

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра общей физики



УТВЕРЖДАЮ
 Декан ФФ, д.ф.-м.н
 В.Е.Блинов
 _____ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКЕ

направление подготовки: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): все профили

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	108	64	8	34				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 74 часа Компетенции: ОПК-2									

Ответственный за образовательную программу
 д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Практикум по физической оптике» предназначена для экспериментального изучения студентами соответствующего раздела курса общей физики. Обучающийся должен освоить методики научного исследования в области физической и квантовой оптики. В процессе освоения дисциплины студенты приобретают современные знания и практические навыки, а также изучают методы обработки и представление полученных в эксперименте данных согласно общепринятым нормам, существующим в научном сообществе. В рамках практикума выполняется курсовая работа.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.</p>	<p>ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.</p> <p>ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования.</p> <p>ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.</p>	<p>Знать основы физической (волновой) оптики, методики исследования в области физической и квантовой оптики, физические характеристики устройств и принципы работы современных физических установок и оборудования.</p> <p>Уметь пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований, грамотно и критически подобрать теоретическую модель к наблюдаемым явлениям, рассчитать основные величины и ошибки измерений в процессе выполнения лабораторных работ; уметь проводить научные (лабораторные) эксперименты, связанные с изучением оптических методов и явлений, основными принципами и методами обработки результатов измерений.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Практикум по физической оптике» является обязательной дисциплиной программы бакалавриата по направлению подготовки **03.03.02 Физика** и реализуется в четвертом семестре кафедрой общей физики. Дисциплина «Практикум по физической оптике» соответствует теоретическому курсу «Электродинамика и оптика», который читается параллельно на втором курсе. Особенность курса – максимальное приближение всех лабораторных работ к исследовательским работам.

При проведении лабораторных работ по физической оптике студенты используют навыки по выполнению экспериментальных задач, полученные при выполнении лабораторных работ в рамках освоения дисциплин «Измерительный практикум», и «Молекулярный практикум», «Электромагнитный практикум», применяя теоретические знания соответствующей области физики.

Данная дисциплина является базовой дисциплиной для дальнейшего освоения других, следующих за ним курсов таких как "Квантовая физика", "Физика и химия атомов и молекул", "Атомный практикум".

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	108	64	8	34				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы, из них: - контактная работа 74 часа									
Компетенции: ОПК-2									

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- Текущий контроль успеваемости – выполнение и сдача лабораторных работ, выполнение и защита курсовой работы
- Промежуточная аттестация по дисциплине: – дифференцированный зачет

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из них выполнение лабораторных работ 64 часа, самостоятельная работа обучающегося составляет 34 часа, консультации в период занятий - 8 часов, дифференцированный зачет – 2 часа. Объем контактной работы составляет 74 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	Консультация в период занятий		
				Лекции	Лабораторные работы				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Техника безопасности, вводный инструктаж и введение в практикум	1	1		1				
2	Дифракция света Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	1-4	17		12	5			
3	Интерференция света Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	4-7	17		12	5			
4	Поляризация света Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	7-10	17		12	5			
5	Оптика лазеров Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	10-13	18		13	5			
6	Оптические приборы Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	13-16	19		14	5			
7	Курсовая работа	14-16	17			9	8		
9	Дифференцированный зачет	17	2						2
	Итого		108		64	34	8		2

Программа лабораторных занятий

В рамках практикума выполняются лабораторные работы и курсовая работа. Ниже приведен перечень лабораторных работ по разделам:

1. Дифракция света

1.1. Лабораторная работа «Изучение дифракции Фраунгофера»

Цель работы: изучение явления дифракции Фраунгофера в параллельных лучах. Проверка выполнения принципа Бабиня для различных объектов.

1.2. Лабораторная работа «Дифракция Френеля и Фраунгофера»

Цель работы: изучение явления дифракции Френеля и Фраунгофера на различных объектах. Определение длины волны света, ширины одиночной щели и расстояния между двумя щелями.

1.3. Лабораторная работа «Дифракция света на ультразвуковых волнах в жидкости»

Цель работы: изучение дифракции света на ультразвуковых волнах, распространяющихся в жидкости; измерение длины волны и скорости распространения ультразвуковых волн.

1.4. Лабораторная работа «Дифракция света на ультразвуковых волнах в кристалле»

Цель работы: наблюдение дифракции света на ультразвуковых волнах в твердом теле в режимах Рамана – Ната и Брэгга.

