

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Голография

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Голография относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.1: Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области голографии. Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области голографии. Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к голографии.</p> <p>ПК-1.2: Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области голографии. Уметь</p>	Собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области голографии.</p> <p>Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к голографии.</p>		
<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии.</p> <p>Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии.</p> <p>Владеть опытом использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии.</p> <p>Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии.</p> <p>Владеть опытом</p>	Собеседование	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии</p> <p>ПК-2.3: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии. Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии. Владеть опытом использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии</p> <p>ПК-2.4: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии. Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии. Владеть опытом использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Тема 1. Основные уравнения голографии	13		6	6	7
Тема 2. Основные типы голограмм	13		6	6	7
Тема 3. Анализ плоских голограмм	12		5	5	7
Тема 4. Рельефные и объемные голограммы	11		5	5	6
Тема 5. Практические аспекты оптической голографии	11		5	5	6
Тема 6. Отдельные вопросы современной голографии	11		5	5	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- 1) разбор лекционного материала,
 - 2) изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения собеседования во время практических занятий

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

- 1) Частотная и импульсная характеристика свободного пространства
- 2) Пространственный и угловой спектр оптических волн
- 3) Распространение когерентного света в линзовых системах. Формирование изображений.
- 4) Получение пространственных спектров в линзовых системах
- 5) Источники света, применимые для записи и восстановления голограмм.
- 6) Влияние их параметров на возможности получения изображений
- 7) Временная и пространственная когерентность света. Когерентность лазерного излучения.
- 8) Параметры оптических волн, существенные для получения изображений голографическим методом. Возможности и способы их регистрации
- 9) Галоидосеребряные эмульсии и фототермопластики. Фотографические и голографические характеристики фотоматериалов
- 10) Получение пространственных спектров в линзовых системах.
- 11) Принцип голографической регистрации и получения изображений. Образование голограмм и их классификация.
- 12) Методика голографического процесса и требования к элементам голографических схем.

- 13) Осевая, внеосевая, объемная голограммы. Схемы регистрации, выделение информационного порядка и особенности восстановленных изображений
- 14) Приведите оптическую схему получения голограмм Лейта-Упатниекса. Задайте требования на конструкцию установки (напр.: габариты, размер фотопластинки, глубина сцены...) и выполните расчет параметров восстановленного изображения.
- 15) Условия записи и свойства голограмм сфокусированного изображения, Френеля и Фраунгофера.
- 16) Частотная характеристика свободного пространства в приближениях Фраунгофера, Френеля и геометрической оптики.
- 17) Импульсная характеристика свободного пространства в приближениях Фраунгофера, Френеля и геометрической оптики.
- 18) Фурье-голограммы: схемы записи, свойства и особенности.
- 19) Отражательные объемные голограммы: восстановленный волновой фронт, дифракционная эффективность, спектральная и угловая селективность.
- 20) Образование объемных голограмм. Теория связанных волн: решение волнового уравнения, условие Брэгга.
- 21) Дифракционная эффективность голограмм.
- 22) Влияние размера голограмм на качество восстановленного изображения
- 23) Влияние разрешающей способности регистрирующей среды на восстановленное голографическое изображение.
- 24) Динамическая голография.
- 25) Какую толщину и разрешение должна иметь фотоэмульсия на основе желатина ($n=1,5$), чтобы на ней можно было регистрировать He-Ne-лазером ($\lambda=633$ нм) объемные голограммы при угле сходимости опорной и предметной волн 30° .
- 26) Определить местоположение изображения, восстановленного He-Ne-лазером ($\lambda=633$ нм) с голограммы объекта, записанной аргоновым лазером ($\lambda=488$ нм), если объект располагался на расстоянии 10 см от голограммы, опорный и восстанавливающий пучки плоские и одинаково направленные.
- 27) Рассчитать дифракционную эффективность амплитудной голограммы, образованной двумя когерентными пучками равной интенсивности, сходящимися под углом 30° , если их направления поляризации лежат в плоскости, образованной их волновыми векторами (фотоматериал считать идеальным).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

- 1) Как изменится оптически сопряженное изображение транспаранта, если в два раза уменьшить диаметр диафрагмы, помещенной в фокальную плоскость линзы.

- 2) Как расположены плоскости равного почернения в объемной голограмме плоской волны по отношению к волновым векторам опорной и предметной волн?
- 3) Определить допустимое смещение вдоль оптической оси линзы с фокусным расстоянием F и апертурой D , строящей изображение единичного масштаба, без потери деталей изображения крупнее d .
- 4) Пусть имеется фотопластина с высоким разрешением размером 10×12 см. Определите пределы поперечного разрешения в голографическом изображении, если голографируемый объект находится на расстоянии 24 см перед фотопластиной на оптической оси схемы записи
- 5) Вычислите разрешение изображения предмета размерами $2 \times 2 \times 2$ см, восстановленного солнечным светом с внеосевой голограммы сфокусированного изображения, записанной He-Ne лазером. Угол схождения предметной и плоской опорной волн составлял 10°
- 6) Сколько Фурье-голограмм поместится на фотопластине размером 10×10 см при регистрации микрообъектов с требуемым разрешением 2.5 мкм, если минимально достижимое расстояние от объектов до плоскости регистрации равняется 4 см.
- 7) Оцените порядок полуширины спектральной линии лазера, если длина когерентности лазерного света составляет 14 см

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Оцените порядок полуширины спектральной линии лазера, если длина когерентности лазерного света составляет 25 см.
2. В чем различие функций взаимной когерентности, автокогерентности и комплексной степени когерентности?
3. Нарисуйте оптическую схему пространственной фильтрации.
4. Как используется пространственная фильтрация в решении проблемы распознавания образов?
5. Почему ирисовая диафрагма при использовании в качестве фильтра пространственных частот ослабляет контраст мелких деталей в изображении транспаранта и усиливает контраст крупных деталей?
6. Каков физический смысл электромагнитных волн, дифрагированных на голограмме в порядок m ($m = 0, +1$) ?
7. Приведите примеры практических схем получения голографической дифракционной решетки и зонной пластинки.
8. Придумайте и схематически изобразите несколько способов получения голограмм по схеме Лейта и Упатниекса.
9. Назовите параметры голограммы, изменением которых можно управлять комплексной амплитудой прошедшего света
10. Почему при получении фазовых голограмм нельзя использовать весь прямолинейный участок графика характеристической кривой $t(\lambda)$?

11. Физический смысл критерия деления голограмм на плоские и объемные
12. Чем различаются схемы вычисления теоретического предела дифракционной эффективности амплитудных и фазовых голограмм?
13. Как расположены плоскости равного почернения в объемной голограмме плоской волны по отношению к волновым векторам опорной и предметной волн?
14. Докажите, что объемная голограмма выполняет роль монохроматора и коллиматора.
15. Поясните на конкретных примерах физический смысл обращенной волны. Назовите математические операции, соответствующие обращению волнового фронта.
16. Докажите, что обращение волнового фронта можно использовать для компенсации фазовых искажений света неоднородными средами.
17. Опишите принцип измерений малых смещений голографическим методом
18. Приведите примеры применения фазово-сопряженных зеркал.
19. Перечислите приближения, используемые при определении преломленной и дифрагированной волн в толще голограммы.
20. Каким образом учитывается затухание волн R и S внутри голограммы при наличии поглощения?
21. Составьте структурно логическую схему решения волнового уравнения методом связанных волн.
22. Составьте структурно-логическую схему расчета дифракционной эффективности объемных голограмм.
23. Какова физическая сущность явления взаимной трансформации электромагнитных волн в объемных голограммах?
24. В чем различие зависимостей относительных интенсивностей опорной и предметной волн, прошедших голограмму, от ее толщины в случае пропускающих и отражательных голограмм?
25. Каковы требования к представлению докладов на Российских и международных конференциях и оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях?
26. Оцените порядок полуширины спектральной линии лазера, если длина когерентности лазерного света составляет 25 см.
27. В чем различие функций взаимной когерентности, автокогерентности и комплексной степени когерентности?
28. Нарисуйте оптическую схему пространственной фильтрации.
29. Как используется пространственная фильтрация в решении проблемы распознавания образов?
30. Почему ирисовая диафрагма при использовании в качестве фильтра пространственных частот ослабляет контраст мелких деталей в изображении транспаранта и усиливает контраст крупных деталей?

