**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Оптические устройства в радиотехнике

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 10 | 10 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 26 | 26 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 6 | 6 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 46 | 46 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | З.Е |

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22110

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 31 » 8 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_31_» ___августа_ 2017__ года, протокол №__1____.

Разработчик:

каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Заведующий обеспечивающей каф.
СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

ТУСУР, каф. СВЧиКР, проф.. _____ А.Е. Мандель

Согласована на портале № 22110

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

- **Целью** преподавания дисциплины является изучение теоретических основ оптической обработки информации; принципов построения и работы, а также характеристик основных функциональных узлов оптических систем: спектроанализатора, согласованного фильтра, коррелятора; физических основ распространения излучения по оптическому волокну, основных характеристик источников и приемников оптического излучения, принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации;

**Задачами** преподавания дисциплины являются:

- -изучение физических принципов построения и теоретических основ функционирования систем оптической обработки информации;
- получение необходимых знаний по структурной организации оптических спектроанализаторов пространственного и временного интегрирования, согласованного фильтра, коррелятора;
- изучение основных характеристик источников и приемников оптического излучения;
- изучение физических основ распространения излучения по оптическому волокну;

--- изучение принципов построения волоконно-оптических систем передачи информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП:

Дисциплина «Оптические устройства в радиотехнике» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Для изучения курса требуется знание: математики, физики, электродинамики и распространение радиоволн, радиотехнических цепей и сигналов.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать**:

- принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации:
- принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации;

**уметь**:

- определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач;
- составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигна лов и оценивать качество их работы;

**владеть**:

- методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;
- навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 22110

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 26 | 26 |
| Лекции | 10 | 10 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Из них в интерактивной форме | 6 | 6 |
| Самостоятельная работа (всего) | 46 | 46 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость ч | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы | 2.0 | 2.0 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия | Курсовой П/Р (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Физические и математические основы оптической обработки информации | 1 | | 2 | | 6 | 9 | ОПК-7, ПК-7 |
| 2. | Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров | 1 | | 2 | | 4 | 7 | ОПК-7, ПК-7 |
| 3. | Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов. | 2 | | | | 4 | 6 | ОПК-7, ПК-7 |
| 4. | Оптичекские процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием | 1 | | 4 | | 8 | 13 | ОПК-7, ПК-7 |
| 5. | Физические основы распространения излучения по оптическому волокну | 2 | | 4 | | 6 | 12 | ОПК-7, ПК-7 |
| 6. | Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи | 1 | | 2 | | 8 | 11 | ОПК-7, ПК-7 |
| 7 | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта | 1 | | 2 | | 4 | 7 | ОПК-7, ПК-7 |
| 8 | .Принципы построения волоконно-оптических систем передачи,. | 1 | | | | 6 | 7 | ОПК-7, ПК-7 |
| | ВСЕГО | 10 | | 16 | | 46 | 72 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение. Физические и математические основы оптической обработки информации | Двумерный оптический сигнал, его информационная структура. Скалярная теория дифракции: дифракции Френеля и Фраунгофера. Преобразование световых полей элементами оптических систем (линза, зеркало, призма). | 1 | ОПК-7, ПК-7 |
| 2. | Функциональная и структурная организации аналоговых | Оптический спектроанализатор, элементы и параметры. Пространственный сигнал, пространственный спектр. Пространственно-частотный фильтр, структура. Оптические методы и | 1 | ОПК-7, ПК-7 |

Согласована на портале № 22110

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | оптических процессоров | процедуры оптической сигнальной обработки, согласованная фильтрация. Физические основы голографии. | | |
| 3. | Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов | Схемные решения для когерентных и некогерентных модификаций оптических корреляторов, принципы функционирования | 2 | ОПК-7, ПК-7 |
| 4. | Оптические процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием | Акустооптическое взаимодействие как средство ввода динамического сигнала в оптическую систему. Дифракция света на акустических волнах в режиме Рамана-Ната и Брэгга, их особенности. Параметры акустооптических модуляторов. Акустооптические процессоры корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием. Акустооптические спектроанализаторы с пространственным и временным интегрированием. алгоритмы работы, варианты схемных решений, рабочие параметры. | 1 | ОПК-7, ПК-7 |
| 5. | Физические основы распространения излучения по оптическому волокну | Планарные и полосковые оптические волноводы, одномодовый и многомодовый режимы распространения, дисперсия в оптических волноводах. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ. Режим слабонаправляющего волновода. Характеристическое уравнение, моды ОВ. Виды дисперсии в ОВ. Причины потерь в ОВ. | 2 | ОПК-7, ПК-7 |
| 6. | Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи | Основные параметры ОВ: профиль показателя преломления, числовая апертура, коэффициент затухания, полоса пропускания. Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды и полупроводниковые лазеры, их основные рабочие характеристики. Ввод оптического излучения в волокно. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные и p-i-n фотодиоды, принцип действия и параметры. | 1 | ОПК-7, ПК-7 |
| 7 | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта. Отношение сигнал-шум на выходе приемного устройства с высокоимпедансными усилителями на биполярном и полевом транзисторах. Приемные устройства с трансимпедансным усилителем. | 1 | ОПК-7, ПК-7 |
| 8 | Принципы построения волоконно-оптических систем передачи | Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), ее основные функциональные блоки, топологические реализации. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов. Цифровые плезиохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование. | 1 | ОПК-7, ПК-7 |