1.5. Лабораторная работа «Дифракция и фильтрация изображения в когерентном свете»

Цель работы: изучение явления дифракции когерентного света с использованием простейших дифракционных оптических элементов (ДОЭ), представляющих собой одномерные или двумерные аксиально-симметричные решетки. Наблюдение преобразования световой волны с использованием метода Фурье-оптики, измерение некоторых характеристик ДОЭ. Ознакомиться с наиболее распространёнными видами извлечения информации об исследуемых объектах посредством анализа их изображений – фильтрация изображений, средствами которой решаются задачи улучшения качества размытых и зашумлённых изображений, визуализации структуры фазовых объектов и т. д.

1.6. Лабораторная работа «Дифракционные оптические элементы»

Цель работы: знакомство с простейшими оптическими элементами, основанными на явлении дифракции света, изучение явления дифракции когерентного света с использованием простейших дифракционных оптических элементов (ДОЭ), представляющих собой одномерные или двумерные аксиально-симметричные решетки.

2. Интерференция света

2.1. Лабораторная работа «Определение длины волны света с помощью опыта Юнга и бипризмы Френеля»

Цель работы: изучение простых способов получения когерентных источников; наблюдение интерференции света; измерение длины волны квазимонохроматического света с помощью опыта Юнга и бипризмы Френеля; исследование влияния ширины источника на «видность» (контраст) интерференционных полос

2.2. Лабораторная работа «Кольца Ньютона»

Цель работы: изучение явления интерференции света; наблюдение колец Ньютона; определение радиуса кривизны линзы; измерение длины волны квазимонохроматических источников света; наблюдение световых биений; определение длины и времени когерентности источника излучения.

2.4 Лабораторная работа «Статический Фурье-спектрометр»

Цель работы: Изучение теоретических основ современной фурье-спектроскопии и их практического освоения в экспериментах на статическом фурье-спектрометре. Исследование спектров электромагнитного излучения. Излучение испускаемое, отражаемое, рассеиваемое, поглощаемое или преломляемое содержит в закодированном виде богатую информацию, обрабатывая результаты спектральных измерений можно узнать о самых тонких свойствах изучаемого объекта.

2.5. Лабораторная работа «Опыт Юнга в нестационарных спекл полях»

Цель работы: Изучение понятий пространственной и временной когерентности и оптики спеклов. В теоретической, части на доступном для студентов второго курса уровне,

даются общие представления об данных понятиях. Демонстрируется аналогия опыта Юнга в нестационарных спекл полях с интерференцией двух волн с ограниченной временной и пространственной когерентностью. В исполняемой части студентам предлагается пронаблюдать и понять эффект образования спеклов, и связь масштабов пространственной когерентности с их размерами. Найти зависимость контраста интерференционных полос с использованием модели квазитеплого источника света в зависимости от среднестатистических размеров спеклов.

2.6. Лабораторная работа «Измерение показателя преломления газа с помощью интерферометра Фабри-Перо»

Цель работы: Определение показателя преломления неизвестного газа в зависимости от давления. Определение поляризуемости вещества. Определение области свободной дисперсии сканирующего интерферометра Фабри – Перо, определение его спектрального разрешения.

3. Поляризация света

3.1. Лабораторная работа «Получение и исследование поляризованного света»

Цель работы: Ознакомление со способами получения света с заданным состоянием поляризации и с методами исследования состояния поляризации светового пучка.

3.2. Лабораторная работа «Исследование явлений хроматической поляризации»

Цель работы: Изучение интерференции поляризованного света и определение основных характеристик интерференционно - поляризационных светофильтров.

3.3. Лабораторная работа «Изучение эффекта Погкельса и модуляции света»

Цель работы: Знакомство с линейным электрооптическим эффектом, работой модуляторов излучения, основанных на этом эффекте и изучение влияния модуляции на спектр излучения.

3.4. Лабораторная работа «Изучение вращения плоскости поляризации света»

Цель работы: Измерение удельного вращения плоскости поляризации растворами сахара известной концентрации и определение процентного содержания сахара в исследуемом растворе.

3.6. Лабораторная работа «Изучение явления вращения плоскости поляризации света в импульсном магнитном поле»

Цель работы: Заключается в изучении закономерностей вращения плоскости поляризации в магнитном поле (эффект Фарадея), в определении постоянной Верде для воды, а также в измерении формы, амплитуды импульса внешнего магнитного поля оптическим методом с использованием современной цифровой техники.

