

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Многоканальные цифровые системы передачи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности    | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия         | 24        | 24    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 96        | 96    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 21        | 21    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 48        | 48    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 144       | 144   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость           | 180       | 180   | часов   |
|   |                              | 5.0       | 5.0   | З.Е     |

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

### 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 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

зав.кафедрой каф. ТОР \_\_\_\_\_ Демидов А. Я.

доцент каф.ТОР \_\_\_\_\_ Попова К. Ю.

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ Демидов А. Я.

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

Декан РТФ \_\_\_\_\_ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ Шарангович С. Н.

Эксперты:

Профессор каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ Мандель А. Е.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение студентами общих принципов построения и функционирования многоканальных цифровых систем передачи (МЦСП)

Изучение принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ)

Ознакомление с техническими характеристиками и перспективами развития современных средств связи.

Приобретение необходимых практических навыков построения проводных и беспроводных сетей

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических принципов построения и теоретических основ построения и функционирования многоканальных системы передачи информации.

– Получение необходимых знаний по структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа.

– Изучение характеристик и стандартов современных систем многоканальной радиосвязи.

– Ознакомление с перспективами развития элементной базы цифровых систем связи.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многоканальные цифровые системы передачи» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Моделирование устройств радиоэлектронных систем, Общая теория радиосвязи, Радиотехнические системы.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.

– **уметь** формулировать основные технические требования к цифровым системам; - проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем. - оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи

– **владеть** навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; - навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 96          | 96        |
| Лекции  | 36          | 36        |
| Практические занятия                          | 36          | 36        |
| Лабораторные занятия                          | 24          | 24        |
| Из них в интерактивной форме                  | 21          | 21        |
| Самостоятельная работа (всего)                | 48          | 48        |
| Выполнение домашних заданий                   | 2           | 2         |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 16          | 16        |
| Проработка лекционного материала              | 10          | 10        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20          | 20        |
| Всего (без экзамена)                          | 144         | 144       |
| Подготовка и сдача экзамена                   | 36          | 36        |
| Общая трудоемкость час                        | 180         | 180       |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                 | 5.0         | 5.0       |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины                                       | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение   | 2      | 2                    | 0                   | 1                      | 5                             | ПК-6                    |
| 2 | Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | 8      | 8                    | 8                   | 8                      | 32                            | ПК-6                    |
| 3 | Методы организации каналов множественного доступа                  | 8      | 8                    | 4                   | 6                      | 26                            | ПК-6                    |
| 4 | Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | 2      | 4                    | 0                   | 4                      | 10                            | ПК-6                    |
| 5 | Принцип повторного использования                                   | 2      | 2                    | 0                   | 0                      | 4                             | ПК-6                    |

|   |  |    |    |    |    |     |      |
|---|--|----|----|----|----|-----|------|
|   | частот в сотовых системах связи              |    |    |    |    |     |      |
| 6 | Системы мобильной связи второго поколения    | 8  | 2  | 4  | 8  | 22  | ПК-6 |
| 7 | Системы мобильной связи третьего поколения   | 2  | 2  | 0  | 3  | 7   | ПК-6 |
| 8 | Системы мобильной связи четвертого поколения | 4  | 8  | 8  | 18 | 38  | ПК-6 |
|   | Итого  | 36 | 36 | 24 | 48 | 144 |      |

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

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов  | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр  |  |                 |                         |
| 1 Введение   | Основные понятия и определения. Классификация цифровых систем передачи. Формирование цифрового сигнала. Иерархия цифровых телекоммуникационных систем. Обобщённая структура цифрового канала.  | 2               | ПК-6                    |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK. Модуляция $\pi/4$ DQPSK. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. | 8               | ПК-6                    |
|  | Итого  | 8               |                         |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа                  | Классификация методов уплотнения каналов. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал. Временное синхронное и асинхронное уплотнение каналов, защитный интервал. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. Кодовое уплотнение каналов,                              | 8               | ПК-6                    |

