**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

# Теория и техника передачи информации

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 60 | 60 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 84 | 84 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3717

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от «10» 10 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного «___» _____ 20__ года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент кафедры каф. РТС _____ Новиков А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

доцент кафедры каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 3717

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теория и техника передачи информации» является изучение основных закономерностей передачи цифровой информации в современных системах связи.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно 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 и сетей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория и техника передачи информации» (М1.В.2) относится к блоку М1.В.2.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Формирование и обработка сигналов систем связи, Моделирование устройств и систем связи, Цифровая обработка сигналов систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Системы и сети передачи данных, Стандарты и технологии мобильной связи, Системы космической связи и вещания.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;

– ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;

– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Принципы аналого-цифрового преобразования (выборка отсчетов, кодирование поразрядным взвешиванием, последовательным счетом). Основные позиционные системы счисления. Основные коды для борьбы с ошибками (линейные блочные, циклические, сверточные). Основы алгебры циклических кодов. Физический и канальный уровень Ethernet 1000Base-T.

– **уметь** Делить полиномы в столбик. Определять период коэффициентов разложения полинома, обратного к генераторному, в ряд Тэйлора способами: 1) цифрового рекурсивного фильтра; 2) программ компьютерной алгебры. Выбирать "правильные" генераторные полиномы циклических кодов. Кодировать сверточными кодами и декодировать пороговым методом и алгоритмом Витерби. Кодировать числа не только в классической двоичной системе счисления, но и в системе по весам из чисел Фибоначчи, а также в системе счисления Бергмана. Находить причинно-следственные связи в решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.

– **владеть** Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.

## 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 |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 60 | 60 |

Согласована на портале № 3717

| | | |
|---|---|---|
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа (всего) | 84 | 84 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 24 | 24 |
| Проработка лекционного материала | 21 | 21 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 13 | 13 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 26 | 26 |
| 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 (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Алгебра циклических кодов для произвольного модуля 2, 3, ... | 6 | 4 | 8 | 20 | 38 | ОПК-3, ОПК-4, ПК-8 |
| 2 | Декодирование сверточных кодов. | 4 | 6 | 8 | 27 | 45 | ОПК-3, ОПК-4, ПК-8 |
| 3 | Измерения и системы счисления. | 4 | 4 | 8 | 27 | 43 | ОПК-3, ОПК-4, ПК-8 |
| 4 | Сигнально-кодовые конструкции. | 4 | 4 | 0 | 10 | 18 | ОПК-3, ОПК-4, ПК-8 |
| | Итого | 18 | 18 | 24 | 84 | 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 | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Алгебра циклических кодов для произвольного модуля 2, 3, ... | Отыскание коэффициентов разложения дроби, обратной к генераторному полиному степени r: с использованием программ компьютерной алгебры и вручную с помощью рекурсивных фильтров. Периодичность коэффициентов разложения, приведенных по модулю m. Связь между периодом коэффициентов и количеством разных ненулевых остатков от деления целых степеней x на генераторный полином g(x). Максимальный период коэффициентов M=m^r-1. Нуль-полином x^M-1=0 и разложение его на множители-нули со степенями не более r. Аналогия с разделением окружности на M равных частей. Периоды y точек на окружности и их соответствие периодам коэффициентов разложения полиномов, обратных полиномам-множителям. Корни y полиномов-множителей в виде матриц размерностью не более r на r с элементами по модулю m. | 6 | ОПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Декодирование сверточных кодов. | Сверточные коды. Кодирование. Схема кодера и его импульсная характеристика. Диаграмма состояния и решетка кода. Алгоритм декодирования Витерби. Пороговый способ декодирования. Канал с памятью. Переходная матрица. Расчет безусловной вероятности по условным. Вероятность ошибки после декодирования для двоичного симметричного канала с независимыми ошибками и порогового способа декодирования на примере простого кода. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Измерения и системы счисления. | Измерение (например, напряжения в цепи) последовательным счетом. Представление числа по Евклиду в виде набора единиц. Измерение поразрядным взвешиванием с делением интервала пополам. Классическая (по степеням двойки) двоичная система счисления. Связь между способом измерения и системой счисления. Отсутствие избыточности в классической двоичной системе | 4 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| | счисления. Невозможность обнаружения сбоев по результату измерения. Асимметрия процесса измерения и оптимальная система гирь для поразрядного взвешивания. Двоичная система счисления по р-числам Фибоначчи для возможности обнаружения некоторых ошибок измерения. Избыточные системы счисления (двоичные, троичные и т.д.) по иррациональным основаниям. | | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Сигнально-кодовые конструкции. | Сигнально-кодовые конструкции на примере протокола Gigabit Ethernet 1000Base-T: пятиуровневая модуляция по четырем проводам 4D-PAM-5 плюс сверточное кодирование. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

**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 представ-лены 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 | Формирование и обработка сигналов систем связи | | | | + |
| 2 | Моделирование устройств и систем связи | + | + | + | + |
| 3 | Цифровая обработка сигналов систем связи | | | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 | Системы и сети передачи данных | + | + | + | + |
| 2 | Стандарты и технологии мобильной связи | + | + | + | + |
| 3 | Системы космической связи и вещания | + | + | + | + |

**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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 3717

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-3 | + | | | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Реферат |
| ОПК-4 | | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях |
| ПК-8 | | | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Алгебра циклических кодов для произвольного модуля 2, 3, ... | Циклические коды: кодирование и декодирование на примере двоичного кода Хэмминга (7,4). | 4 | ОПК-4, ПК-8 |
| | Циклические коды: схемы кодеров и декодера на примере двоичного кода Хэмминга (15,11). | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 2 Декодирование сверточных кодов. | Сверточные коды: кодирование, декодирование по Витерби и пороговым способом. | 4 | ОПК-4, ПК-8 |
| | Исследование сверточных кодов в | 4 | |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| | системе Simulink. | | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Измерения и системы счисления. | Исследование помехоустойчивого АЦП. | 4 | ОПК-4, ПК-8 |
| | Исследование дельта-модуляции. | 4 | |
| | 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 | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Алгебра циклических кодов для произвольного модуля 2, 3, ... | Отыскание коэффициентов разложения дроби, обратной к генераторному полиному степени r: с использованием программ компьютерной алгебры и вручную с помощью рекурсивных фильтров. | 2 | ОПК-4 |
| | Нуль-полином x^M-1=0 и разложение его на множители-нули со степенями не более r. Аналогия с разделением окружности на M равных частей. Периоды y точек на окружности и их соответствие периодам коэффициентов разложения полиномов, обратных полиномам-множителям. Корни y полиномов-множителей в виде матриц размерностью не более r на r с элементами по модулю m. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Декодирование сверточных кодов. | Сверточные коды. Кодирование. Схема кодера и его импульсная характеристика. Диаграмма состояния и решетка кода. | 2 | ОПК-4 |
| | Алгоритм декодирования Витерби. Пороговый способ декодирования. | 2 | |
| | Канал с памятью. Переходная матрица. Расчет безусловной вероятности по условным. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Измерения и системы счисления. | Двоичная система счисления по p-числам Фибоначчи для возможности обнаружения некоторых ошибок | 2 | ОПК-4 |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| | измерения. | | |
| | Избыточные системы счисления (двоичные, троичные и т.д.) по иррациональным основаниям. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Сигнально-кодовые конструкции. | Построение и анализ диаграммы сверточного кода для протокола Gigabit Ethernet 1000Base-T. | 2 | ОПК-4 |
| | Построение и анализ сигнальных созвездий 4D-PAM5 для протокола Gigabit Ethernet 1000Base-T. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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 | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Алгебра циклических кодов для произвольного модуля 2, 3, ... | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ОПК-3, ПК-8 | Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 2 Декодирование сверточных кодов. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Самостоятельное | 6 | | |

Согласована на портале № 3717

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | изучение тем (вопросов) теоретической части курса | | | |
| | Проработка лекционного материала | 5 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 27 | | |
| 3 Измерения и системы счисления. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ПК-8, ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 7 | | |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 27 | | |
| 4 Сигнально-кодовые конструкции. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ПК-8, ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 84 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | |
| Итого | | 120 | | |

**9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса**

1. Избыточное кодирование информации с помощью матриц Фибоначчи.
2. Свободное расстояние кода. Передаточная функция для диаграммы состояний.