4. Оптика лазеров

4.1. Лабораторная работа «Исследование спектрального состава излучения гелий-неонового лазера»

Цель работы: Знакомство с принципом работы He-Ne лазера и измерение спектральных параметров его излучения, знакомство с устройством и характеристиками интерферометра Фабри – Перо

4.2. Лабораторная работа «Трехзеркальный лазерный интерферометр»

Цель работы: Знакомство с принципами He-Ne – лазера; Получение навыков юстировки оптического резонатора; Знакомство с трехзеркальным лазер-интерферометром; Измерение показателя преломления фторопласта

4.3. Лабораторная работа «Спектральные характеристики лазера на красителе с многозеркальным резонатором Фабри-Перо»

Цель работы: Ознакомление с принципом работы лазера на красителе, изучение

спектрального состава его излучения, определение абсолютного значения максимума линии генерации.

4.4. Лабораторная работа «Генерация лазерного излучения»

Цель работы: Изучение процесса возникновения генерации лазерного излучения на примере Nd: YFG – лазера с импульсной светодиодной накачкой; определение превышения скорости накачки над пороговым значением с помощью численного моделирования; измерение добротности лазерного резонатора

4.5. Лабораторная работа «Генерация оптических гармоник»

Цель работы: Изучение процесса генерации второй гармоники (ГВГ); Измерение зависимости эффективности ГВГ от интенсивности первой гармоники излучения; Определение угловой ширины фазового синхронизма в нелинейном кристалле.

5 Оптические приборы

5.1. Лабораторная работа «Изучение призменного спектрометра»

Цель работы: ознакомиться с работой спектральных приборов на примере спектрометра, оснащенного призмой в качестве диспергирующего элемента.

5.2. Лабораторная работа «Изучение фазовой дифракционной решетки»

Цель работы: ознакомиться с работой спектральных приборов на примере фазовой дифракционной решетки.

5.3. Лабораторная работа «Изучение способов фильтрации оптического изображения»

Цель работы: ознакомление с принципами действия основных типов светофильтров – абсорбционных, отражательных, интерференционных и дисперсионных.

5.4. Лабораторная работа «Изучение интерферометра Фабри – Перо»

Цель работы: изучение принципа действия, устройства и юстировки прибора высокой разрешающей способности – интерферометра Фабри – Перо, определение длины световой волны и других важнейших характеристик интерферометра Фабри – Перо.

5.6. Лабораторная работа «Двулучевая интерферометрия»

Цель работы: на практике ознакомить студентов с физическим явлением интерференции монохроматических волн и основами интерференционных методов исследования прозрачных (фазовых) неоднородностей. На примере регистрации интерферограмм с использованием интерферометра с формированием опорной и предметной волн от отдельных источников света дать более глубокое понимание явления интерференции. На примере исследования пламени свечи показать возможность получения количественной информации о пространственном распределении показателя преломления методами оптической интерферометрии и на основе полученных знаний оценить распределение температуры в пламени.

5.8. Лабораторная работа «Спекл-интерферометрия»

Цель работы: Ознакомиться с понятием спеклов и изучить их основные свойства. Ознакомиться с понятием спекл-интерферометрии и с возможностями использования оптики спеклов в количественных измерениях смещения. Используя спекл интерференционный метод определить смещение тестового объекта.

5.10. Лабораторная работа «Лазерный доплеровский анемометр»

Цель работы: изучить принцип работы лазерного доплеровского анемометра (ЛДА) и измерение скорости быстро движущейся нити по смещению частоты рассеянного света.

Самостоятельная работа студентов (34 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям	25
Выполнение курсовой работы	9

5. Перечень учебной литературы.

1. Яковлев В. И. Классическая электродинамика. Новосибирск: НГУ, 2009. Ч.2. 2009300, [1] с. : ил.ISBN 978-5-94356-761-2, (87 экз.)
2. Мешков И. Н., Чириков Б. В. Электромагнитное поле. Новосибирск: Наука, 1987. Ч.1. Электричество и магнетизм.543 с. : ил.ISBN 978-5-93972-979-6 (57 экз.)
3. Мешков И. Н., Чириков Б. В. Электромагнитное поле. Новосибирск: Наука, 1987. Ч.2. Электромагнитные волны и оптика2014415 с. : ил.ISBN 978-5-93972-980-2 (56 экз.)
4. Князев Б. А., Черкасский В. С. Начала обработки экспериментальных данных. Учебное пособие. Издательство НГУ, 1996. (39 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Для самостоятельной работы студентов на сайте кафедры общей физики представлены описания лабораторных работ с кратким изложением теории изучаемого явления, задания, рекомендации к выполнению поставленных задач, контрольные вопросы для самоподготовки. <http://www.phys.nsu.ru/optics/Labworks.html>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Практикума по физической оптике» используются специальные помещения:

1. Лаборатории для проведения практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации.

2. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и лабораторным оборудованием для обеспечения преподавания дисциплины, а также техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации по дисциплине.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется контролем посещения занятий обучающимся, выполнения лабораторных работ и курсовой работы. В процессе выполнения лабораторных работ осуществляется постоянный контроль по их выполнению. Под наблюдением преподавателя обучающийся осуществляет пошаговое самостоятельное выполнение последовательности четко сформулированных заданий, представленных в описании лабораторной работы. После выполнения стандартных заданий студенту преподавателем предлагается изменить ход измерений с целью получения навыков использования альтернативных подходов и дополнительной информации о физических явлениях. Лабораторные работы сдаются по мере их выполнения последовательно, в связи с этим, в учебной программе дисциплины предусмотрено время для самостоятельной работы обучающегося: на подготовку к сдаче и оформлению экспериментальных результатов по выполненной работе в виде отчета. Выполнение лабораторной работы оценивается преподавателем по пятибалльной шкале. При выполнении курсовой и лабораторных работ обучающийся, при необходимости, получает консультацию у преподавателя.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Практикум по физической оптике» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде дифференцированного зачета. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Выполненные работы должны охватывать все разделы дисциплины, из которых обучающийся должен выполнить до 8 работ по назначению преподавателя.

Для оценивания выполнения обучающимся лабораторных работ используется "пятибалльная" шкала:

- оценка "отлично" выставляется в случае, если выполнено 8 лабораторных работ с суммарным баллом не ниже 36 (продвинутый уровень освоения компетенций);
- оценка "хорошо" выставляется в случае, если выполнено не менее 7 лабораторных работ с суммарным баллом не ниже 29 (базовый уровень освоения компетенций);
- оценка "удовлетворительно" выставляется в случае, оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено не менее 6 лабораторных работ с суммарным баллом не ниже 23 (пороговый уровень освоения компетенций);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если выполнено менее 6 лабораторных работ или суммарный балл ниже 23 (уровень усвоения компетенций не сформирован);

Курсовая работа должна быть выполнена в сроки, установленные планом работы кафедры. Оформление курсовой работы должно соответствовать Положению о порядке выполнения курсовых работ, принятом на заседании учёного совета физического факультета 19.11.2015 г. Соблюдение этих правил является обязательным, и влияет на итоговую оценку.

Защита и оценивание курсовой работы проводится согласно п.п. 7-8 Положения о порядке выполнения курсовых работ. Для оценивания выполнения обучающимся курсовой работы используется "пятибалльная" шкала.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.	Знать основы физической (волновой) оптики, методики исследования в области физической и квантовой оптики, физические характеристики устройств и принципы работы современных физических установок и оборудования.	Лабораторные работы, курсовая работа, дифференцированный зачет.
ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования. ОПК – 2.3. Применяет	Уметь пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований, грамотно и критически подобрать теоретическую модель к наблюдаемым явлениям, рассчитать основные величины и ошибки измерений в процессе выполнения	Лабораторные работы, курсовая работа, дифференцированный зачет.

различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.	лабораторных работ; уметь проводить научные (лабораторные) эксперименты, связанные с изучением оптических методов и явлений, основными принципами и методами обработки результатов измерений.	
--	---	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Практикум по физической оптике».

Таблица 10.2

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
ОПК-2.1	Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК-2.2 ОПК-2.3	Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Контрольные вопросы к лабораторным работам практикума и содержание отчетов, необходимые для оценки результатов обучения

1. Дифракция света

1.1. Лабораторная работа «Изучение дифракции Фраунгофера»

1. Чем отличается дифракция Френеля от дифракции Фраунгофера?
2. Каковы условия наблюдения дифракции Фраунгофера? Как их можно реализовать практически?
3. В каких случаях целесообразно проводить измерения размеров объектов дифракционным методом?

