретические знания для объяснения результатов физических экспериментов.

Владеть: навыками проведения физических экспериментов с использованием законов оптики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7	8		
Аудиторные занятия (всего)	85	45	40		
В том числе:					
<i>Лекции</i>					
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	85	45	40		
Самостоятельная работа (всего)	203	99	104		
Общая трудоемкость	час зач. ед.	288 8	144 4	144 4	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Введение.	Техника безопасности.
2.	Геометрическая оптика.	Определение фокусного расстояния тонких линз. Определение увеличения микроскопа.
3	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.	Определение показателя преломления и дисперсии призмы.
4	Интерференция света.	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона. Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.
5.	Дифракция света.	Изучение дифракционной решетки и определение длин световых волн с ее помощью.
6.	Поляризация света.	Качественное исследование поляризованного света. Определение сахара в растворе сахариметром.
7.	Квантовая оптика.	Изучение внешнего фотоэффекта. Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

	Раздел	Тема	Лаб.зан.	СРС	Всего час
1		Введение. Техника безопасности.	2	2	4
2	Геометрическая оптика	Определение фокусного расстояния тонких линз	10	18	28
3		Определение увеличения микроскопа	4	18	22
4	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Определение показателя преломления и дисперсии призмы	8	18	26
5	Интерференция света	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона	6	18	24

6		Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля	8	18	26
7	Дифракция света	Изучение дифракционной решетки и определение длин световых волн с ее помощью	8	18	26
8	Поляризация света	Качественное исследование поляризованного света	8	18	26
9		Определение сахара в растворе сахариметром	8	18	26
10	Квантовая оптика	Изучение внешнего фотоэффекта	9	21	30
11		Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра	8	18	26
12	Итоговая аттестация		6	18	24
	Итого		85	203	288

6. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Определение фокусного расстояния тонких линз.	14
2.	Определение увеличения микроскопа.	7
3.	Определение показателя преломления и дисперсии призмы.	13
4.	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона.	11
5.	Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.	13
6.	Изучение дифракционной решетки и определение длин световых волн с ее помощью.	16
7.	Качественное исследование поляризованного света.	12
8.	Определение сахара в растворе сахариметром.	12
9.	Изучение внешнего фотоэффекта.	13
10.	Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра.	15

7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория «Оптика»:

№ 1	Определение фокусного расстояния тонких линз
№ 2	Определение увеличения микроскопа
№ 3	Определение показателя преломления и дисперсии призмы
№ 4	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона
№ 5	Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля
№ 6	Определение толщины стеклянной пластины по интерференционной картине полос равного наклона
№ 7	Изучение дифракционной решетки и определение длин световых волн с ее помощью
№ 8	Исследование явления дифракции света на узких щелях
№ 9	Качественное исследование поляризованного света
№ 10	Определение концентрации сахара в растворе сахариметром
№ 11	Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра с «исчезающей нитью»
№ 12	Изучение внешнего фотоэффекта

№ 13	Изучение законов отражения поляризованного света от границы раздела сред
№ 14	Исследование закона Малюса для поляризованного света

Аудитория для компьютерного тестирования.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- МЕНТОР
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
 - телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС)
 - Учебный портал РУДН
 - Научная электронная библиотека РУДН
 - <http://www.edu.ru/> – федеральный образовательный портал.
 - <http://genphys.phys.msu.ru/rus/demo/>- кабинет физических демонстраций МГУ.
 - <http://genphys.phys.msu.ru/rus/ofp/>
 - <http://www.alpud.ru/>- автоматизированные лабораторные практикумы удаленного доступа.
 - <http://prac-gw.sinp.msu.ru/atom.htm> - атомный и ядерный практикум МГУ.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. С.П.Степина, Н.Б.Бутко, С.П.Карнилович, А.Я Терлецкий Лабораторный практикум по курсу «Общая физика. Оптика». М.: РУДН, 2013.
2. Н.Б.Бутко, С.П.Степина «Методические рекомендации и задания для самостоятельной работы по физике. Оптика. Атомная физика» М.: РУДН, 2019.

б) дополнительная литература:

1. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. 4. Волны. Оптика. М.: Кнорус, 2012.
2. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Кнорус, 2012.
3. Т.Н. Трофимова. Курс физики. М.: Академия, 2007.
4. Н.Б. Бутко, Л.В. Коновальцева, С.П.Степина. Задания для подготовки к тестированию по курсу «Общая физика». М.:РУДН, 2010.
5. Г.С. Ландсберг. Оптика. М.: Физматлит, 2003.
6. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.4. Оптика. М.: Физматлит, 2010.
7. Н.И. Калитеевский. Волновая оптика. М.: Лань, 2008.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Необходимо обеспечить себя рекомендованными учебными материалами. В начале лабораторного практикума приведены указания по выполнению и оформлению отчета по лабораторной работе. Подготовка к работе, расчетно-графические работы проводятся в часы, отведенные для самостоятельной работы. При подготовке нужно использовать лабораторный практикум с описанием работ и учебник по физике, а также лекционный материал. Для более глубокого понимания темы рекомендовано решение этих задач.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ и их защите нужно использовать методические рекомендации и задания для самостоятельной работы по физике. В процессе самостоятельной работы студенты получают следующие компетенции: ОК-6 (использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности); ОК-7 (применение навыков работы с компьютерами в области познавательной и профессиональной деятельности); ОК-8, 9 – (соблюдение основных требований информационной безопасности; Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, умение работать с компьютером как средством управления информацией).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Шкала оценок

Соответствие систем оценок (согласно Приказу Ректора № 996 от 27.12.2006 г.)