## 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1 | Математика | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 2 | Физика | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 3 | Электродинамика и РРВ | + | + | | | + | | | + | |
| 5 | Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов | | | | | | + | + | + | |
| 6 | Радиотехнические цепи и сигналы | + | + | | | | | | | |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1 | Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства | | | | + | + | | | | |
| 2 | Радиотехнические системы. | | | | | | + | + | + | |

Согласована на портале № 22110

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Многоканальные цифровые системы передачи | | | | | | + | + | + | |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля по всем видам занятий |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
| ОПК-7 | + | | + | | + | Конспект. Опрос на практических занятияхКонтрольные работы. Зачет |
| ПК-7 | + | | + | | + | Конспект. Опрос на практических занятиях. Контрольные работы. Зачет |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Методы / Формы | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные занятия (час) | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Использование мультимедийных средств | 4 | | | 4 |
| Дискуссия ((опрос на занятиях и возможное решение различных проблем, используя методы оптической обработки информации) | | 2 | | 2 |
| Итого интерактивных занятий | | | | 6 |

## 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практических работ | Трудоемкость (час.) | ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе | 4 | ОПК-7, ПК-7 |
| 2 | 2, | Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры) | 4 | ОПК-7, ПК-7 |
| 3 | 2,4 | Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор | 4 | ОПК-7, ПК-7 |
| 4 | 2,3,4 | Акустооптический спектроанализатор радиосигналов | 4 | ОПК-7, ПК-7 |

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрено РУП.

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Разделы дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,2,3,4,5, 6,7,8 | Проработка лекционного материала. | 20 | ОПК-7, ПК-7 | Конспект. Контрольные работы. Ззачет. |
| 2. | 1.2,3.4 | Подготовка к практическим занятиям | 20 | ОПК-7, ПК-7 | Опрос. Расчетные задания. Зачет. |
| 4 | 1-7 | Подготовка материалов и выполнение индивидуальных творческих заданий | 6 | ОПК-7, ПК-7 | Презентация, выступление на семинаре. |

Согласована на портале № 22110

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ( рефератов) | | | |

**Темы творческих заданий (рефератов):**

1. Оптические устройства распознавания образов на основе нейронных сетей
2. Оптические нелинейные элементы для реализации логических операций
3. Оптические процессоры обработки сигналов ФАР
4. Адаптивные оптические фильтры на основе фоторефрактивных кристаллов
5. Принципы построения оптических компьютеров
6. Многоволновые оптические источники излучения
7. Многоволновые оптические мультиплексоры и демультиплексоры
8. Оптические мультиплексоры ввода/вывода каналов
9. Многоволновые оптические усилители
10. WDM волоконно-оптические интерференционные фильтры
11. WDM фильтры на основе дифракционных решеток
12. Волноводные оптические компоненты спектрального мультиплексирования /демультиплексирования
13. Волоконно-оптические системы со спектральным разделением
14. Принципы оптического мультиплексирования в полностью оптических сетях

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено РУП

## 11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

**Методика текущего контроля освоения дисциплины**

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально- рейтинговой системы оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов обьема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и **итоговый** контроль.

**Правила формирования пятибалльных оценок** за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$KTx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

**Итоговый контроль** освоения дисциплины осуществляется после окончания семестра. Студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные практические работы, контрольные работы** и набравший сумму 60 и более баллов, получает зачет «автоматом».

**Таблица распределения баллов в течение семестра**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл за 1-ю 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 |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Выполнение контрольных работ | 8 | 4 | 4 | **16** |
| Выполнение и защита инди- | 8 | 24 | 24 | **56** |

Согласована на портале № 22110

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| видуальных заданий, рефератов | | | | |
| Компонент своевременности | 3 | 5 | 5 | **13** |
| **Итого максимум за период:** | **24** | **38** | **38** | **100** |
| **Нарастающим итогом** | **24** | **62** | **100** | **100** |

**Пересчет баллов в оценки за контрольные точки**

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

**Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку**

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

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины( успешной сдачи экзамена).

Согласована на портале № 22110

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

### 12.1. Основная литература

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб пособие. - СПб. : Лань, 2011. - 528 с. Режим доступа**:** **https://e.lanbook.com/book/684#book_name**
2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/76830**

### 12.2. Дополнительная литература:

3. Ушаков В.Н и др. Оптические устройства в радиотехнике: Учеб. пособие для вузов.- М.: Радиотехника, 2005. -240 с. **(75).**
4. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 368 с. Режим доступа **https://e.lanbook.com/book/698#book_name.**
5. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/91904**
6. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры: Учеб. пособие для вузов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. -80 с. **(21).**
7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 447 с. (**14**)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

8. Оптические устройства в радиотехнике: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов / Кущ Г. Г., Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2010. - 46 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/18/download**

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». Режим доступа: **http://www.ph4s.ru**/;
2. Университетская информационная система Россия. Режим доступа: **http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp**

Согласована на портале № 22110

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

.Для проведения **практических занятий** используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333б. Состав оборудования:

Учебная мебель; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 8 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.333а. Состав оборудования:

Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 12 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Согласована на портале № 22110

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 22110

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**

**_____ П.Е. Троян**
**«___» _____ 2017 г.**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Оптические устройства в радиотехнике

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
- каф. СВЧиКР С. Н. Шарангович

Зачет: 7 семестр

**Томск 2017**

Согласована на портале № 22110

## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций **Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной «Оптические устройства в радиотехнике» компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| ОПК-7 | способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | **знать:**<br>– принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации:;<br>**уметь:**<br>– определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач;<br>**владеть:**<br>– методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов;. |
| ПК-7 | способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы | **знать:**<br>– принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации;<br>**уметь:**<br>– составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигна лов и оценивать качество их работы;<br>**владеть:**<br>– навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации. |

# 2 Реализация компетенций

## 2.1 Компетенция ОПК-7

**ОПК-7: способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | – принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации | – определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | – методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. |

Согласована на портале № 22110

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Используемые средства оценивания** | • Конспект<br>• Устный ответ<br>• Контрольная работа<br>• Зачет | • Контрольная работа<br>• Оформление расчетного задания;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита расчетного задания<br>• Зачет |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично / зачтено (90-100 баллов)** | Знает принципы построения и работы, а также характеристики основных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | Умеет свободно определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | Владеет методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |
| **Хорошо / зачтено (70-89 баллов)** | Имеет представление о принципах построения и работы, а также характеристиках основных функциональных узлов систем оптической обработки информации | Самостоятельно определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач. | Владеет основными методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |
| **Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)** | Дает определения основных принципов построения и работы, а также характеристикосновных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | Показывает неполное, недостаточное умение определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |
| **Неудовлетворительно /** | Имеет существенные пробелы или отсутствие | Показывает отсутствие умений определять и обос- | Демонстрирует отсутствие навыков владения ме- |

Согласована на портале № 22110

| | | | |
|---|---|---|---|
| **не зачтено (<60 баллов)** | знаний об основных принципах построения и работы, а также характеристиках основных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | новывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | тодами анализа и навыками расчета оптических процессоров и их основных элементов; |

**Примечание:** количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

## 2.2 Компетенция ПК-7

**ПК-7: способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

**Таблица 5- Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | – принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации | – составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигна лов и оценивать качество их работы | – навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Самостоятельная работа. |
| **Используемые средства оценивания** | • Конспект<br>• Устный ответ<br>• Контрольная работа<br>• Зачет | • Контрольная работа<br>• Оформление расчетного задания;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита расчетного задания<br>• Зачет |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Согласована на портале № 22110

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично / зачтено (90-100 баллов)** | Знает принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации | Умеет свободно составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы | Владеет навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации ; |
| **Хорошо / зачтено (70-89 баллов)** | Имеет представление о принципах построения волоконно-оптических систем передачи информации | Самостоятельно составлять схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы | Владеет основными навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации |
| **Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)** | Дает определения по принципам построения волоконно-оптических систем передачи информации | Показывает неполное, недостаточное умение составлениясхем волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы | Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации |
| **Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)** | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний о принципах построения волоконно-оптических систем передачи информации | Показывает отсутствие умений составления схемы волоконно-оптических систем передачи аналоговых и цифровых сигналов и оценивать качество их работы | Демонстрирует отсутствие владения навыками чтения и изображения функциональных и структурных схем волоконно-оптических систем передачи информации |

**Примечание:** количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

**3.1 Контрольные работы по темам:**

1. Интегральные и спектральные преобразования в когерентных оптических системах
2. Акустооптические процессоры спектрального и корреляционного типа
3. Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи
4. Принципы построения аналоговых и цифровых волоконно-оптических систем передачи;

Содержание контрольных работ приведено в учебно-методическом пособии [8 ].

**3.2 Практические занятия по темам:**

1. Одномерное и двумерное преобразование Фурье в оптической системе.
2. Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры).
3. Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор
4. Акустооптический спектроанализатор радиосигналов

Указания к практическим занятиям работам в учебно-методическом пособии [8],

Согласована на портале № 22110

**3.4. Темы творческих заданий (рефератов):**

1. Оптические устройства распознавания образов на основе нейронных сетей
2. Оптические нелинейные элементы для реализации логических операций
3. Оптические процессоры обработки сигналов ФАР
4. Адаптивные оптические фильтры на основе фоторефрактивных кристаллов
5. Принципы построения оптических компьютеров
6. Многоволновые оптические источники излучения
7. Многоволновые оптические мультиплексоры и демультиплексоры
8. Оптические мультиплексоры ввода/вывода каналов
9. Многоволновые оптические усилители
10. WDM волоконно-оптические интерференционные фильтры
11. WDM фильтры на основе дифракционных решеток
12. Волноводные оптические компоненты спектрального мультиплексирования
13. Волоконно-оптические системы со спектральным разделением
14. Принципы оптического мультиплексирования в полностью оптических сетях

**3.5 Вопросы для проведения зачета:**

1. Оптические методы обработки информации. Достоинства этих методов.
2. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура.
3. Скалярная теория дифракции: формула Гюйгенса-Френеля, дифракции Френеля и Фраунгофера.
4. Преобразование световых полей элементами оптических систем
5. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
6. Обратное преобразование Фурье в оптической системе.
7. Операция интегрирования в оптической системе.
8. Операция фильтрации в оптической системе.
9. Операция дифференцирования в оптической системе.
10. Вычисление функции свертки в оптической системе.
11. Вычисление функции корреляции в оптической системе.
12. Согласованная фильтрация в оптике.
13. Голографический метод создания фильтров.
14. .Фотопленка как оптический транспарант, ее основные характеристики.
15. АО модулятор как оптический транспарант.
16. АО частотомер, функциональная схема, принцип действия.
17. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы глобальной ориентации),
18. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы электронной борьбы), обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
19. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
20. Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС),
21. Основные функциональные блоки ВОЛС, топологические реализации.
22. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов.
23. Цифровые плезиохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование.
24. Цифровые синхронные ВОЛС, основные принципы группообразования
25. Волоконно-оптические сети: топологии, особенности. Полностью оптические сети
26. Планарные и полосковые оптические волноводы
27. Одномодовый и многомодовый режимы распространения,
28. Дисперсия в оптических волноводах.
29. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ.
30. Режим слабонаправляющего волновода.
31. Характеристическое уравнение, моды ОВ.
32. Виды дисперсии в ОВ.
33. Основные параметры ОВ: профиль показателя преломления,
34. Основные параметры ОВ числовая апертура,
35. Основные параметры ОВ Причины потерь в ОВ. коэффициент затухания,
36. Основные параметры ОВ ,полоса пропускания.
37. Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры.
38. Методы изготовления оптических волокон и кабелей
39. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды
40. Источники излучения передатчиков оптических линий связи полупроводниковые лазеры, их основные рабочие характеристики.
41. Ввод оптического излучения в волокно.
42. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные фотодиоды, принцип действия и параметры
43. Фотоприемники оптических систем передачи: p-i-n. фотодиоды, принцип действия и параметры

Согласована на портале № 22110

44. Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в [1-8],

# 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

### 4.1. Основная литература


1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб пособие. - СПб. : Лань, 2011. - 528 с. Режим доступа**:** **https://e.lanbook.com/book/684#book_name**
2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/76830**


### 4.2. Дополнительная литература:


3. Ушаков В.Н и др. Оптические устройства в радиотехнике: Учеб. пособие для вузов.- М.: Радиотехника, 2005. - 240 с. **(75).**
4. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 368 с. Режим доступа **https://e.lanbook.com/book/698#book_name.**
5. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: **http://e.lanbook.com/book/91904**
6. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры: Учеб. пособие для вузов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. -80 с. **(21).**
7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ - М.: Техносфера, 2006. – 447 с. (**14**)


### 4.3. Учебно-методические пособия

#### 4.3.1. Обязательные учебно-методические пособия


8. Оптические устройства в радиотехнике: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов / Кущ Г. Г., Шарангович С. Н. — Томск: ТУСУР, 2010. - 46 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/18**


Согласована на портале № 22110