4. Как используя принцип «Бабиня» измерить толщину нити?
5. Как оценить относительную ширину прозрачных и непрозрачных участков решетки?
6. Как определить расстояние Гальбота?

1.2. Лабораторная работа «Дифракция Френеля и Фраунгофера»

1. В чем заключается физическая сущность принципа Гюйгенса – Френеля?
2. Каковы условия применимости приближения Френеля?
3. Объясните изменение интенсивности в центре картины дифракции Френеля на щели при изменении расстояния до плоскости наблюдения (изменении ширины щели) с помощью спирали Корню.
4. Каковы условия наблюдения дифракции Фраунгофера? Как их можно реализовать практически?
5. В каких случаях целесообразно проводить измерения размеров объектов дифракционным методом?
6. Каков качественный вид распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на двух щелях, если расстояние между щелями D в два раза больше ширины щелей d ?

1.3. Лабораторная работа «Дифракция света на ультразвуковых волнах в жидкости»

1. Изменится ли дифракционная картина, если в ячейке возникнет стоячая волна? Если да, то как, изменится?
2. Какой режим дифракции света на ультразвуковых волнах реализуется в опыте?
3. Почему при повороте ячейки количество наблюдаемых порядков уменьшается?
4. Для чего установлена цилиндрическая линза 5 на рис. 18?

Данная установка после некоторой доработки позволяет выполнить курсовую работу по теме «Исследование спектра света, рассеянного на ультразвуковой волне в жидкости».

1.4. Лабораторная работа «Дифракция света на ультразвуковых волнах в кристалле»

4. Существует ли верхний предел диапазона частот акустических колебаний, когда возможен режим Брэгга? Если да, то чему он равен для данной установки? Показатель преломления стекла ТФ7 принять равным 1,5.
5. Почему при повороте ячейки, работающей в режиме Рамана – Ната, изменяется дифракционная картина, а количество порядков уменьшается?
6. Как изменяется дифракционная картина при повороте ячейки вокруг вертикальной оси в переходном режиме?
7. В каком режиме работает ячейка 3 на рис. 23 (центральный максимум соответствует недифрагированному лучу)?
8. Объяснить последовательное появление двух бликов в режиме Брэгга при повороте модулятора вокруг вертикальной оси.

1.5. Лабораторная работа «Дифракция и фильтрация изображения в когерентном свете»

1. Каковы ограничения на когерентность источника света в процессоре обработки изображений?
2. Предложите эксперименты с оптическими процессорами обработки изображений.

1.6. Лабораторная работа «Дифракционные оптические элементы»

1. Какие ДОО дают наиболее высокую дифракционную эффективность?
2. Как будет выглядеть профиль киноформной отрицательной цилиндрической линзы?
3. Как для аксикона по дифракционной картине можно убедиться в несимметричности формы штриха?

2. Интерференция света

2.1. Лабораторная работа «Определение длины волны света с помощью опыта Юнга и бипризмы Френеля»

1. Как влияет дифракция света на щелях S_1 , S_2 в условиях реального эксперимента на интенсивность интерференционной картины?

2. Почему при увеличении ширины (протяженности) первичного источника света S интерференционные полосы становятся менее четкими?

3. Какой вид имеют интерференционные полосы в плоскостях, нормальных к S_1S_2 , в опыте Меслина (половинки разрезанной линзы смещены вдоль оси)?

2.2. Лабораторная работа «Кольца Ньютона»

1. Почему в опытах с тонкими пластинками интерференционные полосы хорошо видны в отраженном свете и при использовании протяженного источника белого света?

2. Что будет наблюдаться в отраженном свете в центре интерференционной картины и почему, если в опыте на рис. 15 $n_1 = 1,5$; $n_2 = 1,6$; а $n_3 = 1,7$?

3. Каким образом длина когерентности связана с монохроматичностью света?

2.4. Лабораторная работа «Статический Фурье-спектрометр»

1. Опишите принцип работы сканирующего Фурье-спектрометра на основе интерферометра Майкельсона. Чем он отличается от дисперсионных спектральных приборов?

2. Опишите принцип работы статического Фурье-спектрометра. Нарисуйте его оптическую схему и эквивалентную оптическую схему.

3. Что такое «выигрыш Жакино» и «выигрыш Фельжетта»?

4. Что такое «частота Найквиста»?

5. Что такое временная и пространственная когерентности?