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
51-68	3	61-68	3+	D
		51-60	3	E
0-50	2	31-50	2+	FX
		0-30	2	F
51-60	Зачет		Зачет	Passed

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физический практикум по оптике

Направление/Специальность: 03.03.02 Физика

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства										Баллы темы	Баллы раздела	
			Текущий контроль									Промежуточная аттестация			
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение КР/КП	Выполнение ДЗ	Реферат	Выполнение РГР				Защита ЛР
УК-1, УК-3, ОПК-2	Раздел 1: Геометрическая оптика	Тема 1: Определение фокусного расстояния тонких линз	1	1			1				1	3	30	7	14
		Тема 2: Определение увеличения микроскопа	1	1			1				1	3		7	
УК-1, УК-3, ОПК-2	Раздел 2: Интерференция света	Тема 1: Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона	1	1			1				1	3		7	14
		Тема 2: Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля	1	1			1				1	3		7	
УК-1, УК-3, ОПК-2	Раздел 3: Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Тема 1: Определение показателя преломления и дисперсии призмы	1	1			1				1	3		7	7
УК-1,	Раздел 4: Дифракция	Тема 1: Изучение	1	1			1				1	3	7	7	

УК-3, ОПК-2	света	дифракционной решетки и определение длин световых волн													
УК-1, УК-3, ОПК-2	Раздел 5: Поляризация света	Тема 1: Качественное исследование поляризованного света	1	1			1				1	3	30	7	14
		Тема 2: Определение сахара в растворе сахариметром	1	1			1				1	3		7	
УК-1, УК-3, ОПК-2	Раздел 6: Квантовая оптика	Тема 1: Изучение внешнего фотоэффекта	1	1			1				1	3		7	14
		Тема 2: Измерение высоких температур с помощью оптического пирометра	1	1			1				1	3		7	
		ИТОГО:	10	10			10				10	30	30	70	100

Примерные тестовые задания для текущего контроля

1. Естественный свет с интенсивностью I_0 падает на вход устройства, состоящего из двух скрещенных поляризаторов. Между поляризаторами поместили третий поляризатор, ось которого составляет с осью первого угол α . Отношение интенсивности света, прошедшего через систему, к интенсивности падающего на систему равно...

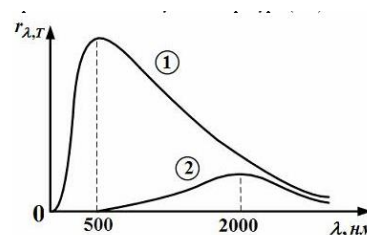
1. 0 2. $\frac{1}{16} \sin^2 2\alpha$ 3. $\frac{1}{8} \sin^2 2\alpha$ 4. $\frac{1}{164} \sin^2 2\alpha$

2. Свет, падая перпендикулярно, на абсолютно черную поверхность оказывает такое же давление, как и на зеркальную. Угол падения (отсчитывая от нормали) на зеркальную поверхность составляет...

1. 0° 2. 30° 3. 45° 4. 60°

3. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Если кривая 2 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 1450 К, то кривая 1 соответствует температуре (в К)....

1. 725 2. 2900 3. 1025 4. 5800



4. Один и тот же световой поток падает нормально на зеркальную и абсолютно черную поверхность. Отношение давления света на первую и вторую поверхности равно...

1. 4 2. 2 3. 1/2 4. 1/4

5. Давление p света на поверхность при энергетической освещенности $E_e = 120 \text{ Вт/м}^2$ составило 0,5 мкПа. Коэффициент ρ отражения этой поверхности в процентах равен...

1. 25 2. 50 3. 120 4. 60

Тренировочные задания

1. Построение изображения в плоском зеркале, в сферических зеркалах.
2. Построение изображения в линзах.
3. Глаз как оптический прибор.
4. Оптические приборы (лупа, микроскоп, телескоп).
5. Методы получения когерентных волн (опыт Юнга, бипризма Френеля, бизеркала Френеля, билинзы). Вычисление ширины полосы интерференции и числа наблюдаемых полос в вышеуказанных схемах.
6. Кольца Ньютона в проходящем и в отраженном свете. Рассмотреть случай воздушного клина и клина с веществом, показатель преломления которого равен n .
7. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Амплитуда результирующего колебания в точке наблюдения в случаях открыто четное число зон, открыто нечетное число зон. При каком числе открытых зон интенсивность в центре дифракционной картины наибольшая.
8. Дифракция на 2-х, 3-х, 4-х и N -щелях. Дифракционная решетка. Распределение интенсивности при дифракции на решетке. Условия максимумов и минимумов. Как изменяется интенсивность максимумов при увеличении числа щелей решетки.
9. Для какой длины волны дифракционная решетка имеет угловую дисперсию $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 6,3 \cdot 10^5 \text{ рад/м}$ в спектре третьего порядка? Постоянная решетки 5 мкм.
10. В спектрографе установлена перпендикулярно к падающему световому пучку дифракционная решетка, период которой 1000 нм, а длина рабочей части 100 мм. Фокусное расстояние объектива спектрографа 1,0 м. Определить длину Δx видимого спектра, получающегося на фотопластинке, установленной в фокальной плоскости объектива. Оценить линейную дисперсию и разрешающую силу прибора.

