**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 УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 14 | 14 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 64 | 64 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 81319

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомление с общими принципами Фурье-оптики, дифракции света на акустических волнах и динамических голограммах, а также материалами, используемыми в качестве оптических транспарантов в системах обработки информации.

2. Освоение студентами методов, используемых при разработке, расчете, исследовании и эксплуатации оптических и голографических устройств обработки, хранения и передачи информации.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение знаний о физических основах Фурье-оптики, дифракции света на акустических волнах и динамических голограммах.

2. Приобретение знаний о принципах работы акустооптических модуляторов света.

3. Приобретение знаний о принципах работы устройств на основе динамических фоторефрактивных голограмм.

4. Приобретение знаний о принципах построения и расчета оптических и голографических устройств и систем обработки, хранения и передачи информации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.15.

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 № 81319

| | | |
|---|---|---|
| ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий | ПК-1.1. Знает основные физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения | Знать физические основы функционирования и математические модели оптических схем и устройств обработки информации |
| | ПК-1.2. Умеет проектировать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения | Уметь моделировать узлы и блоки оптических схем обработки информации |
| | ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием оптических и квантовых технологий | Владеть навыками построения и расчета оптических и акустооптических схем, систем и установок обработки информации |

## 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 |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 44 | 44 |
| Лекционные занятия | 14 | 14 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 64 | 64 |
| Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | 8 |
| Подготовка к контрольной работе | 6 | 6 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | 12 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 12 | 12 |
| Выполнение практического задания | 10 | 10 |
| Подготовка к тестированию | 8 | 8 |
| Выполнение индивидуального задания | 4 | 4 |
| Написание конспекта самоподготовки | 4 | 4 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |

Согласована на портале № 81319

| | | |
|---|---|---|
| **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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | |
| 1 Фурье-оптика | 4 | 4 | 4 | 16 | 28 | ПК-1 |
| 2 Оптические транспаранты | 2 | 2 | 4 | 14 | 22 | ПК-1 |
| 3 Дифракция света на акустических волнах | 4 | 4 | - | 14 | 22 | ПК-1 |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | 4 | 4 | 8 | 20 | 36 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 14 | 14 | 16 | 64 | 108 | |
| Итого | 14 | 14 | 16 | 64 | 108 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Фурье-оптика | Предмет дисциплины и её задачи. Предмет Фурье-оптики. Достоинства оптических методов обработки информации. Преобразование Фурье в когерентной оптической системе. Прямое и обратное преобразование Фурье в оптической системе. Интегральные и спектральные преобразования в оптических системах. Интегрирование двумерных функций, фильтрация, подавление постоянной составляющей, дифференцирование. Вычисление функций свертки и корреляции. Согласованная фильтрация. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Оптические транспаранты | Фотопленка как оптический транспарант. Характеристики фотопленки. Фотополимеры, фоторефрактивные и фотохромные материалы, фототермопластики, как оптические транспаранты. Акустооптический модулятор как оптический транспарант | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 81319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Дифракция света на акустических волнах | Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Дифракция Рамана-Ната. Дифракция Брэгга в изотропной среде. Метод волнового уравнения. Анализ соотношений для дифрагированного светового поля. Эффективность дифракции Брэгга. Коэффициент акустического качества среды. Зависимость эффективности дифракции от акустической мощности и размеров пьезопреобразователя | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Качественное описание основных эффектов динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических голограмм, основные эффекты динамической голографии. Модель зонного переноса. Схема уровней, система материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки. Формирование фоторефрактивной решетки в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Приближение неистощаемой накачки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Фурье-оптика | Преобразование Фурье в когерентной оптической системе. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Оптические транспаранты | Оптические транспаранты. Акустооптический модулятор. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 81319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Дифракция света на акустических волнах | Дифракция Брэгга в изотропной среде. Коллинеарная дифракция. Дифракция света на акустической волне. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Фурье-оптика | Пространственная фильтрация оптических изображений | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Оптические транспаранты | Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре | 4 | ПК-1 |
| | Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 81319

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Фурье-оптика | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 2 | ПК-1 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 16 | | |
| 2 Оптические транспаранты | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 2 | ПК-1 | Задачи и упражнения |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 4 | ПК-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 14 | | |
| 3 Дифракция света на акустических волнах | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 2 | ПК-1 | Задачи и упражнения |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПК-1 | Индивидуальное задание |
| | Написание конспекта самоподготовки | 4 | ПК-1 | Конспект самоподготовки |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 81319

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 2 | ПК-1 | Задачи и упражнения |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 6 | ПК-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 100 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Задачи и упражнения, Индивидуальное задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 81319

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Индивидуальное задание | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Конспект самоподготовки | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Контрольная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Лабораторная работа | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Практическое задание | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Тестирование | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Задачи и упражнения | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 10 | 20 |
| 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

| 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. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2059.

2. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / А. И. Башкиров - 2012. 100 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1819.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Пуговкин А.В., Серебренников Л.Я., Шандаров С.М. Введение в оптическую обработку информации. – Томск: Изд-во ТГУ, 1981. – 60 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.).

2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.).

Согласована на портале № 81319

3. Взаимодействие световых волн на отражательных голографических решетках в кубических фоторефрактивных кристаллах : сборник статей / Е. Ю. Агеев [и др.] ; ред.: С. М. Шандаров, А. Л. Толстик ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.).

4. 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. Оптические системы обработки информации: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / С. Н. Шарангович - 2022. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10547.

2. Пространственная фильтрация оптических изображений: Методические указания к лабораторной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1821.

3. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре: Методические указания по лабораторной работе / С. М. Шандаров, С. С. Шмаков - 2024. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11011.

4. Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера: Методические указания по лабораторной работе / В. И. Быков, К. П. Мельник, А. Шмидт - 2024. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11020.

5. Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона: Методические указания по лабораторной работе / В. И. Быков, К. П. Мельник, А. Шмидт - 2024. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11018.

#### 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

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

Согласована на портале № 81319

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 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, 209 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

Согласована на портале № 81319

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

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Фурье-оптика | ПК-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 81319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Оптические транспаранты | ПК-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 3 Дифракция света на акустических волнах | ПК-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Конспект самоподготовки | Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |

Согласована на портале № 81319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография | ПК-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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 |
| 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 |

Согласована на портале № 81319

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 или 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. На какие типы можно разделить оптические устройства обработки информации?
   1) Когерентные
   2) Некогерентные
   3) Голографические
   4) Информационные
2. Что выполняет роль временных частот при преобразовании Фурье в когерентной системе?
   1) Частоты световых волн
   2) Направления распространения световых волн
   3) Длина волны световой волны
   4) Спектр частот световых волн
3. Какой оптический элемент выполняет преобразование Фурье?
   1) Оптический транспарант
   2) Дифракционная решетка
   3) Собирающая линза
   4) Четвертьволновая пластинка
4. Каким образом выполнить пространственную оптическую фильтрацию в когерентной оптической системе, состоящей из двух линз?
   1) Подбором положительных линз
   2) Установкой в спектральную плоскость пространственного фильтра с соответствующей функцией пропускания
   3) Изменением расстояния между положительными линзами, использованными в системе
   4) Изменением длины волны светового пучка когерентного источника света, используемого в системе
5. Каким образом подавляется постоянная составляющая в когерентной оптической системе?
   1) Помещением в спектральную плоскость в точку с координатами wx1 = wy1 = 0 непро-

Согласована на портале № 81319

зрачного экрана
2) Помещением в спектральную плоскость гребенчатого фильтра
3) Помещением в спектральную плоскость фильтра с прямоугольным отверстием размерами a x b
4) Помещением в спектральную плоскость фильтра с прямоугольным не прозрачным экра- ном размерами a x b

6. Какой фильтр может быть использован для выполнения операции дифференцирования?
1) Экран, прозрачность которого увеличивается от центра к краям и полуволновая фазовая пластинка, расположенная в области положительных частот
2) Экран, прозрачность которого уменьшается от центра к краям и полуволновая фазовая пластинка, расположенная в области отрицательных частот
3) Экран, прозрачность которого увеличивается от центра к краям и полуволновая фазовая пластинка, расположенная в области отрицательных частот
4) Экран, прозрачность которого уменьшается от центра к краям и полуволновая фазовая пластинка, расположенная в области положительных частот
7. Как определяется модуляционная характеристика фотопленки?
1) Как отношение интенсивности света после и до пленки
2) Как отношение комплексных амплитуд света до и после пленки
3) Как отношение фазы световой волны падающей на пленку к фазе световой волны прошедшей через пленку
4) Интенсивностью прошедшей световой волны через пленку
8. В чем физический смысл плотности почернения фотопленки?
1) Масса серебра, использованная в фотопленке
2) Плотность почернения фотопленки пропорциональна массе серебра на единицу площади проявленного негатива
3) Площадь проявленного изображения на фотопленке
4) Количественная мера, определяющая возможность использования фотопленки при запи- си оптических транспарантов
9. Чем определяется фазовая характеристика фотопленки?
1) Отношением интенсивности падающей на фотопленку световой волны к интенсивности прошедшей световой волны
2) Натуральным логарифмом отношения интенсивности прошедшей световой волны через фотопленку к интенсивности падающей на фотопленку световой волны
3) Отношением интенсивности прошедшей световой волны через фотопленку к интенсивности падающей на фотопленку световой волны
4) Величиной фазового сдвига световой волны при прохождении через фотопленку
10. Что характеризует пространственно-частотная характеристика фотопленки?
1) Контрастность воспроизведения изображения
2) Четкость воспроизводимого изображения
3) Точность воспроизведения формы сигнала при записи
4) Массу серебра, использованную в фотопленке

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Достоинства оптических методов обработки информации
2. Преобразование Фурье в когерентной оптической системе
3. Прямое и обратное преобразование Фурье в оптической системе
4. Интегральные и спектральные преобразования в оптических системах
5. Интегрирование двумерных функций, фильтрация
6. Интегральные и спектральные преобразования в оптических системах
7. Подавление постоянной составляющей, дифференцирование
8. Согласованная фильтрация
9. Оптические транспаранты. Фотопленки
10. Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения
11. Эффективность дифракции Брэгга. Коэффициент акустооптического качества среды М2
12. Акустооптические анализаторы спектра радиосигналов
13. Основные эффекты динамической голографии

Согласована на портале № 81319

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Преобразование Фурье в когерентной оптической системе.
2. Дифракция Брэгга в изотропной среде. Коллинеарная дифракция.
3. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки.
4. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах.
5. Адаптивная голографическая интерферометрия.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Пространственная фильтрация оптических изображений
2. Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона
3. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре
4. Исследование электрооптического эффекта в нелинейных оптических кристаллах на базе интерферометра Маха-Цендера

### 9.1.5. Темы практических заданий

1. Фурье-оптика
2. Оптические транспаранты
3. Дифракция света на акустических волнах
4. Фоторефрактивный эффект и динамическая голография
5. Устройства обработки и хранения информации на основе методов фурье-оптики, акустооп- тики и динамической голографии

### 9.1.6. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Вычисление функций свертки и корреляции в оптических системах
2. Дифракция Рамана-Ната
3. Фототермопластики, как оптические транспаранты
4. Аномальная дифракция с широкополосной геометрией
5. Акустооптические дефлекторы
6. Голографические системы распознавания образов
7. Адаптивные голографические интерферометры на основе попутного взаимодействия в кубических фоторефрактивных кристаллах
8. Акустооптические спектральные фильтры

### 9.1.7. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Как реализовать пространственную фильтрацию двумерных оптических изображений?
2. Что такое кривая почернения фотопленки и коэффициент контрастности фотопленки?
3. Запишите условия синхронизма при акустооптическом взаимодействии и поясните их физический смысл.
4. Запишите уравнения связанных волн, описывающие дифракцию света на монохроматической акустической волне, поясните их физический смысл.
5. Нарисуйте энергетическую диаграмму фоторефрактивного кристалла для одноуровневой модели зонного переноса и поясните физические эффекты, наблюдаемые в таком кристалле при неоднородном освещении.

### 9.1.8. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Акустооптические модуляторы и дефлекторы
2. Дифракция света на акустических волнах
3. Фоторефрактивный эффект и динамическая голография
4. Фурье-оптика
5. Устройства обработки и хранения информации на основе методов фурье-оптики, акустооп- тики и динамической голографии

## 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 81319

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

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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:

Согласована на портале № 81319

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– 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 № 81319

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**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 № 81319