6. Почему статический Фурье-спектрометр можно назвать голографическим интерферометром?

7. Что такое «быстрое преобразование Фурье»?

2.5. Лабораторная работа «Опыт Юнга в нестационарных спекл полях»

1. Что такое временная и пространственная когерентность?

2. Что такое длина когерентности и как она соотносится с пространственной когерентностью.

3. Что такое спеклы? От чего зависит их размер и какую связь он имеет с масштабом пространственной когерентности?

4. Возможна ли регистрация интерферограмм от двух независимых источников света? Если да, объясните на качественном уровне, что для этого необходимо. Если нет, то почему?

5. Что такое квазитепловой источник света и зачем он нужен?

6. Чему равно время когерентности в модели квазитеплового источника света?

2.6. Лабораторная работа «Измерение показателя преломления газа с помощью интерферометра Фабри-Перо»

1. Напишите уравнения состояния для анизотропной среды. Каким математическим объектом определяется в этом случае диэлектрическая проницаемость среды? Как из нее определить показатель преломления?

2. Может ли быть показатель преломления меньше единицы? Как соотносится при этом фазовая скорость света в среде со скоростью света в вакууме?

3. Может ли скорость распространения световой волны в среде зависеть от ее поляризации? Объяснить это с позиций микроскопической теории Лоренца.

3 Поляризация света

3.1. Лабораторная работа «Получение и исследование поляризованного света»

1. Обыкновенным или необыкновенным является луч, распространяющийся вдоль оптической оси одноосного кристалла?

2. Может ли быть полностью поляризованным свет, отраженный от поверхности воды?
3. Как получить *право*- и *лево*- поляризованный свет при помощи одной и той же фазовой пластинки?

3.2. Лабораторная работа «Исследование явлений хроматической поляризации»

1. Возможна ли интерференция ортогонально поляризованных лучей?
2. Почему при освещении белым светом кристаллической пластинки, помещенной между поляризатором и анализатором, поле зрения оказывается окрашенным?
3. Как изменится функция пропускания фильтра Лио при переходе от варианта с параллельными поляроидами к варианту с попарно скрещенными?

3.3. Лабораторная работа «Изучение эффекта Погкельса и модуляции света»

1. Что такое естественное и искусственное двойное лучепреломление? Что такое обыкновенный и необыкновенный лучи?
2. Почему линейный электрооптический эффект возможен только в анизотропных средах?
3. Вывести выражение (10).
4. Какой режим работы модулятора наиболее удобен для передачи информации?

3.4. Лабораторная работа «Изучение вращения плоскости поляризации света»

1. Чем отличается сахариметр от поляриметра?
2. Какова природа циркулярного (кругового) двулучепреломления?
3. Зависит ли угол поворота плоскости поляризации от направления распространения света в оптически активном веществе? Например, изменится ли этот угол при изменении направления распространения на противоположное?

3.6. Лабораторная работа «Изучение явления вращения плоскости поляризации света в импульсном магнитном поле»

1. Каким закономерностям подчиняется магнитное вращение плоскости поляризации?
2. Чем обусловлено направление вращения плоскости поляризации?
3. Какие вещества являются магнитоактивными?

4 Оптика лазеров

4.1. Лабораторная работа «Исследование спектрального состава излучения гелий-неонового лазера»

1. Какие характеристики лазерного излучения обусловлены продольными и поперечными модами?
2. Длина волны излучения лазера $\lambda = 0,63$ мкм, длина резонатора 1 м. Оцените расстояние между продольными модами в длинах волн.
3. Как влияют параметры интерферометра Фабри – Перо (расстояние между пластинами, коэффициент отражения зеркал), длина волны излучения на его спектральные характеристики (область свободной дисперсии, разрешающую силу, угловую и линейную дисперсию)?
4. Между пластинами интерферометра Фабри – Перо поместили непрозрачный экран, который закрывает половину их поверхности. Что будет видно в плоскости наблюдения?

4.2. Лабораторная работа «Трехзеркальный лазерный интерферометр»

1. Принцип работы трехзеркального лазер - интерферометра
2. Как определить оптическую добротность дополнительного резонатора?
3. Как получается минимум и максимум излучения при фиксированных положениях зеркала?

4.3. Лабораторная работа «Спектральные характеристики лазера на красителе с многозеркальным резонатором Фабри-Перо»

1. Чем определяются свойства лазеров на красителе?

