**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.**

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

## «ОПТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА В РАДИОТЕХНИКЕ»

**Уровень основной образовательной программы: Бакалавриат**

**Направление подготовки: 11.03.01 «Радиотехника»**

**Профили: Микроволновая техника и антенны**
**Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (каф..РЗИ)**
**Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (каф..ТОР)**

**Форма обучения Очная**

**Факультет РТФ (Радиотехнический)**

**Кафедра СВЧиКР (Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники)**

**Курс 3 Семестр 6**

**Учебный план набора 2016 года и последующих лет.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | | | | | | 34 | | | 34 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | | | | | | 22 | | | 22 | часов |
| 3. | Практические занятия | | | | | | 16 | | | 16 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | | | | | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | | | | | | 72 | | | 72 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | | | | | | | | | | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | | | | | 36 | | | 36 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | | | | | | 108 | | | 108 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | | | | | | | | | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | | | | | | 108 | | | 108 | часов |
| | (в зачетных единицах) | | | | | | 3 | | | 3 | ЗЕТ |

**Зачет ___ ___ семестр Диф. зачет ____ 6_____ семестр**

**Экзамен _____ семестр**

**Томск 2017**

Согласована на портале № 9417

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

**Лист согласований**

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 "Радиотехника (уровень бакалавриата)", утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 2015 г. №179, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» декабря 2016 г., протокол № 5

Разработчик: проф. каф.СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович

Зав. обеспечивающей кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович

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

Декан РТФ, доцент _____ К.Ю. Попова

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой РЗИ _____ А.С. Задорин

Зав. выпускающей кафедрой СВЧикР _____ С.Н. Шарангович

Зав. выпускающей кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов

Эксперты:
ТУСУР, каф.ТОР, доцент _____ С.И. Богомолов

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

Согласована на портале № 9417

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

- **Целью** преподавания дисциплины является изучение теоретических основ оптической обработки информации; принциов 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:

Данная дисциплина является обязательной дисциплиной вариативной части цикла дисциплин (Б1.В.ОД.17).

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 _____3_____ зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего | Семестры |
|---|---|---|

Согласована на портале № 9417

| | часов | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | 72 | | | | | | 72 |
| В том числе: | | | | | | | |
| Лекции | 34 | | | | | | 34 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | | | | | | 16 |
| Практические занятия (ПЗ) | 22 | | | | | | 22 |
| Семинары (С) | | | | | | | |
| Коллоквиумы (К) | | | | | | | |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) | | | | | | | |
| *Другие виды аудиторной работы* | | | | | | | |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 36 | | | | | | 36 |
| В том числе: | | | | | | | |
| Курсовой проект (самостоятельная работа) | | | | | | | |
| Расчетно-графические работы | | | | | | | |
| Реферат | | | | | | | |
| *Другие виды самостоятельной работы* | | | | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям (семинрам) | 18 | | | | | | 18 |
| Подготовка к лабораторным работам | 18 | | | | | | 18 |
| Подготовка к экзамену | | | | | | | |
| Вид аттестации (зачет, экзамен) | Диф.зач. | | | | | | Диф.зач |
| Общая трудоемкость час. | 108 | | | | | | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3 | | | | | | 3 |

## 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 | 5 | | 6 | | 4 | 15 | ОПК-7, ПК-7 |
| 2. | Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров | 5 | | 5 | | 4 | 14 | ОПК-7, ПК-7 |
| 3. | Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов. | 5 | | | | 4 | 9 | ОПК-7, ПК-7 |
| 4. | Оптичекские процессоры спектрального и корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием | 5 | 4 | 5 | | 6 | 20 | ОПК-7, ПК-7 |
| 5. | Физические основы распространения излучения по оптическому волокну | 4 | 4 | 2 | | 4 | 14 | ОПК-7, ПК-7 |
| 6. | Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи | 5 | 8 | 2 | | 6 | 21 | ОПК-7, ПК-7 |
| 7 | Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта | 2 | | 2 | | 4 | 8 | ОПК-7, ПК-7 |
| 8 | .Принципы построения волоконно-оптических систем передачи,. | 3 | | | | 4 | 7 | ОПК-7, ПК-7 |
| | ВСЕГО | 34 | 16 | 22 | | 36 | 108 | |

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

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение. Физические и математиче- | Двумерный оптический сигнал, его информационная струк- | 5 | ОПК-7, ПК-7 |

Согласована на портале № 9417

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ские основы оптической обработки информации | тура. Скалярная теория дифракции: дифракции Френеля и Фраунгофера. Преобразование световых полей элементами оптических систем (линза, зеркало, призма). | | |
| 2. | Функциональная и структурная организации аналоговых оптических процессоров | Оптический спектроанализатор, элементы и параметры. Пространственный сигнал, пространственный спектр. Пространственно-частотный фильтр, структура. Оптические методы и процедуры оптической сигнальной обработки, согласованная фильтрация. Физические основы голографии. | 5 | ОПК-7, ПК-7 |
| 3. | Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов | Схемные решения для когерентных и некогерентных модификаций оптических корреляторов, принципы функционирования | 5 | 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. | 5 | 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. | 4 | 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. | 5 | 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. | 2 | 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. | 3 | 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 | + | + | | | + | | | + | |

Согласована на портале № 9417

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов | | | | | | + | + | + | |
| 6 | Радиотехнические цепи и сигналы | + | + | | | | | | | |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1 | Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства | | | | + | + | | | | |
| 2 | Радиотехнические системы. | | | | | | + | + | + | |
| 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) | | 5 | | 5 |
| Итого интерактивных занятий | | | | 9 |

## 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 |
| 5 | 5,6 | Расчет характеристик оптического волокна (дисперсия, затухание, числовая апертура) | 4 | ОПК-7, ПК-7 |
| 6 | 6,7 | Расчет линейной части фотоприемного тракта (высоко импедансные и трансимпедансные усилители) | 2 | ОПК-7, ПК-7 |
| 7 | 6 | Расчет основных параметров и характеристик оптических излучателей (СИД и ЛД) | 2 | ОПК-7, ПК-7 |

Согласована на портале № 9417

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

| № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудо-ёмкость (час.) | ОК, ПК |
|---|---|---|---|
| 2 | Устройство ввода информации в оптическую систему | 4 | ОПК-7, ПК-7 |
| 4 | Оптический спектранализатор на брэгговской ячейке | 4 | |
| 5 | Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах | 4 | |
| 7 | Оптический усилитель на доппированном волокне | 4 | |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Разделы дисци-плины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудо-ем-кость (час.) | Компе-тенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1,2,3,4,5, 6,7,8 | Проработка лекционного материала. . ; | 10 | ОПК-7, ПК-7 | Конспект. Контроль-ные работы. Диф.зачет. |
| 2. | 1.2,4,5,6, 7 | Подготовка к практическим занятиям | 10 | ОПК-7, ПК-7 | Опрос. Расчетные за-дания. Диф.зачет. |
| 3. | 4,5,6 | Подготовка к лабораторным работам, оформление отчётов | 10 | ОПК-7, ПК-7 | Допуск и отчет по ЛР. Диф.зачет |
| 4 | 1-7 | Подготовка материалов и выполнение индивидуальных творческих заданий ( рефератов) | 6 | ОПК-7, ПК-7 | Презентация, выступ-ление на семинаре. |

**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

**Темы контрольных работ:**

1. Интегральные и спектральные преобразования в когерентных оптических систе-

Согласована на портале № 9417

мах
2. Акустооптические процессоры спектрального и корреляционного типа
3. Характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи
4. Принципы построения аналоговых и цифровых волоконно-оптических систем передачи;

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

## 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:

$$КТх\Big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма\ _\ баллов\ ,_\ набранная\ _\ к\ _\ КТх\ ) * 5}{Требуемая\ _\ сумма\ _\ баллов\ _\ по\ _\ балльной\ _\ раскладке}.$$

**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 индивидуальных заданий, рефератов | 8 | 24 | 24 | **56** |
| 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 |

Согласована на портале № 9417

**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 № 9417

## 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 /. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2016. - 268 с. Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/76830#book_name**


### 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 элект роника [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 320 с. Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/627#book_name**
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. Перечень методических указаний по практическим занятиям и самостотельной работе


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**
9. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум / Шарангович С. Н. — 2016. 158 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/6030**
10. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. – 2012. 43 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/publications/790**


### 12.4 Перечень интернет-ресурсов: базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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**

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Учебная лаборатория (333 б) и вычислительная лаборатория (ауд.337 б), кафедры СВЧиКР оборудованы персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. СВЧиКР с выходом в Internet.

Согласована на портале № 9417

**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 основной образовательной программы** бакалавриат

**Направление подготовки** 11.03.01 Радиотехника

**Профили:** Микроволновая техника и антенны
Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (каф..РЗИ)
Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (каф..ТОР)

**Форма обучения** очная

**Факультет** Радиотехнический

**Кафедра** Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

**Курс 3 Семестр 6**

**Учебный план набора 2016 года и последующих лет**

**Разработчик:**

**зав. каф.. СВЧ и КР Шарангович С.Н.**

**Зачет ___ семестр** **Диф. зачет ____6_____ семестр**

**Экзамен _____ семестр**

**Томск 2017**

Согласована на портале № 9417

## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Оптические устройства в радиотехнике» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике» используется при проведении текущего контроля успеваемости (контрольные точки) и промежуточной аттестации (зачет) студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Оптические устройства в радиотехнике» компетенций приведен в таблице 1.

**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>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. |

Согласована на портале № 9417

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

Согласована на портале № 9417

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)** | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основных принципах построения и работы, а также характеристиках основных функциональных узлов систем оптической обработки информации. | Показывает отсутствие умений определять и обосновывать целесообразность использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач | Демонстрирует отсутствие навыков владения методами 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>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия.<br>• Лабораторные занятия<br>• Самостоятельная работа. |
| **Используемые средства оценивания** | • Конспект<br>• Устный ответ<br>• Контрольная работа<br>• Защита лабораторных работ<br>• Зачет | • Контрольная работа<br>• Оформление расчетного задания;<br>• Отчеты по лабораторным работам<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита расчетного задания<br>• Защита лабораторных работ<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 |

Согласована на портале № 9417

| | | | |
|---|---|---|---|
| **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 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 составлениь схем 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.

Согласована на портале № 9417

2. Оптическая фильтрация (ФНЧ,ФВЧ, гребенчатые фильтры).
3. Акустооптическая ячейка как элемент ввода радиосигналов в оптический сигнальный процессор
4. Акустооптический спектроанализатор радиосигналов
5. Расчет характеристик оптического волокна (дисперсия, затухание, числовая апертура)
6. Расчет линейной части фотоприемного тракта (высоко импедансные и трансимпедансные усилители)
7. Расчет основных параметров и характеристик оптических излучателей (СИД и ЛД)

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

**33 Лабораторные занятия темам:**

1. Устройство ввода информации в оптическую систему
2. Оптический спектранализатор на брэгговской ячейке
3. Оптический мультиплексор на тонкопленочных фильтрах
4. Оптический усилитель на доппированном волокне

Указания к лабораторным занятиям работам в учебно-методических пособиях [9,10],

**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:**

5. Оптические методы обработки информации. Достоинства этих методов.
6. Двумерный оптический сигнал, его информационная структура.
7. Скалярная теория дифракции: формула Гюйгенса-Френеля, дифракции Френеля и Фраунгофера.
8. Преобразование световых полей элементами оптических систем
9. Преобразование Фурье (прямое) в оптической системе.
10. Обратное преобразование Фурье в оптической системе.
11. Операция интегрирования в оптической системе.
12. Операция фильтрации в оптической системе.
13. Операция дифференцирования в оптической системе.
14. Вычисление функции свертки в оптической системе.
15. Вычисление функции корреляции в оптической системе.
16. Согласованная фильтрация в оптике.
17. Голографический метод создания фильтров.
18. .Фотопленка как оптический транспарант, ее основные характеристики.
19. АО модулятор как оптический транспарант.
20. АО частотомер, функциональная схема, принцип действия.
21. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы глобальной ориентации),
22. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (системы электронной борьбы), обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
23. Области применения акустооптических процессоров в современной радиоэлектронике (обработка сигналов фазированных антенных решеток и антенн с синтезированной апертурой).
24. Обобщенная структурная схема построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС),
25. Основные функциональные блоки ВОЛС, топологические реализации.
26. Каналообразование: частотное и временное разделение каналов.
27. Цифровые плезиохронные ВОЛС: скорость передачи, канальность, группообразование.
28. Цифровые синхронные ВОЛС, основные принципы группообразования
29. Волоконно-оптические сети: топологии, особенности. Полностью оптические сети
30. Планарные и полосковые оптические волноводы
31. Одномодовый и многомодовый режимы распространения,
32. Дисперсия в оптических волноводах.
33. Оптическое волокно (ОВ). Особенности распространения излучения по ОВ.

Согласована на портале № 9417

34. Режим слабонаправляющего волновода.
35. Характеристическое уравнение, моды ОВ.
36. Виды дисперсии в ОВ.
37. Основные параметры ОВ: профиль показателя преломления,
38. Основные параметры ОВ числовая апертура,
39. Основные параметры ОВ Причины потерь в ОВ. коэффициент затухания,
40. Основные параметры ОВ ,полоса пропускания.
41. Оптические кабели и разъемы, их конструкции и параметры.
42. Методы изготовления оптических волокон и кабелей
43. Источники излучения передатчиков оптических линий связи: светодиоды
44. Источники излучения передатчиков оптических линий связи полупроводниковые лазеры, их основные рабочие характеристики.
45. Ввод оптического излучения в волокно.
46. Фотоприемники оптических систем передачи: лавинные фотодиоды, принцип действия и параметры
47. Фотоприемники оптических систем передачи: p-i-n. фотодиоды, принцип действия и параметры
48. Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в [1-9],

## 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 /. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2016. - 268 с. Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/76830#book_name**


**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 элект роника [Электронный ресурс] : учеб. пособие /. – 2-е изд. - СПб. : Лань, 2011. - 320 с. Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/627#book_name**
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**)


**4.2 Перечень методических указаний по практическим занятиям и самостоятельной работе**


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**
9. Многоволновые оптические системы связи: Компьютерный лабораторный практикум / Шарангович С. Н. — 2016. 158 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/6030**
10. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. – 2012. 43 с. Режим доступа: **https://edu.tusur.ru/publications/790**


Согласована на портале № 9417