|  |   |   |      |
|--|---|---|------|
|  | <p>обобщенная структура, ортогональные и квазиортогональные ансамбли сигналов. Синхронное кодовое уплотнение каналов. Асинхронное кодовое уплотнение каналов, системная помеха. Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра Преобразование формы и спектра сигнала в широкополосном канале с прямым расширением спектра.</p>  |   |      |
|  | Итого   | 8 |      |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | <p>Алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП. Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией. Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.</p>   | 2 | ПК-6 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи   | <p>Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот. Понятие о многоэлементном кластере</p>   | 2 | ПК-6 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения                          | <p>Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала. Канальный уровень. Логические пакеты, структура пакетов, назначение полей. модуляция. Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции. Организация канала трафика БС, структура канала Мобильная станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение Состав, назначение и организация кодовых каналов мобильной станции.</p> | 8 | ПК-6 |
|  | Итого   | 8 |      |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения                         | <p>Структура физического канала мобильной станции UMTS, многоскоростная система кодирования данных. Организация кодовых каналов мобильной станции UMTS.</p>   | 2 | ПК-6 |

|  |   |    |      |
|--|---|----|------|
|  | Итого   | 2  |      |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Системы радиодоступа WiMax и LTE. Распределение частотно-временного ресурса. Организация множественного доступа в локальные сети в системе LTE. | 4  | ПК-6 |
|  | Итого   | 4  |      |
| Итого за семестр                               |   | 36 |      |

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин                          | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                           |   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Моделирование устройств радиоэлектронных систем |   | + | + |   |   |   |   |   |
| 2                         | Общая теория радиосвязи                         |   | + |   |   |   |   |   |   |
| 3                         | Радиотехнические системы                        |   |   |   | + |   |   |   |   |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                      |                        | Формы контроля  |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|---|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |   |
| ПК-6        | +            | +                    | +                    | +                      | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практике |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы   | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 7 семестр  |                                    |                                    |                      |       |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением |                                    |                                    | 8                    | 8     |
| Работа в команде                                   |                                    | 5                                  |                      | 5     |
| Решение ситуационных задач                         | 8                                  |                                    |                      | 8     |
| Итого за семестр:                                  | 8                                  | 5                                  | 8                    | 21    |
| Итого  | 8                                  | 5                                  | 8                    | 21    |

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов  | Содержание лабораторных работ                          | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр  |  |                 |                         |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Исследование распространения сигналов в линиях связи   | 4               | ПК-6                    |
|  | Исследование системы связи с АИМ-сигналами             | 4               |                         |
|  | Итого  | 8               |                         |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа                  | Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала     | 4               | ПК-6                    |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения                          | Исследование системы радиодоступа второго поколения    | 4               | ПК-6                    |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения                       | Исследование системы радиодоступа четвертого поколения | 8               | ПК-6                    |
|  | Итого  | 8               |                         |
| Итого за семестр   |  | 24              |                         |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.



Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов  | Содержание практических занятий   | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>   |   |                 |                         |
| 1 Введение   | Классификация цифровых систем передачи. Обобщённая структура цифрового канала. Энергетика канала связи.         | 2               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 2               |                         |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция<br>.Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM | 8               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 8               |                         |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа                  | Широкополосные каналы связи.<br>Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.                               | 8               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 8               |                         |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Алгоритмы формирования м-последовательностей и кодов Голда  | 4               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 4               |                         |
| 5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи   | Зона покрытия, много элементные кластеры.   | 2               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 2               |                         |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения                          | Система с кодовым разделением каналов стандарта IS-95.  | 2               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 2               |                         |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения                         | Система с кодовым разделением каналов UMTS.   | 2               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 2               |                         |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения                       | Системы радиодоступа WiMax,<br>системы LTE.   | 8               | ПК-6                    |
|  | Итого   | 8               |                         |
| Итого за семестр   |   | 36              |                         |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                   | ч Трудоемкость | компетенции Формируемые | Формы контроля   |
|--|---|----------------|-------------------------|--|
| 7 семестр  |   |                |                         |  |
| 1 Введение   | Проработка лекционного материала              | 1              | ПК-6                    | Конспект самоподготовки  |
|  | Итого   | 1              |                         |  |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4              | ПК-6                    | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике |
|  | Проработка лекционного материала              | 2              |                         |  |
|  | Выполнение домашних заданий                   | 2              |                         |  |
|  | Итого   | 8              |                         |  |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа                  | Проработка лекционного материала              | 2              | ПК-6                    | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе                                      |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4              |                         |  |
|  | Итого   | 6              |                         |  |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4              | ПК-6                    | Опрос на занятиях  |
|  | Итого   | 4              |                         |  |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения                          | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2              | ПК-6                    | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе                    |
|  | Проработка лекционного материала              | 2              |                         |  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4              |                         |  |
|  | Итого   | 8              |                         |  |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения                         | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2              | ПК-6                    | Домашнее задание, Конспект самоподготовки  |
|  | Проработка лекционного материала              | 1              |                         |  |
|  | Итого   | 3              |                         |  |

|  |   |    |      |  |
|--|---|----|------|--|
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8  | ПК-6 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|  | Проработка лекционного материала              | 2  |      |  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 8  |      |  |
|  | Итого   | 18 |      |  |
| Итого за семестр                               |   | 48 |      |  |
|  | Подготовка к экзамену                         | 36 |      | Экзамен  |
| Итого  |   | 84 |      |  |