11. Плотность каменной соли (NaCl) $2,163 \text{ г/см}^3$. Исходя из того, что кристаллическая ячейка соли имеет форму куба, в вершинах которого помещаются, чередуясь ионы натрия и хлора, найти расстояние между атомными плоскостями, параллельными естественным граням кристалла.
12. Найти коэффициент отражения и степень поляризации отраженных лучей при падении естественного света на стекло (показатель преломления 1,5) под углом 45° . Какова степень поляризации преломленных лучей?
13. Первая пластинка из некоторого сорта стекла имеет толщину 2,16 мм пропускает 92,6 % упавшего на нее света, вторая пластинка имеет толщину 36,82 мм и пропускает 88,2 % упавшего на нее света. Найти коэффициент поглощения света стеклом для некоторой длины волны λ .
14. Найти среднюю энергию квантового осциллятора при температуре T . Частота осциллятора равна ω .
15. Полагая, что Солнце обладает свойствами абсолютно черного тела, определить интенсивность солнечного излучения вблизи Земли за пределами ее атмосферы (эта интенсивность называется солнечной постоянной). Температура солнечной поверхности 5785 К.
16. Параллельный пучок световых лучей с интенсивностью $1,37 \text{ кВт/м}^2$ падает на шарик радиуса 1 см, обладающий идеально гладкой поверхностью. Определить, исходя из корпускулярных представлений, силу, которую испытывает шарик, если поверхность его обладает коэффициентом поглощения, равным 1 (коэффициентом отражения, равным 1).
17. Фотон длины волны 700 нм – видимая часть спектра (0,1 нм – рентгеновское излучение) рассеивается под углом 90° на свободном покоящемся электроны. Определить какую долю первоначальной энергии теряет при этом фотон и какую скорость приобретает электрон.
18. Катод вакуумного фотодиода освещается равномерно монохроматическим светом с длиной волны 450 нм. Площадь катода $1,0 \text{ см}^2$, освещенность 100 лк. Определить ток насыщения, текущий через диод. При указанной длине волны световому потоку в 1 лм соответствует поток энергии в 0,04 Вт. Квантовый выход фотоэффекта (т.е. число фотоэлектронов, приходящихся на один падающий фотон) принять равным 0,05.

Перечень вопросов итоговой аттестации по дисциплине

Вопросы итоговой аттестации по курсу приведены в Учебном портале РУДН в кабинетах доцентов Н.Б. Бутко, С.П. Степиной.

1. Электромагнитные волны. Взаимосвязь электрического и магнитного полей. Плоские электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.
2. Волновое уравнение. Скорость распространения волны. Энергия волны. Вектор Умова-Пойнтинга.
3. Стоячие электромагнитные волны.
4. Интерференция света. Когерентные и некогерентные волны. Методы получения когерентных волн в оптике.
5. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона.
6. Кольца Ньютона в проходящем и отраженном свете.
7. Интерферометры и их применение.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
9. Дифракция сферических волн. Зоны Френеля. Пример дифракции Френеля.
10. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на одной щели, вывод формулы распределения интенсивности. Дифракционная решетка.
11. Спектральные характеристики дифракционной решетки: дисперсия, разрешающая способность и дисперсионная область.
12. Законы геометрической оптики. Тонкие линзы. Оптические приборы: глаз, лупа, микроскоп, телескоп.
13. Поляризация света при отражении и преломлении. Формулы Френеля. Закон Брюстера. Закон Малюса.

14. Элементы кристаллооптики. Двойное лучепреломление. Кристаллические пластинки.
15. Интерференция поляризованных лучей. Цвета тонких кристаллических пластинок.
16. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества. Теория Френеля. Сахариметрия.
17. Искусственная анизотропия. Эффект Керра. Магнитное вращение плоскости поляризации.
18. Дисперсия света (нормальная и аномальная), методы исследований.
19. Поглощение света. Закон Бугера.
20. Рассеяние света.
21. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Формула Планка.
22. Фотоэффект внешний и внутренний. Опыты и законы Столетова. Уравнение Эйнштейна. Красная граница. Фотон: энергия, импульс, масса.
23. Эффект Комптона (эксперимент и теория).
24. Световое давление. Опыты Лебедева.
25. Корпускулярно-волновая природа света,
26. Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Атом водорода в боровской теории, закономерности атомных спектров.
27. Корпускулярно-волновая природа микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция микрочастиц. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.03.02

Директор института физических исследований и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза