

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования  
П.Е. Троян  
«19» 12 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИНАМИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2019 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| Виды учебной деятельности                                | 2 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                                       | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия                                     | 26        | 26    | часов   |
| Самостоятельная работа                                   | 64        | 64    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена                              | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость<br>(включая промежуточную аттестацию) | 144       | 144   | часов   |
|  | 4         | 4     | з.е.    |

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

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шелупанов А.А.  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.12.2018  
Уникальный программный ключ:  
c53e145e-8b20-45aa-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 54976

## **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).

Индекс дисциплины: Б1.В.03.

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  |
|--|--|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>   |  |  |
| -  | -  | -  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>  |  |  |
| -  | -  | -  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>  |  |  |
| ПКР-10. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | ПКР-10.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники.                                   | Знать принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники.                                   |
|  | ПКР-10.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.             | Уметь рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.             |
|  | ПКР-10.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники. | Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники. |

|  |   |  |
|--|---|--|
| ПКР-12. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени | ПКР-12.1. Знает принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента.                        | Знание принципов планирования и автоматизации проведения эксперимента.                       |
|  | ПКР-12.2. Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики. | Умение разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики. |
|  | ПКР-12.3. Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники.               | Владение навыками тестирования и диагностики изделий микро- и наноэлектроники.               |
| ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов   | ПКР-13.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.                      | Знание способов организации и проведения экспериментальных исследований.                     |
|  | ПКР-13.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.                              | Самостоятельность при проведении экспериментальных исследований                              |
|  | ПКР-13.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.       | Навыки проведения исследования с применением современных средств и методов.                  |

**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 |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 44          | 44        |
| Лекционные занятия  | 18          | 18        |
| Практические занятия  | 26          | 26        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 64          | 64        |
| Выполнение индивидуального задания  | 22          | 22        |
| Выполнение практического задания  | 20          | 20        |
| Подготовка к тестированию   | 22          | 22        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 36          | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 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.<br>зан., ч | Прак.<br>зан., ч | Сам.<br>раб., ч | Всего часов<br>(без<br>экзамена) | Формируемые<br>компетенции |
|---|-----------------|------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|
| <b>2 семестр</b>  |                 |                  |                 |                                  |                            |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи   | 2               | 4                | 12              | 18                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах                                    | 4               | 4                | 12              | 20                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | 2               | 4                | 12              | 18                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 4 Стационарные условия голографической записи   | 4               | 4                | 10              | 18                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 5 Нестационарные условия голографической записи   | 2               | 4                | 6               | 12                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | 2               | 2                | 6               | 10                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | 2               | 4                | 6               | 12                               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13     |
| Итого за семестр  | 18              | 26               | 64              | 108                              |                            |
| Итого   | 18              | 26               | 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 |
|--|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>   |   |                                      |                         |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи          | Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла   | 2                                    | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13  |
|  | Итого   | 2                                    |                         |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле. Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда | 4                                    | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13  |
|  | Итого   | 4                                    |                         |

|  |   |    |                        |
|--|---|----|------------------------|
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                     | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины  | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 |
|  | Итого   | 2  |                        |
| 4 Стационарные условия голографической записи  | Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.<br>Фотовольтаический механизм записи. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи  | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 |
|  | 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-10, ПКР-12, ПКР-13 |
|  | Итого   | 2  |                        |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фотопрефрактивных кристаллов | Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фотопрефрактивных кристаллов  | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 |
|  | Итого   | 2  |                        |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фотопрефрактивных голограммах              | Самодифракция световых волн на фотопрефрактивных голограммах.<br>Уравнения связанных волн.<br>Самодифракция световых волн на фотопрефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике.<br>Приближение неистощаемой накачки.                          | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 |
|  | Итого   | 2  |                        |
| Итого за семestr   |   | 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| <b>2 семestr</b>                                  |   |                 |                         |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Зонная модель фотопрефрактивного кристалла    | 4               | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13  |
|   | Итого   | 4               |                         |

|   |  |    |                           |
|---|--|----|---------------------------|
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах                                    | Формирование поля пространственного заряда.<br>Насыщение поля пространственного заряда.              | 4  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 4  |                           |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины | 4  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 4  |                           |
| 4 Стационарные условия голографической записи   | Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи  | 4  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 4  |                           |
| 5 Нестационарные условия голографической записи   | Переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу   | 4  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 4  |                           |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Диффузионный и дрейфовый механизм записи динамических голограмм                                      | 2  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 2  |                           |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | Уравнения связанных волн   | 4  | ПКР-10, ПКР-12,<br>ПКР-13 |
|   | Итого  | 4  |                           |
| Итого за семestr  |  | 26 |                           |
| Итого   |  | 26 |                           |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 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 семestr                          |                             |                 |                         |                |