### 9.1. Темы домашних заданий

1. Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 7 семестр                     |  |   |   |                  |
| Домашнее задание              | 8  | 8   | 4   | 20               |
| Конспект самоподготовки       | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Опрос на занятиях             | 4  | 4   | 2   | 10               |
| Отчет по лабораторной работе  | 10   | 10  | 5   | 25               |
| Итого максимум за период      | 27   | 27  | 16  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 27   | 54  | 70  | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| $\geq 90\%$ 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      |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | 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)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1609>, свободный.
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4185>, свободный.
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе\_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1598>, свободный.

### **12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории 309,313,318 каф. ТОР оснащены необходимым оборудованием и лицензионным программным обеспечением для проведения лабораторных работ и практических занятий.

## **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**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.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Многоканальные цифровые системы передачи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- зав.кафедрой каф. ТОР Демидов А. Я.
- доцент каф.ТОР Попова К. Ю.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

## 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

| Код  | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенций  |
|------|--|---|
| ПК-6 | готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | <p>Должен знать принципы построения современных систем цифровой связи; - методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи. ;</p> <p>Должен уметь формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем. - оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи ;</p> <p>Должен владеть навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств. ; |
|--|--|---|

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций 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   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь   | Владеть   |
|-------------------|--|---|---|
| Содержание этапов | принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; - современные и перспективные направления развития | формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и | навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; - навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и |

|                                  |  |   |  |
|----------------------------------|--|---|--|
|                                  | <p>телекоммуникационных сетей и систем; - принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; - основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам - современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.</p> | <p>предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем; оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснить назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.</p>      | <p>трактов цифровых систем передачи; - навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.</p>  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   |

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав  | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------|--|---|--|
| Отлично | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу,</li> </ul> |



|                                       |   |   |   |
|---------------------------------------|---|---|---|
| (высокий уровень)                     | фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;                           | практических умений, требуемых для развития творческих решений.;  | проводит оценку, совершенствует действия работы;  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>   |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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 следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Квадратурное представление узкополосного сигнала.
- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
- OFDM модуляция, циклический префикс
- Классификация методов уплотнения каналов.
- Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра
- Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП
- Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.
- Стандарт IS-95. Организация канала трафика БС, структура канала
- LTE – метод организации каналов множественного доступа.
- LTE – Нисходящий канал, физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
- LTE – Нисходящий канал, формирование OFDM символа, основные процедуры.
- LTE – структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.

#### 3.2 Темы домашних заданий

- Широкополосные каналы связи. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.

#### 3.3 Темы опросов на занятиях

- Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот. Понятие о многоэлементном кластере

#### 3.4 Экзаменационные вопросы

- Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция.
- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
- Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.
- Модуляция  $\pi/4$ DQPSK.
- Ортогональная модуляция.
- Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.

- OFDM модуляция - циклический префикс
- Методы организация каналов множественного доступа.
- Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал.
- Временное уплотнение каналов, защитный интервал/
- Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA
- Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура.
- Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра.
- Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП.
- Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией.
- Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.
- Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи. Дуплексный режим работы.
- Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала.
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры.
- Стандарт IS-95. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение.
- Стандарт IS-95. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции.
- LTE – метод организации каналов множественного доступа, структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.
- LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
- LTE – Нисходящий канал , формирование OFDMA символа, основные процедуры.

### **3.5 Тематика практики**

- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция . Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM

### **3.6 Темы лабораторных работ**

- Исследование распространения сигналов в линиях связи
- Исследование системы связи с АИМ-сигналами
- Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала
- Исследование системы радиодоступа второго поколения
- Исследование системы радиодоступа четвертого поколения

## **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. Основная литература**

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1609>, свободный.
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4185>, свободный.
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе\_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1598>, свободный.

### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс