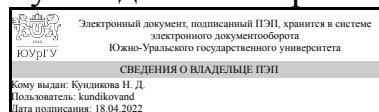


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



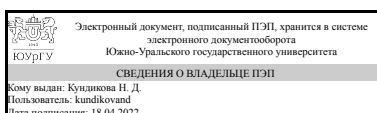
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Динамическая голография  
для направления 03.04.01 Прикладные математика и физика  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

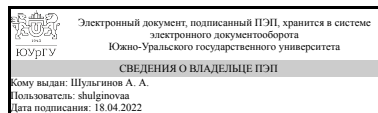
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

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



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доц., доцент



А. А. Шульгинов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Динамическая голография» являются получение базовых знаний об основах теории взаимодействия волн на динамических голограммах и принципов построения оптических систем на основе динамических голограмм. 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

Динамическая голография - область голографии, в которой рассматриваются преобразования когерентных волн, происходящие в самом процессе их записи. В обычной статистической голографии процесс записи приводит к возникновению в регистрирующей среде скрытого изображения, не влияющего на записывающие пучки. Лишь после проявления среда приобретает свойства голограммы, изменяющей параметры проходящего через неё считывающего пучка. Это позволяет восстанавливать записанные изображения неподвижных стационарных объектов. В динамической голографии, в качестве регистрирующих сред используются вещества, в которых запись изображения (т. е. изменение показателя преломления и (или) коэф. поглощения в соответствии с распределением интенсивности интерференционной картины) происходит непосредственно под воздействием записываемого пучка без проявления. Поэтому записывающие пучки испытывают изменения, вызванные создаваемой ими же голограммой (обратная связь). В данной дисциплине рассматриваются процессы записи и считывания динамических голограмм, преобразование первичных волн на таких голограммах, обращение волнового фронта и лазеры на динамических голограммах.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	Знает: основные понятия динамической голографии, виды голограмм, виды взаимодействия на них световых пучков, оптические системы на основе динамических голограмм; математические модели, описывающие возникновение динамических решеток в некоторых средах Имеет практический опыт: расчета оптических характеристик динамических голограмм и некоторых процессов взаимодействия на них световых волн;

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Нет	ФД.01 Введение в нелинейную физику, 1.О.06 Взаимодействие излучения с веществом
-----	--

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., 32,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	67,5	67,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к тестированию	40,5	40.5	
Подготовка к экзамену	27	27	
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 голографии	32	8	24	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основы голографии. Первые оптические схемы для записи голограмм. Интерференция двух плоских волн. Процесс записи и считывания голограммы. Статическая и динамическая голография. Техника голографического эксперимента. Лазер и основные характеристики лазерного излучения. Вспомогательные оптические элементы голографической установки. Виды голограмм. Основные параметры. Амплитудные и фазовые голограммы. Основные характеристики голограммы: дифракционная	2

		эффективность, угловая и спектральная селективность. Объемные и плоские голограммы. Дифракционные порядки, дифракция Брегга и Рамана -Ната. Дифракционная эффективность объемной фазовой голограммы.	
2	1	Регистрирующие среды для голографической записи. Особенности распространения световых волн в кристаллах. Особенности распространения световых волн в кристаллах. Одноосные и двуосные кристаллы. Линейный электрооптический эффект. Модуляция показателя преломления. Тензор электрооптических коэффициентов. Оптическая активность.	2
3	1	Перераспределение зарядов в кристалле. Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле. Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда. Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы в фоторефрактивном кристалле. Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины. Способы записи голограмм в фоторефрактивных кристаллах. Стационарный случай. Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле. Фотовольтаический механизм записи. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи.	2
4	1	Нестационарные условия голографической записи в фоторефрактивных средах. Бегущая интерференционная картина или переменное электрическое поле на кристалле. Амплитуда голограммы при нестационарных механизмах записи. Запись голограмм в переменном поле движущейся интерференционной картиной. Механизм синхронного детектирования бегущей интерференционной картины. Голографическая запись при синусоидальном и знакопеременном поле на кристалле. Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов. Виды взаимодействия волн на динамических решетках. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике. Приближение неистощаемой накачки.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основы голографии	2
2	1	Техника голографического эксперимента	2
3	1	Виды голограмм. Основные параметры	2
4	1	Регистрирующие среды для голографической записи	2
5	1	Особенности распространения световых волн в кристаллах	2
6	1	Формирование поля пространственного заряда	2
7	1	Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы в фоторефрактивном кристалле	2
8	1	Способы записи голограмм в фоторефрактивных кристаллах. Стационарный случай	2
9	1	Нестационарные условия голографической записи в фоторефрактивных средах	2
10	1	Запись голограмм в переменном поле движущейся интерференционной картиной	2
11	1	Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов	2

12	1	Виды взаимодействия волн на динамических решетках. Применения	2
----	---	---	---

### 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 тестированию	Учебники и пособия [1-5] из раздела "Учебно-методические материалы в электронном виде"	1	40,5
Подготовка к экзамену	Учебники и пособия [1-5] из раздела "Учебно-методические материалы в электронном виде"	1	27

## 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	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Тест 1	1	4	Тест содержит 4 вопроса с вариантами ответов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл и 0 баллов за неправильный ответ. Преподаватель может спросить студента о том, почему он выбрал тот или иной ответ. В случае неверного объяснения выставляется 0 баллов за тест.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Тест 2	1	4	Тест содержит 4 вопроса с вариантами ответов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл и 0 баллов за неправильный ответ. Преподаватель может спросить студента о том, почему он выбрал тот или иной ответ. В случае неверного объяснения выставляется 0 баллов за тест.	экзамен
3	1	Текущий контроль	Тест 3	1	5	Тест содержит 5 вопросов с вариантами ответов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл и 0 баллов за неправильный ответ. Преподаватель может спросить студента о том, почему он выбрал тот или иной ответ. В случае неверного объяснения выставляется 0 баллов за тест.	экзамен

4	1	Текущий контроль	Тест 4	1	5	Тест содержит 5 вопросов с вариантами ответов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл и 0 баллов за неправильный ответ. Преподаватель может спросить студента о том, почему он выбрал тот или иной ответ. В случае неверного объяснения выставляется 0 баллов за тест.	экзамен
5	1	Текущий контроль	Тест 5	1	3	Тест содержит 3 вопроса с вариантами ответов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл и 0 баллов за неправильный ответ. Преподаватель может спросить студента о том, почему он выбрал тот или иной ответ. В случае неверного объяснения выставляется 0 баллов за тест.	экзамен
6	1	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Студент получает билет, содержащий 5 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 1 балла. 0 - ответ неверный, 1 - ответ верный.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент получает билет, содержащий 5 вопросов. Время на подготовку ответов - 60 минут. Ответы устные. Прохождение промежуточной аттестации необязательно.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ОПК-1	Знает: основные понятия динамической голографии, виды голограмм, виды взаимодействия на них световых пучков, оптические системы на основе динамических голограмм; математические модели, описывающие возникновение динамических решеток в некоторых средах	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: расчета оптических характеристик динамических голограмм и некоторых процессов взаимодействия на них световых волн;	+	+	+	+	+	+

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:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для СРС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для СРС

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Корешев, С.Н. Основы голографии и голограммной оптики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 97 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/40799">http://e.lanbook.com/book/40799</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Андреева, О.В. Прикладная голография. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2008. — 184 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/43436">http://e.lanbook.com/book/43436</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/627">http://e.lanbook.com/book/627</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дуденкова, В. В. Оптическая голография : учебное пособие / В. В. Дуденкова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 55 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/152998">https://e.lanbook.com/book/152998</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гужов, В. И. Цифровая голография. Математические методы : учебное пособие / В. И. Гужов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 80 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/113399">https://e.lanbook.com/book/113399</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	504 (16)	компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	504 (16)	компьютер, проектор