|  |                                    |    |                        |                        |
|--|------------------------------------|----|------------------------|------------------------|
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи          | Выполнение индивидуального задания | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|  | Выполнение практического задания   | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|  | Подготовка к тестированию          | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|  | Итого                              | 12 |                        |                        |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Выполнение индивидуального задания | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|  | Выполнение практического задания   | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|  | Подготовка к тестированию          | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|  | Итого                              | 12 |                        |                        |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | Выполнение индивидуального задания | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|  | Выполнение практического задания   | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|  | Подготовка к тестированию          | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|  | Итого                              | 12 |                        |                        |
| 4 Стационарные условия голографической записи              | Выполнение индивидуального задания | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|  | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|  | Подготовка к тестированию          | 4  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|  | Итого                              | 10 |                        |                        |
| 5 Нестационарные условия голографической записи            | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|  | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|  | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|  | Итого                              | 6  |                        |                        |

|   |                                    |     |                        |                        |
|---|------------------------------------|-----|------------------------|------------------------|
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Выполнение индивидуального задания | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|   | Выполнение практического задания   | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|   | Подготовка к тестированию          | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|   | Итого                              | 6   |                        |                        |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голографиях              | Выполнение индивидуального задания | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание |
|   | Выполнение практического задания   | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Практическое задание   |
|   | Подготовка к тестированию          | 2   | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Тестирование           |
|   | Итого                              | 6   |                        |                        |
| Итого за семестр  |                                    | 64  |                        |                        |
|   | Подготовка и сдача экзамена        | 36  |                        | Экзамен                |
|   | Итого                              | 100 |                        |                        |

### **5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, 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.<br>зан.              | Прак.<br>зан. | Сам.<br>раб. |   |
| ПКР-10                  | +                         | +             | +            | Индивидуальное задание, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-12                  | +                         | +             | +            | Индивидуальное задание, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-13                  | +                         | +             | +            | Индивидуальное задание, 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 |
|------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>2 семестр</b>       |  |   |   |                  |
| Индивидуальное задание | 10   | 10  | 10  | 30               |

|                          |    |    |    |     |
|--------------------------|----|----|----|-----|
| Практическое задание     | 10 | 10 | 10 | 30  |
| Тестирование             | 3  | 3  | 4  | 10  |
| Экзамен                  |    |    |    | 30  |
| Итого максимум за период | 23 | 23 | 24 | 100 |
| Нарастающим итогом       | 23 | 46 | 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. 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 голограмических 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. Буриков - 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. Динамическая голограмия: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 11.04.04 (210100.68) «Электроника и наноэлектроника» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5947>.

2. Методы динамической голограмии: 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>.

#### **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 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.

### **8.4. 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 комфорtnого 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 Регистрирующие среды для голографической записи          | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|  |                        | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|  |                        | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|  |                        | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|  |                        | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|  |                        | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|  |                        | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | 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-10, ПКР-12, ПКР-13 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|  |                        | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|  |                        | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|  |                        | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 5 Нестационарные условия голографической записи            | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | 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 фотопрерфактивных кристаллов | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | 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 фотопрерфактивных голограммах              | ПКР-10, ПКР-12, ПКР-13 | 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<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляющее 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                        |

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<br>(неудовлетворительно) | <p>Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или</p> <p>Знать на уровне <b>ориентирования</b>, 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.</p> |
| 3<br>(удовлетворительно)   | <p>Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.</p>  |
| 4 (хорошо)                 | <p>Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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.</p>  |
| 5 (отлично)                | <p>Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> 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.</p>                                |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. К чему приводит локальная компонента фотопрефрактивного 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 голограмма?
  - 1) метод регистрации и обработки интерференционных полос электронным устройством
  - 2) голограмма, в которой рассматриваются преобразования когерентных волн, происходящие в самом процессе их записи
  - 3) голограмма, 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 фотопрефрактивного отклика?
  - 1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на 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 фотопрефрактивный 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 картиной
  - 2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периода 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 периода голограммы
  - 4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна  $\pm\pi/2$

### **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 знакопеременном поле, приложенном к кристаллу.
9. Энергообмен и усиление при взаимодействии волн в кристалле.

### **9.1.4. 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 знакопеременном 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.

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;
- 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 73 от «12» 12 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО:

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

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

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