**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ДИНАМИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 26 | 26 | часов |
| Лабораторные занятия | 8 | 8 | часов |
| Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 2 |

Томск

Согласована на портале № 54972

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Научить студентов проектировать оптические схемы для записи голограмм различных типов, уметь выбирать регистрирующую среду и механизм голографической записи для предлагаемого голографического устройства.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ применения голографических методов.
2. Изучение основных характеристик голограмм.
3. Изучение техники применяемой в голографическом эксперименте.
4. Изучение условий голографической записи в электрооптических кристаллах.
5. Изучение современных голографических приборов, основанных на электрооптических кристаллах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Фотоника и нелинейная оптика.
Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 54972

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-3. Способен разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства | ПКР-3.1. Формирует задачи для выявления принципов и путей создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | Уметь формировать задачи для выявления принципов создания новых приборов динамической голографии. |
| | ПКР-3.2. Умеет проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований. | Уметь проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для построения голографических схем и проведения исследований методами динамической голографии |
| | ПКР-3.3. Разрабатывает методики исследований. | Разрабатывать методики проведения экспериментальных исследований регистрирующих сред, используемых в динамической голографии |
| | ПКР-3.4. Проводит исследования. | Владеть методами проведения исследований в области динамической голографии |
| | ПКР-3.5. Умеет осуществлять обработку и анализ результата исследований. | Уметь осуществлять обработку и анализ результата проведенных исследований. |
| | ПКР-3.6. Умеет составлять отчёт о проведённых исследований. | Уметь составлять отчёт о проведённых исследований |

Согласована на портале № 54972

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен к организации и проведению научных экспериментов с применением устройств и систем фотоники | ПКС-1.1. Знает математический аппарат фотоники, для анализа, описания и проектирования устройств и систем фотоники различного назначения | Знать математический аппарат для анализа, описания и проектирования устройств динамической голографии |
| | ПКС-1.2. Умеет применять навыки численного анализа, компьютерного моделирования и проектирования, а также основные принципы теории информационных сигналов и архитектуры вычислительных систем, для научно-исследовательской деятельности, разработки и проектирования устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур | Уметь применять численный анализ, компьютерное моделирование и проектирование, основные принципы теории информационных сигналов, для научно-исследовательской деятельности, разработки и проектирования устройств динамической голографии на основе фоторефрактивных кристаллов. |
| | ПКС-1.3. Владеет готовностью пользоваться математическим аппаратом в области теории информации и кодирования, использовать основные положения теории информации применительно к прикладным задачам передачи, преобразования и приема информации | Владеть математическим аппаратом в области теории информации, использовать основные положения теории информации применительно к прикладным задачам передачи, преобразования и приема информации в голографических схемах |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 26 | 26 |
| Лабораторные занятия | 8 | 8 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 92 |
| Выполнение индивидуального задания | 20 | 20 |

Согласована на портале № 54972

| | | |
|---|---|---|
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | 12 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 16 | 16 |
| Выполнение практического задания | 30 | 30 |
| Подготовка к тестированию | 14 | 14 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | | |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | 2 | 4 | 4 | 24 | 34 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | 4 | 4 | 4 | 22 | 34 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | 2 | 4 | - | 8 | 14 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 4 Стационарные условия голографической записи | 4 | 4 | - | 6 | 14 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 5 Нестационарные условия голографической записи | 2 | 4 | - | 8 | 14 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | 2 | 2 | - | 12 | 16 | ПКР-3, ПКС-1 |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах | 2 | 4 | - | 12 | 18 | ПКР-3, ПКС-1 |
| Итого за семестр | 18 | 26 | 8 | 92 | 144 | |
| Итого | 18 | 26 | 8 | 92 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла | 2 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 54972

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле. Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины | 2 | ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Стационарные условия голографической записи | Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле. Фотовольтаический механизм записи. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Нестационарные условия голографической записи | Бегущая интерференционная картина или переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу. Амплитуда голограммы при нестационарных механизмах записи. Голографическая запись при синусоидальном и знакомеременном поле,приложенном к кристаллу. | 2 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | 2 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах | Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике. Приближение неистощаемой накачки. | 2 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 54972

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Зонная модель фоторефрактивного кристалла | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда. | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Стационарные условия голографической записи | Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Нестационарные условия голографической записи | Переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Диффузионный и дрейфовый механизм записи динамических голограмм | 2 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах | Уравнения связанных волн | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 54972

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-3, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 8 | ПКР-3, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 24 | | |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-3, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 8 | ПКР-3, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 22 | | |

Согласована на портале № 54972

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-3 | Индивидуальное задание |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Стационарные условия голографической записи | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Нестационарные условия голографической записи | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Выполнение практического задания | 6 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
| | Выполнение практического задания | 6 | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| Итого | | 92 | | |

**5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,**

Согласована на портале № 54972

**и видов учебной деятельности**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-3 | + | + | + | + | Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКС-1 | + | + | + | + | Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Индивидуальное задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Лабораторная работа | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Практическое задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тестирование | 1 | 2 | 2 | 5 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 21 | 22 | 27 | 100 |
| Нарастающим итогом | 21 | 43 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 54972

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1114-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/627.

2. Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. — 3-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1190-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2764 .

### 7.2. Дополнительная литература

1. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах: сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.]. Т: ТУСУР, 2007. – 99 с. ISBN 978-5-86889-464-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.).

2. Литвинов Р.В. Фоторефрактивные голограммы в нецентросимметричных кристаллах. Т.: из-во томского университета, 2007. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.).

3. Гейко П. П. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие. Т: ТУСУР, 2007. – 151 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.).

4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553.

5. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3012.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 37 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1110.

2. Динамическая голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 12.04.03 (200700.68) «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5946.

3. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5962.

Согласована на портале № 54972

4. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5961.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110

Согласована на портале № 54972

ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Согласована на портале № 54972

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Стационарные условия голографической записи | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 54972

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Нестационарные условия голографической записи | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 54972

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. К чему приводит локальная компонента фоторефрактивного отклика?
   1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
   2) К усилению слабого сигнального пучка по интенсивности
   3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
   4) К усилению опорного пучка по интенсивности
2. Что такое динамическая голография?
   1) метод регистрации и обработки интерференционных полос электронным устройством
   2) голография, в которой рассматриваются преобразования когерентных волн, происходящие в самом процессе их записи
   3) голография, в которой процесс записи приводит к возникновению в регистрирующей среде скрытого изображения, не влияющего на записывающие пучки
   4) метод регистрации динамических объектов
3. К чему приводит нелокальная компонента фоторефрактивного отклика?
   1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на

Согласована на портале № 54972

голограмме
2) К изменению фазы опорной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
4) К усилению опорного пучка по интенсивности

4. В чем заключается фоторефрактивный эффект?
1) В изменении упругих констант оптической среды под действием света
2) В изменении коэффициента поглощения оптической среды под действием самого света
3) В изменении показателя преломления света оптической среды под действием самого света
4) В изменении фазового сдвига световой волны при прохождении света через оптическую среду

5. Какое взаимодействие называют попутными?
1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами
2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны
3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы
4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами

6. Какое взаимодействие называется встречным?
1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы
2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами
3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами
4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны

7. В чем заключается явление самодифракции пучков?
1) В изменении только амплитуд взаимодействующих на голограмме световых волн
2) В изменении амплитуд и фаз взаимодействующих на голограмме световых волн
3) В изменении только фаз взаимодействующих на голограмме световых волн
4) В изменении интенсивности светового пучка, прошедшего через оптически активную среду

8. Что характеризует экспоненциальный коэффициент двухпучкового усиления ФРК?
1) Характеризует оптический кристалл
2) Характеризует перекачку фазы из опорного пучка в сигнальный
3) Характеризует локальную компоненту фоторефрактивного отклика
4) Характеризует усиление слабого сигнального пучка по интенсивности

9. Когда будет происходить перекачка фазы из одной волны в другую?
1) Когда голограмма синфазна или противофазна с интерференционной картинной
2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периоду голограммы
3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна $\pm\pi/2$
4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы

10. При каком условии происходит перекачка энергии из одной волны в другую?
1) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы
2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна 0 или $\pi$
3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периоду голограммы
4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна

Согласована на портале № 54972

$\pm\pi/2$

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какие типы голограмм Вы знаете, и чем они отличаются друг от друга?
2. Нарисуйте энергетическую диаграмму фоторефрактивного кристалла для одноуровневой модели зонного перераспределения заряда.
3. Как реализуется схема Денисюка?
4. Каковы основные свойства объемных голограмм?
5. В чем заключается фоторефрактивный эффект?
6. Для какой цели к кристаллу прикладывается внешнее постоянное электрическое поле?
7. От чего зависит скорость формирования голограммы в фоторефрактивном кристалле (ФРК)?
8. Дайте определение дифракционной эффективности голограммы.
9. Что такое интерференционная картина? Что ограничивает ее размеры?
10. Что такое «селективность голограммы»?

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Световые волны. Процесс записи и считывания голограммы.
2. Лазер и основные характеристики лазерного излучения.
3. Вспомогательные оптические элементы голографической установки.
4. Дифракционная эффективность объемной фазовой голограммы.
5. Особенности распространения световых волн в кристаллах.
6. Перераспределение зарядов в кристалле.
7. Диффузионный механизм и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.
8. Голографическая запись при синусоидальном и знакомеременном поле, приложенном к кристаллу.
9. Энергообмен и усиление при взаимодействии волн в кристалле.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре
2. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов

### 9.1.5. Темы практических заданий

1. Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла
2. Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины
3. Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.
4. Фотовольтаический механизм записи.
5. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи
6. Бегущая интерференционная картина или переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу.
7. Амплитуда голограммы при нестационарных механизмах записи.
8. Голографическая запись при синусоидальном и знакомеременном поле, приложенном к кристаллу.
9. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах.
10. Уравнения связанных волн.
11. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике.
12. Приближение неистощаемой накачки.

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Согласована на портале № 54972

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 54972

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 54972

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 81 от «12» 11 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ЭП | С.С. Шмаков | Разработано, 88e475f2-a75f-42f8-9429-534b8c83ef1e |

Согласована на портале № 54972