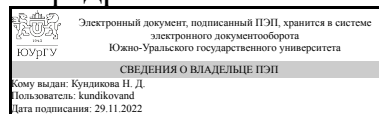


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



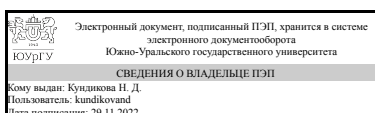
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.07.02 Дифракционная оптика  
для направления 03.04.01 Прикладные математика и физика  
уровень Магистратура  
магистерская программа Волоконная и лазерная оптика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

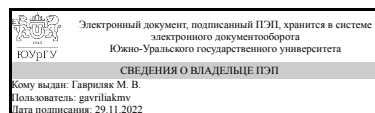
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,  
ассистент



М. В. Гавриляк

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями и задачами освоения дисциплины «Дифракционная оптика» являются получение базовых знаний по теории дифракции света, функциональным возможностям дифракционных оптических элементов (ДОЭ), методам расчета и синтеза ДОЭ, знакомство с областями применения ДОЭ, а также самостоятельное компьютерное проектирование ДОЭ. При освоении дисциплины вырабатывается общефизическая и общематематическая культура: умение логически мыслить, устанавливать логические связи между физическими явлениями, применять полученные знания для понимания и моделирования физических процессов, умение использовать полученные знания для решения задач из других областей физики.

## Краткое содержание дисциплины

Дифракционная оптика объясняет дифракцию, интерференцию, эффекты поляризации, абберацию и природу других сложных эффектов. Дифракционная оптика позволяет сконструировать оптические структуры, работающие на принципе дифракции света и обладающие новыми свойствами. Основная идея заключается в возможности манипуляции светом с помощью структур, имеющих размеры порядка длины волны. В курсе изложены основные идеи построения таких оптических элементов, рассмотрены их свойства; технология изготовления, методы измерения их параметров, возможные сферы практического применения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств	Знает: методы расчета и синтеза ДОЭ; области применения ДОЭ; теорию дифракции света, функциональные возможности дифракционных оптических элементов (ДОЭ). Умеет: проектировать дифракционные оптические элементы; проектировать дифракционные оптические элементы. Имеет практический опыт: методами расчета дифракционных оптических элементов; математическим аппаратом теории дифракции.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Нелинейная оптика

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	67,5	67,5	
Подготовка к экзамену	17,5	17,5	
Подготовка к докладам	50	50	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы дифракции света.	2	1	1	0
2	Виды дифракционных решеток.	2	1	1	0
3	Прототипы дифракционных оптических элементов.	4	2	2	0
4	Функциональные возможности зонированных дифракционных оптических элементов (ДОЭ).	4	2	2	0
5	Границы зон и фазовые функции оптических элементов.	4	2	2	0
6	ДОЭ, реализуемые методами цифровой голографии.	4	2	2	0
7	Геометрооптический расчет ДОЭ.	4	2	2	0
8	Дискретизация и квантование фазы ДОЭ.	4	2	2	0
9	Компьютерное проектирование ДОЭ.	2	1	1	0
10	Методы синтеза ДОЭ.	1	0,5	0,5	0
11	Области применения ДОЭ.	1	0,5	0,5	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Волновая природа света. Дифракция на щели. Дифракционная решетка. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная эффективность решетки.	1
2	2	Фазовые и амплитудные решетки, отражательные и пропускающие решетки. Рельефные решетки. Радужные голограммы. Решетки с углом блеска.	1

		Объемные решетки. Брегговская дифракция.	
3	3	Зонная пластинка Френеля. Линза Френеля. Киноформы.	2
4	4	Фокусаторы. Фокусатор в кольцо. Аксиокон.	2
5	5	Приведение функции к интервалу. Плоская цилиндрическая линза. Отражательная зонная пластинка. Плоская призма.	2
6	6	Голограммы Фурье и Френеля. Амплитудные голограммы. Фазовые голограммы. Комбинированные голограммы. Итеративный подход к расчету голограмм.	2
7	7	Лучевая постановка задачи расчета ДООЭ. Вывод уравнений наклонов для расчета ДООЭ. Геометрооптический расчет фокусаторов. Геометрооптический расчет компенсаторов волновых фронтов.	2
8	8	Модель дискретизации и квантования фазы при создании ДООЭ. Оценка погрешности дискретизации и квантования фазы в плоскости ДООЭ. Анализ влияния дискретизации и квантования фазовой функции на характеристики ДООЭ.	2
9	9	Главные этапы компьютерного синтеза ДООЭ. Вычислительный эксперимент в компьютерной оптике. Проведение натуральных экспериментов в компьютерной оптике.	1
10	10	Различные подходы к формированию микрорельефа. Литография. Абляция.	0,5
11	11	Системы фокусировки излучения лазера в дисковых видеопроекторных, лазерные дальнометры. Киноформный аксиокон. Линзакон. Киноформ прозрачного тора.	0,5

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основы дифракции света.	1
2	2	Виды дифракционных решеток.	1
3	3	Прототипы дифракционных оптических элементов.	2
4	4	Функциональные возможности зонированных дифракционных оптических элементов (ДООЭ).	2
5	5	Границы зон и фазовые функции оптических элементов.	2
6	6	ДООЭ, реализуемые методами цифровой голографии.	2
7	7	Геометрооптический расчет ДООЭ.	2
8	8	Дискретизация и квантование фазы ДООЭ.	2
9	9	Компьютерное проектирование ДООЭ.	1
10	10	Методы синтеза ДООЭ.	0,5
11	11	Области применения ДООЭ.	0,5

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов

Подготовка к экзамену	1. Прикладная физическая оптика Редкол.: В. А. Фабрикант (гл. ред.) и др.; Моск. энерг. ин-т. - М.: МЭИ, 1989. - 163 с. ил. 2. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика учеб. пособие для вузов по направлениям 510000 "Естеств. науки и математика" и др. Н. И. Калитеевский. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 480 с.	2	17,5
Подготовка к докладам	1. Прикладная физическая оптика Редкол.: В. А. Фабрикант (гл. ред.) и др.; Моск. энерг. ин-т. - М.: МЭИ, 1989. - 163 с. ил. 2. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика учеб. пособие для вузов по направлениям 510000 "Естеств. науки и математика" и др. Н. И. Калитеевский. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 480 с.	2	50

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Доклад	1	34	Подготовленные доклады заслушиваются на занятиях, затем задаются вопросы докладчику и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Оценка выставляется с учетом нескольких рубрик. Рубрики: 1.) Оформление презентации: Презентация отсутствует - 0 баллов; Оформлено не по правилам - 2 балла; К оформлению имеются замечания - 4 балла; Замечаний к оформлению нет - 6 баллов. 2.) Степень раскрытия материала: Устный доклад отсутствует - 0 баллов; Тема раскрыта не достаточно - 5 баллов; Тема раскрыта не полностью - 8 баллов; Тема полностью раскрыта - 10 баллов. 3.) Использование вспомогательного материала (шпаргалка): Текст полностью прочитан с использованием вспомогательных материалов - 0 баллов; Текст частично прочитан с использованием вспомогательных материалов - 2 балла; Докладчик иногда обращается к вспомогательным материалам в виде плана	экзамен

						- 6 баллов; Докладчик не обращается к вспомогательным материалам - 8 баллов. 4.) Ответы на вопросы: Ответы на вопросы отсутствуют или все ответы неверны - 0 баллов; Докладчик ответил не на все вопросы или часть ответов неверны - 3 балла; На все вопросы дан правильный ответ - 6 баллов. Баллы по рубрикам суммируются. Максимальная оценка 34.	
2	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	6	Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Общее количество баллов по экзаменационному билету - 6. Каждый теоретический вопрос оценивается на 3 балла. Ответ отсутствует или ответ не содержит правильных фрагментов – 0 баллов. Ответ содержит правильные фрагменты, но студент, в целом, не ориентируется в вопросе – 1 балл. Ответ, в целом, верный, но содержит существенные недостатки – 2 балла. Ответ верный, студент свободно ориентируется в вопросе – 3 балла.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен является обязательным контрольным мероприятием промежуточной аттестации. Студент получает билет, содержащий два вопроса.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-4	Знает: методы расчета и синтеза ДОЭ; области применения ДОЭ; теорию дифракции света, функциональные возможности дифракционных оптических элементов (ДОЭ).	+	+
ПК-4	Умеет: проектировать дифракционные оптические элементы; проектировать дифракционные оптические элементы.	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: методами расчета дифракционных оптических элементов; математическим аппаратом теории дифракции.	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика учеб. пособие для вузов по направлениям 510000 "Естеств. науки и математика" и др. Н. И. Калитеевский. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 480 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Успехи физических наук

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу "Дифракционная оптика" в электронном виде в локальной сети кафедры

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу "Дифракционная оптика" в электронном виде в локальной сети кафедры

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу "Дифракционная оптика" <a href="https://phys.susu.ru/stud.html">https://phys.susu.ru/stud.html</a>
2	Дополнительная литература	ScienceDirect	Журналы по "Дифракционной оптике" <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Безус, Е.А. Дифракционная оптика и нанофотоника. [Электронный ресурс] / Е.А. Безус, Д.А. Быков, Л.Л. Досколович, А.А. Ковалев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/71979">http://e.lanbook.com/book/71979</a> — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Журналы по "Дифракционной оптике" <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
5	Дополнительная литература	IEEE Xplore Digital Library	Журналы по "Дифракционной оптике" <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	506 (16)	компьютер, проектор, программное обеспечение Power Point
Практические занятия и семинары	506 (16)	компьютер, проектор, программное обеспечение Power Point