2. Объяснить принцип работы резонатора Фабри–Перо.
3. Как выяснить состояние поляризации излучения лазера на красителе. Экспериментально определить, от каких физических факторов это состояние зависит.
2. Проверить возможность дополнительной селекции продольных мод излучения лазера на красителе, используя метод тонкого поглощающего слоя
3. Вычислить величину Δ в двух крайних точках внутреннего объема кюветы по горизонтали и по вертикали.

4.4. Лабораторная работа «Генерация лазерного излучения»

1. Во сколько раз импульсная мощность в первом пике выше мощности непрерывной генерации?
2. Объясните смысл понятия «пороговая скорость накачки»
3. Во сколько раз измеренная скорость накачки превосходит пороговую?

4.5. Лабораторная работа «Генерация оптических гармоник»

1. Что такое фазовый и угловой синхронизм?
2. Как обеспечивается условие фазового синхронизма в лабораторной работе?
3. Какие факторы приводят к падению мощности второй гармоники.
4. Как зависит коэффициент нелинейного преобразования от поляризации и от ширины спектра излучения полупроводникового лазера.

5 Оптические приборы

5.1. Лабораторная работа «Изучение призменного спектрометра»

1. Что такое градуировка спектрометра?
2. Как исследовать зависимость инструментального контура от размера щели?
3. Вычисление и измерение линейной дисперсии
4. Как вычислить теоретическую и реальную разрешающую способность спектрометра?

5.2. Лабораторная работа «Изучение фазовой дифракционной решетки»

1. Формула для разрешающей способности решетки была получена в предположении, что ширина спектральной линии обусловлена только дифракцией. Какова должна быть ширина щели коллиматора, чтобы выполнить это условие?
2. Оказывает ли дифракционная решетка поляризующее действие? Если да, то, как можно это проверить?
3. Каков минимальный период решетки для работы с излучением, имеющим длину волны λ ?

5.3. Лабораторная работа «Изучение способов фильтрации оптического изображения»

1. Определить $\lambda_{\text{макс}}$ всех фильтров, указать погрешность определения $\lambda_{\text{макс}}$.
2. Определить ширины спектров пропускания всех фильтров.
3. Объяснить зависимость $\lambda_{\text{макс}}$ ИС, диэлектрического зеркала и интерферометра Фабри – Перо на основе слюдяной пластинки от углов их наклона и положения плоскости поляризации света.
4. Вычислить спектральную зависимость $n_o - n_e$ для слюды.
5. Объяснить вид спектра лампы накаливания.

5.4. Лабораторная работа «Изучение интерферометра Фабри – Перо»

1. Как устроен интерферометр Фабри – Перо.
2. Что такое угловая и линейная дисперсии интерферометра.
3. Разрешающая способность интерферометра.
4. Область свободной дисперсии $\Delta\lambda$, $\Delta\nu$.

5.6. Лабораторная работа «Двулучевая интерферометрия»

1. Выпишите основное интерференционное соотношение интерференции двух монохроматических волн в общем случае, с учетом времени экспозиции (времени интегрирования).

2. Что такое время когерентности. Докажите возможность регистрации интерференции двух волн, образованных от разных источников света.

3. Какие условия необходимо выполнить для обеспечения возможности регистрации интерференции двух волн, образованных от разных источников света.

5.8. Лабораторная работа «Спекл-интерферометрия»

1. Какова природа спеклов в пространстве предметов, в пространстве изображений?

2. Во сколько раз нужно изменить апертуру линзы, чтобы размер формируемых ею спеклов в пространстве изображений уменьшился в 4 раза?

3. Как изменится спекл картина, если длину волны света изменить на $d\lambda$?

4. Опишите качественно изменения картины спеклов при увеличении ширины спектра излучения источника.

5. Приняв за модель матового экрана набор хаотически расположенных точечных источников, предложите метод оценки среднего расстояния между источниками, используя параметры спекл картины и оптической схемы.

5.10. Лабораторная работа «Лазерный доплеровский анемометр»

1. Объясните принцип работы дифференциальной схемы ЛДА.

2. Зависит ли частота доплеровского сигнала в дифференциальной схеме от направления наблюдения?

3. Можно ли с помощью схемы, используемой в данной работе, измерять вектор скорости?

4. Чем определяется пространственное разрешение ЛДА?

5. Чем определяется число интерференционных полос в измерениях?

Примерные темы курсовых работ

1. Исследование вакуумного волноводного СВЧ -окна в режиме стоячей волны.
2. Исследование лимфоцитов крови человека с помощью, сканирующей проточной цитометрии.
3. Исследование синтетических фосфолипидов методом микроспектроскопии комбинационного рассеяния света.
4. Измерение постоянной свободного падения интерферометрическим методом.
5. Сборка и исследование интерферометра Тальбота в видимом диапазоне.
6. Абсолютный измеритель плотности мощности лазерного излучения на основе интерферометра Физо.
7. Особенности распространения излучения индукционного FI лазера в световоде.
8. Прохождение излучения через субволновые щели и решетки.
9. Изучение фраунгоферовых линий спектра Солнца.
10. Изучение свойств твердотельного лазера с ламповой накачкой.
11. Измерение прозрачности и длины рассеивания аэрогеля диоксида кремния.
12. Измерение размеров капель форсунки при помощи методов IP1 и теневой фотографии.
13. Исследование провала Лэмба в перестроечной кривой однододового гелий-неонового лазера на длине волны 0,63 мкм.
14. Исследование упругих характеристик каленого стекла методом рассеяния Мандельштама-Бриллюэна.
15. Калибровка скоростной ПЗС-камеры по удельной мощности излучения с использованием эталона АЧТ.
16. Измерение пространственного распределения температуры плазмы с помощью ПЗС - камер по теневым фотографиям обтекания модели в условиях МГД – эксперимента.
17. СВЧ-калориметр на основе тонкой металлической пленки.
18. Изучение свойств киральных материалов с помощью эллипсометра терагерцового диапазона.

19. Наблюдение дифракции света на ультразвуковых волнах в жидкости и определение скорость ультразвука.
20. Интерференция радиоволн и диаграмма направленности антенной решетки.
21. Определение оптических констант одноосных кристаллов эллипсометрическим методом на примере кристаллического кварца и ниобата лития.
22. Исследование комплексов хенонов-халатора с ионами металлов методом оптической спектроскопии.
23. Исследование свойств аморфного гидрогенизированного кремния с применением метода эллипсометрии.
24. Измерение оптических характеристик полупрозрачных полимерных пленок в терагерцовом диапазоне.
25. Определение оптических констант металлов методом эллипсометрии.
26. Применение методики PIV для измерения полей скоростей вблизи модельного гидрокрыла.
27. Создание спектральной диагностики с пространственным разрешением на основе монохроматора ДФС-24.
28. Исследование величины скорости звука в бинарных растворах толуола и орто-терфенила как функции массовой доли компонент раствора методом рассеяния Мандельштама-Бриллюэна.
29. Калибровка фотоприемников в системе Томсоновского рассеяния.
30. Изучение линейчатого спектра вольфрама с помощью монохроматора.
31. Зависимость характеристик лазерного пучка от вида оптического резонатора.
32. Генерация лазерного излучения на примере Nd:YAG лазера с импульсной светодиодной накачкой.
33. Фотолюминисценция полупроводниковых гетероструктур с самоорганизованными квантовыми точками.
34. Исследование спектров пропускания и отражения пленок полупрозрачных электродов на основе оксидов индия и олова на стеклянных подложках.
35. Изучение фазо - контрастного метода на основе самонаводящихся фильтров Цернике.
36. Особенности распространения кольцевого лазерного излучения в световоде.
37. Изучение особенностей обтекания аэродинамических моделей теньвым методом с применением адаптивного визуализирующего транспаранта.
38. Изучение применения теневого метода с адаптивным визуализирующим транспарантом при исследовании сверхзвукового обтекания конусов.
39. Оптические свойства сцинтилляционных кристаллов.
40. Исследование комплексов хинона-хелатора с ионами железа методом оптической спектроскопии.
41. Исследование процесса люминесценции синглетного кислорода.
42. Изучение спектра пропускания светофильтров на различных сцинтилляторах.
43. Применение эксимерного лазера для фотоионизации кластеров аргона.
44. Спектры излучения плазмы в процессе лазерно-плазменной обработки металлов.
45. Измерение толщины пленок с использованием принципа многолучевой интерференции.
46. Исследование оптической активности метаматериалов методом терагерцовой поляриметрии с помощью терагерцового поляриметра.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы по дисциплине
«Практикум по физической оптике»
направление подготовки: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): все профили**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного