

**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 квантовой электроники**



**Рабочая программа дисциплины
ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА**

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

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			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётных единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

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

С.В. Цыбуля

Новосибирск 2022

Содержание

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

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

Курс «**Прикладная оптика**» является базовой дисциплиной в образовательной бакалаврской программе по оптике, Курс предназначен для бакалавров, область будущей профессиональной деятельности которых включает:

- разработку, исследование, модификацию и применение лазерных систем;
- научные и технологические разработки в области лазерных систем, нелинейной и квантовой оптики;
- научные исследования, метрология и производственная деятельность с использованием лазерного излучения;
- исследования процессов взаимодействия оптического излучения с веществом;
- научная, техническая, технологическая и инженерная деятельность в области оптоэлектроники, а также квантовой и нелинейной оптики.

Дисциплина «**Прикладная оптика**» имеет своей целью:

- овладение базовыми понятиями и основами прикладной оптики,
 - овладение знанием об основных типах преобразования гауссовых пучков в оптических системах (уровень бакалавриата, профиль подготовки «общая и фундаментальная физика»).
- Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать основные принципы преобразования лазерного излучения в оптических системах, понятие гауссового пучка, понятие модового состава излучения, простейшие модели распространения излучения в неоднородных средах, основы оптики лазерных резонаторов и волоконных систем, знать теоретические основы и базовые представления в области фундаментальной прикладной оптики; основные современные методы расчета сложных оптических систем.</p> <p>Уметь применять полученные знания при решении задач и чтении оригинальных статей по оптике и лазерной физике, выявлять ключевые проблемы в области прикладной оптики; устанавливать границы применимости классических теорий для описания процессов преобразования электромагнитных полей оптического диапазона.</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		Владеть навыками самостоятельной работы со специализированной литературой в области прикладной оптики, решения усложненных задач по основным направлениям прикладной оптики; применения современного математического инструментария для их решения, прикладными программами для расчета сложных оптических систем; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в области прикладной оптики.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Курс «**Прикладная оптика**» реализуется в осеннем семестре 3-го курса бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой квантовой электроники, изложение материала опирается на знание студентами общей физики, основ электромагнитной теории света; обеспечена логическая связь с дисциплиной с курсами «Статистическая оптика», «Экспериментальные методы квантовой электроники» и «Теоретические основы квантовой электроники».

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем

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			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов, домашнее задание (задачи), экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: выборочный опрос, проверка решения задач;
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа):

- занятия лекционного типа –16 часа;
- практические занятия (решение задач под руководством преподавателя) – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (групповые консультации, подготовка, сдача экзамена) – 22 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Преобразование гауссовых пучков в оптических системах <i>Выборочный опрос</i>	1-2	6	2	2	2	
2	Гауссовы пучки в однородной среде и их параметры. <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	3-4	6	2	2	2	
3	Гауссовы пучки в среде с квадратичным профилем показателя преломления и их параметры <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	5-6	6	2	2	2	
4	Преобразование гауссовых пучков в оптических системах <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	7-8	6	2	2	2	

5	ABCD матрицы сложных оптических систем <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	9-10	6	2	2	2	
6	Фокусировка гауссовых пучков <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	11-12	6	2	2	2	
7	Расчет параметров гауссового пучка, излучаемого лазером <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	13-14	7	2	2	3	
8	Распространения света в оптическом волокне с квадратичным профилем показателя преломления <i>Выборочный опрос и проверка решения задач</i>	15-16	7	2	2	3	
9	Самостоятельная работа в период экзаменационной сессии		18				18
10	Консультации		2				2
11	Экзамен		2				2
Всего за семестр			72	16	16	18	22

