

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Оптическая обработка информации

по направлению подготовки

12.03.02 Оптотехника

Направленность (профиль) подготовки :
Оптико-электронные приборы и системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.В. Самохвалов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений.

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИОПК 3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

ИОПК 4.1 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИОПК 4.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить математические основы теории когерентности электромагнитного излучения, когерентные свойства оптических полей. Основные области применения теории когерентности электромагнитного излучения в оптической физике и ее приложениях в оптических измерениях, системах формирования изображений, передачи сигналов и изображений, голографии.

– Научиться применять понятийный аппарат фурье-оптики для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Седьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам:

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 50 ч.

-лабораторные: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение и обобщение предыдущего материала

Цели и задачи, предмет и содержание курса, связь с задачами оптотехники. Краткая история возникновения Фурье-оптики и голографии. Понятия линейной системы, интеграла суперпозиции и углового спектра волны. Дифракция в ближней и дальней зоне. Фурье-преобразование как основная операция Фурье-оптики. Фурье преобразование, выполняемое линзой. Пространственно-частотный анализ оптических систем для случая когерентного и некогерентного освещения. Передаточная функция оптической системы. Пространственная фильтрация. Принцип работы фазово-контрастного микроскопа. Оптические корреляторы и их практическое применение.

Тема 2. Оптическая голография

Схемы регистрации голограмм. Геометрия образования плоских и объёмных голограмм. Амплитудные и фазовые голограммы. Уравнение голограммы, линейный/нелинейный режим записи голограмм. Запись и восстановление голограмм Фурье, Френеля, Фраунгофера. Радужные голограммы.

Тема 3. Цифровая голография

Понятие цифровой голографии (ЦГ). Регистрация ЦГ. Выбор источника и приёмника оптического излучения. Математическая модель восстановления ЦГ. Методы расчёта дифракционного интеграла Кирхгофа в приближении Френеля. Извлечение информации из ЦГ. Фильтрация ЦГ. Методы подавления двойникового изображения. Повышение качества восстановленного изображения. Применение методов ЦГ в реальных устройствах.

Тема 4. Голографическая интерферометрия

Интерферометрия в реальном времени. Двухэкспозиционная интерферометрия. Локализация интерференционных полос и их интерпретация. Интерферометрия вибрирующих поверхностей. Получение контуров рельефа. Применение и усовершенствование описанных методов.

Тема 5. Техника оптического эксперимента, источники и приёмники излучения

Достижение высокой видности интерференционной картины. Способы обеспечения виброзащиты. Методы формирования и деления пучков. Особенности юстировки оптических систем. Выбор фотоматериала для регистрации фотоголограмм. Выбор фотоприёмника для регистрации цифровых голограмм. Выбор источника лазерного излучения. Голография импульсными лазерами

Тема 6. Применение голографии

Голографическая микроскопия. Защита лицензионной продукции (теснённые голограммы). Художественная голография. Синтезированные голограммы. Исследование частиц голографическими методами.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 5 вопросов, проверяющих **ИОПК-3.1, 3.2, ИУК-1.1**. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит ~~один~~ два вопроса, проверяющих ИОПК-4.1, 4.2. Ответ на вопросы второй части дается в развернутой форме.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Интеграл суперпозиции. Физический смысл
2. Угловой спектр волны.
3. Что такое пространственная частота?
4. Когда выполняется условие дифракции Френеля/Фраунгофера?
5. Как пронаблюдать картину дифракции Фраунгофера на круглом отверстии?
6. Что такое амплитудная, фазовая решётка?
7. В чём разница передаточной функции и функции импульсного отклика?
8. Чем отличаются картины дифракции на синусоидальной амплитудной и синусоидальной фазовой решётках?
9. Каким образом можно осуществить Фурье преобразование изображения объекта?
10. Что такое тонкая линза?
11. Как изменится форма волнового фронта при прохождении через тонкую собирающую/рассеивающую линзу
12. Что такое Фурье плоскость. Изменится ли положение Фурье плоскости, если объект осветить расходящейся/сходящейся сферической волной
13. Каким образом можно описать оптическую систему?
14. Для чего нужна пространственная фильтрация высоких или низких частот? Как её произвести?
15. Фазово-контрастный микроскоп Цернике.
16. Приведите пример оптического коррелятора и объясните принцип его работы
17. Нарисуйте и объясните картину интерференции двух точечных источников. Где нужно расположить фотоматериал, чтобы зарегистрировать голограммы Габора, Лейта и Упатниекса, Брэгга и Денисюка?
18. Для записи какой голограммы требуется большее разрешение фотоматериала: для осевой или голограммы во встречных пучках.
19. Что нужно сделать, чтобы зарегистрировать голограмму?
20. Цифровая голография. Сходства и отличия от фотоголографии.
21. Запись и восстановления Фурье голограмм
22. Уравнение голограммы. Линейный и идеальный режим записи голограммы.
23. Что будет, если голограмма зарегистрирована в нелинейном режиме? В чём заключаются недостатки?
24. Если голограмма во встречных пучках записана красным лазером, какого цвета будет восстановленное изображение и почему?
25. Для записи какой голограммы, осевой или внеосевой, требуется наименьшее разрешение?
26. Чем отличается картина дифракции Фраунгофера на круглом и квадратном отверстии
27. Что такое дифракционная эффективность?
28. Какие преимущества голографической микроскопии?
29. Способ получения тиснёных голограмм
30. С какой целью используются импульсные лазеры при регистрации голограмм?
31. Какие требования предъявляются к источникам оптического излучения при регистрации голограмм различного типа?
32. Какую информацию можно получить методами голографической интерферометрии

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В качестве дополнительных вопросов используются контрольные вопросы для устного опроса в рамках текущей аттестации. Оценка в соотношении 30/70 распределяется на две составляющие: семестровую и экзаменационную. (~30% за текущую работу в семестре, а ~70% – за ответы на экзамене).

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=3529>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Андреева О.В. Прикладная голография: Учебное пособие. – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 184 с.

2. Дуденкова В.В. Оптическая голография: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 55 с.

3. Корешев С.Н. Основы голографии и голограммной оптики: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 97 с.

б) дополнительная литература:

1. Кольер Р., Беркхарт К., Лиин Л. Оптическая голография – Москва: Мир, 1973. – 686 с

2. Юу Ф.Т.С. Введение в теорию дифракции, обработку информации и голографию. –М.:Сов. Радио, 1979, -304с.

3. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики.-М.: Наука, 1971.

4. Денисюк Ю. Н. Принципы голографии. – Л.:ГОИ, 1978. – 125 с.

5. Гудмен Д.Ж. Введение в Фурье-оптику. – Москва: Мир, 1970. – 359с.

6. Соколов В.В. Физическая оптика: Учебное пособие. –Томск: изд-во ТГУ, 1989. - 202с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>;

2. Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>;

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные установками для регистрации голограмм.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

К.ф.-м.н. доцент В.В. Дёмин, первый проректор НИ ТГУ, доцент кафедры ОЭС и ДЗ, РФФ ТГУ.

Н.С. Кириллов, старший преподаватель кафедры ОЭС и ДЗ, РФФ ТГУ.