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Каков физический смысл электромагнитных волн, дифрагированных на голограмме в порядок m ($m = 0, +1$) ?
2. Приведите примеры практических схем получения голографической дифракционной решетки и зонной пластинки.
3. Придумайте и схематически изобразите несколько способов получения голограмм по схеме Лейта и Упатниекса.
4. Назовите параметры голограммы, изменением которых можно управлять комплексной амплитудой прошедшего света.
5. Почему при получении фазовых голограмм нельзя использовать весь прямолинейный участок графика характеристической кривой $t(\mathcal{E})$?
6. Физический смысл критерия деления голограмм на плоские и объемные.
7. Чем различаются схемы вычисления теоретического предела дифракционной эффективности амплитудных и фазовых голограмм?
8. Как расположены плоскости равного почернения в объемной голограмме плоской волны по отношению к волновым векторам опорной и предметной волн?
9. Докажите, что объемная голограмма выполняет роль монохроматора и коллиматора.
10. Поясните на конкретных примерах физический смысл обращенной волны. Назовите математические операции, соответствующие обращению волнового фронта.
11. Докажите, что обращение волнового фронта можно использовать для компенсации фазовых искажений света неоднородными средами.
12. Опишите принцип измерений малых смещений голографическим методом.
13. Приведите примеры применения фазово-сопряженных зеркал.
14. Перечислите приближения, используемые при определении преломленной и дифрагированной волн в толще голограммы.
15. Каким образом учитывается затухание волн R и S внутри голограммы при наличии поглощения?
16. Составьте структурно логическую схему решения волнового уравнения методом связанных волн.
17. Составьте структурно-логическую схему расчета дифракционной эффективности объемных голограмм.

18. Какова физическая сущность явления взаимной трансформации электромагнитных волн в объемных голограммах?
19. В чем различие зависимостей относительных интенсивностей опорной и предметной волн, прошедших голограмму, от ее толщины в случае пропускающих и отражательных голограмм?
20. Каковы требования к представлению докладов на Российских и международных конференциях и оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях?
21. Оцените порядок полуширины спектральной линии лазера, если длина когерентности лазерного света составляет 25 см.
22. В чем различие функций взаимной когерентности, автокогерентности и комплексной степени когерентности?
23. Нарисуйте оптическую схему пространственной фильтрации.
24. Как используется пространственная фильтрация в решении проблемы распознавания образов?
25. Почему ирисовая диафрагма при использовании в качестве фильтра пространственных частот ослабляет контраст мелких деталей в изображении транспаранта и усиливает контраст крупных деталей?
26. Приведите примеры практических схем получения голографической дифракционной решетки и зонной пластинки.
27. Назовите параметры голограммы, изменением которых можно управлять комплексной амплитудой прошедшего света.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция

Оценка	Критерии оценивания
	сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кольер Роберт. Оптическая голография / пер. с англ. под ред. Ю. И. Островского. - М. : Мир, 1973. - 686 с., 2 л. ил. - 68.00., 3 экз.
2. Оптическая голография : в 2 т. Т. 2 / под ред. Г. Колфилда ; пер. с англ. под ред. С. Б. Гуревича. - М. : Мир, 1982. - [4], 355 с. : ил. - В кн. также : Некоторые проблемы и перспективы голографии в трехмерных средах / Ю. Н. Денисюк. - 2.00., 6 экз.
3. Оптическая голография : в 2 т. Т. 1 / под ред. Г. Колфилда ; пер. с англ. под ред. С. Б. Гуревича. - М. : Мир, 1982. - 374 с. : ил. - 1.90., 6 экз.

Дополнительная литература:

1. Акаев А. А. Оптические методы обработки информации : [для вузов по специальности "Электрон. вычисл. машины]. - М. : Высшая школа, 1988. - 236, [1] с. : ил. - 0.95., 3 экз.
2. Стюард И. Г. Введение в фурье-оптику / пер. с англ. Г. Д. Копелянского, В. И. Костенко ; под ред. Л. И. Матвеевко. - М. : Мир, 1985. - 182 с. : ил. - 1.70., 3 экз.
3. Сороко Лев Маркович. Основы голографии и когерентной оптики. - М. : Наука, 1971. - 616 с. : ил. - 2.50., 13 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

-

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.03 - Радиоп физика.

Автор(ы): Услугин Николай Федорович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Савикин Александр Павлович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023 г., протокол № 09/23.