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

1. Преобразование гауссовых пучков в оптических системах (2 часа).
Распространение лазерных пучков в среде с квадратичным профилем показателя преломления: скалярное волновое уравнение, уравнение Гельмгольца, параксиальное уравнение и их решения.
2. Гауссовы пучки в однородной среде и их параметры (2 часа).
Фундаментальный гауссов пучок в однородной среде. Конфокальный параметр, угловая расходимость. Моды гауссового пучка высшего порядка.
3. Гауссовы пучки в среде с квадратичным профилем показателя преломления и их параметры (2 часа).
Условие компенсации расходимости гауссового пучка. Моды гауссового пучка высшего порядка и их свойства. Особенности модовых решений гауссовых пучков высшего порядка. Модовая дисперсия групповой скорости. Зависимость групповой скорости от частоты излучения.
4. Преобразование гауссовых пучков в оптических системах (2 часа).
Метод ABCD матриц. ABCD матрицы типовых оптических элементов и сред. Получение матриц и их анализ. Особенности отображающих оптических систем в гауссовых пучках.
5. ABCD матрицы сложных оптических систем (2 часа).
Особенности отображающих оптических систем в гауссовых пучках. Афокальные оптические системы.
6. Фокусировка гауссовых пучков (2 часа).
Размер пучка, глубина резкости. Относительное отверстие и числовая апертура фокусирующей линзы.
7. Расчет параметров гауссового пучка, излучаемого лазером (2 часа).
ABCD матрицы в геометрической оптике.

8. Распространения света в оптическом волокне с квадратичным профилем показателя преломления (2 часа).
Лучевой анализ процессов. Особенности распространения меридиональных и сагиттальных лучей в оптическом волокне

Программа практических занятий (16 часов)

1. Рассмотреть прохождение гауссова пучка через тонкую линзу с фокусным расстоянием f , предполагая, что пучок распространяется вправо (2 часа).
2. Рассмотреть падение гауссова пучка перпендикулярно на призму с показателем преломления n . Найти угол расходимости выходного пучка в дальнем поле (2 часа).
3. Найти геометрооптическую ABCD-матрицу для плоской границы раздела двух сред с показателями преломления n_1 и n_2 соответственно (2 часа).
4. Получить ABCD матрицу гауссова пучка для сферической поверхности (2 часа).
5. Формула Ньютона для отображающих оптических систем (2 часа).
6. Числовая апертура плоско-выгнутой сферической линзы (2 часа).
7. Распределение энергетической освещенности по сечению гауссова пучка (2 часа).
8. Основные дифференциальные уравнения и их решения (2 часа).

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
решение индивидуальных домашних заданий, подготовка к защитами индивидуальных домашних заданий	12
Компьютерное моделирование	6
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература:

1. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника: принципы и применения // Перев. с англ. В.Л. Дербова, в 2-х томах. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012 г.

5.2. Дополнительная литература:

2. А.Ярив, П. Юх. Оптические волны в кристаллах, под ред. И.Н. Сисакяна, Изд. «Мир», М., 1987;
3. Х.Хаус. Волны и поля в оптоэлектронике, под ред. К.Ф.Шипилова, Изд. «Мир», М., 1988;
4. А. Джеррард, Дж. М. Берч. Введение в матричную оптику, изд. «Мир», М., 1978;
5. П. Чео. Волоконная оптика (приборы и системы), «Энергоатомиздат», М., 1988;
6. 3D лазерные информационные технологии, под ред. П.Е. Твердохлеба, Изд. ЗАО«Офсет», Новосибирск, 2003.

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

Темы самостоятельных лабораторных работ, выполняемых с методами компьютерного моделирования:

1. Ознакомление с компьютерной моделью цилиндрического волновода с квадратичным профилем показателя преломления. Моделирующая программа. Начальные параметры входного луча [5];
2. Изучение процессов распространения одиночных и групповых лучей в меридиональных и сагиттальных плоскостях цилиндрического волновода [5].

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

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

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

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

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

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

Для реализации дисциплины «**Прикладная оптика**» лекции проводятся с использованием обычной доски и мела. Для контроля усвоения материала используется выборочный опрос с последующим обсуждением ошибок студентов и проверки решения задач студентами. Длительность бесед с заинтересованными студентами не ограничивается. Проводится консультация при подготовке к экзамену.

Дистанционная реализация дисциплины осуществляется с применением электронного обучения (платформа ZOOM, GoogleMeet), где обучение проводится на виртуальных аналогах, позволяющим достигать запланированных результатов по дисциплине.

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

Оценочным средством для текущего контроля успеваемости в части самостоятельной работы является регулярная сдача-приемка домашних заданий.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области статистической оптики в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию в устной и письменной форме.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать основные принципы преобразования лазерного излучения в оптических системах, понятие гауссова пучка, понятие модового состава излучения, простейшие модели распространения излучения в неоднородных средах, основы оптики лазерных резонаторов и волоконных систем, знать теоретические основы и базовые представления в области фундаментальной прикладной оптики; основные современные методы расчета сложных оптических систем.	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	Уметь применять полученные знания при решении задач и чтении оригинальных статей по оптике и лазерной физике, выявлять ключевые проблемы в области прикладной оптики; устанавливать границы применимости классических теорий для описания процессов преобразования электромагнитных полей оптического диапазона.	Проведение контрольных работ, экзамен.

<p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Владеть навыками самостоятельной работы со специализированной литературой в области прикладной оптики, решения усложненных задач по основным направлениям прикладной оптики; применения современного математического инструментария для их решения, прикладными программами для расчета сложных оптических систем; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в области прикладной оптики.</p>	<p>Проведение контрольных работ, экзамен.</p>
--	--	---

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Прикладная оптика».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	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
Полнота знаний	ПК 1.1	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.
Наличие умений	ПК 1.2	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.

Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.
-----------------------------------	--------	--	--	--	---

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

Пример экзаменационного билета

По курсу «Прикладная оптика (преобразование гауссовых пучков в оптических системах)»

1. Гауссовы пучки высшего порядка в однородной среде (аналитическое описание, особенности и свойства, основные параметры). Характер изменения интенсивности света в сечении такого пучка.
2. Получите формулу Ньютона для гауссового пучка в однородной среде. Укажите связь с формулой Ньютона, полученной в приближении геометрической оптики.
3. Решите задачу*. Поясните ее практический смысл.

* Номер задачи – по выбору преподавателя.

Пример задачи для домашнего задания

- а) Пусть гауссов пучок падает перпендикулярно на призму с показателем преломления n (рис.1). Найдите угол расходимости выходного пучка в дальнем поле.
- б) Пусть призма перемещается влево, до тех пор пока ее входная поверхность, на которую падает пучок, не совпадет с плоскостью $z = -l_1$. Чему теперь будет равен радиус пучка в перетяжке и где перетяжка будет располагаться? (Предположите, что призма имеет достаточно большую длину, так что перетяжка оказывается внутри призмы.)

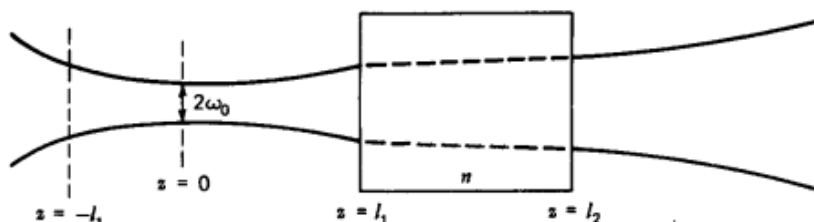


Рис. 1

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

<p style="text-align: center;">МИНОБРНАУКИ РОССИИ</p> <p style="text-align: center;">Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)</p> <p style="text-align: center;">Физический факультет</p>
<p style="text-align: center;">ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____</p> <p>1. 2. 3.</p> <p>Составитель _____ /Ф.И.О. преподавателя/ (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 г.</p>

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 «Прикладная оптика»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

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