Согласована на портале № 3717

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Компонент своевременности | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Конспект самоподготовки | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Опрос на занятиях | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Отчет по лабораторной работе | | 9 | 9 | 18 |
| Посещение занятий | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Реферат | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 14 | 23 | 33 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 14 | 37 | 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 |
|---|---|
| ≥ 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) |

Согласована на портале № 3717

| | | |
|---|---|---|
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 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. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. – 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1750, свободный.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
2. Кодирование данных в информационно - регистрирующих системах : научное издание / Алексей Петрович Стахов, Борис Яковлевич Лихтциндер, Юрий Петрович Орлович, Юрий Александрович Сторожук. - Киев : ТЕХНІКА, 1985. - 128 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 125-126. - (в пер.) : Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Коды золотой пропорции [Текст] / А. Стахов. - [Б. м. : б. и.], 1984. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)
4. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр ; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2003. - 1099[4] с. : ил, табл. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-8459-0386-6 (в пер.) : 485.00 р., 450.00 р., 438.00 р., 481.80 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

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

1. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Бернгардт А. С., Новиков А. В. – 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4978, свободный.
2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, свободный.
3. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1740, свободный.

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

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_code
2. https://en.wikipedia.org/wiki/BCH_code
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Trellis_modulation
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Numeral_system
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio_base

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3717

**Приложение 1**

**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

# Теория и техника передачи информации

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент кафедры каф. РТС Новиков А. В.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3717

## 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 |
|---|---|---|
| ОПК-3 | способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС | Должен знать Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Принципы аналого-цифрового преобразования (выборка отсчетов, кодирование поразрядным взвешиванием, последовательным счетом). Основные позиционные системы счисления. Основные коды для борьбы с ошибками (линейные блочные, циклические, сверточные). Основы алгебры циклических кодов. Физический и канальный уровень Ethernet 1000Base-T.; Должен уметь Делить полиномы в столбик. Определять период коэффициентов разложения полинома, обратного к генераторному, в ряд Тэйлора способами: 1) цифрового рекурсивного фильтра; 2) программ компьютерной алгебры. Выбирать "правильные" генераторные полиномы циклических кодов. Кодировать сверточными кодами и декодировать пороговым методом и алгоритмом Витерби. Кодировать числа не только в классической двоичной системе счисления, но и в системе по весам из чисел Фибоначчи, а также в системе счисления Бергмана. Находить причинно-следственные связи в решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.; Должен владеть Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.; |
| ОПК-4 | способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации | |
| ПК-8 | готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС | |

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 | Обладает фактическими | Обладает диапазоном | Контролирует работу, |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| уровень) | и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | 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 ОПК-3

ОПК-3: способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС.

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 | Знает теорию и технику современных и перспективных ИКТиСС. | Умеет работать с литературой по современным и перспективными направлениям развития ИКТиСС. | Владеет логическим анализом при освоении современных и перспективных ИКТиСС. |
| Виды занятий | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Лабораторные занятия; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; | • Экзамен;<br>• Реферат;<br>• Экзамен; |

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

Согласована на портале № 3717

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Знает границы применимости математических моделей, использующихся в ИКТиСС.; | • Умеет обобщать освоенный материал по современным и перспективным ИКТиСС и строить планы по дальнейшему изучению.; | • Владеет разными способами постановки и решения нетривиальных задач в области современных и перспективных ИКТиСС.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает математические модели, использующиеся в ИКТиСС.;<br>• Знает и понимает связи между разными функциональными блоками ИКТиСС.; | • Умеет отделять главное от второстепенного при работе с литературой по современным и перспективным ИКТиСС.;<br>• Умеет структурировать освоенный материал по современным и перспективным ИКТиСС.; | • Владеет альтернативными способами решения базовых задач в области современных и перспективных ИКТиСС.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает основные термины и определения, использующиеся в современных и перспективных ИКТиСС.;<br>• Знает основные закономерности, справедливые для современных и перспективных ИКТиСС.; | • Умеет читать специальную литературу по современным и перспективным ИКТиСС.; | • Владеет способами постановки и решения базовых задач в области современных и перспективных ИКТиСС.; |

**2.2 Компетенция ОПК-4**

ОПК-4: способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

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 | Знает программное обеспечение для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, | Умеет работать с литературой и программным обеспечением для построения инфокоммуникационных систем и сетей | Владеет логическим анализом и синтезом при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| | распределения, обработки и хранения информации. | различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации. | распределения, обработки и хранения информации. |
| Виды занятий | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Лабораторные занятия; |
| Используемые средства оценивания | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Знает границы применимости математических моделей, использующихся в программных продуктах для построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; | • Умеет обобщать освоенный материал по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, а также строить планы по дальнейшему изучению.; | • Владеет разными способами постановки и решения нетривиальных задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает функциональные блоки и их математические модели, использующиеся в программных продуктах для построения инфокоммуникационных систем и сетей | • Умеет отделять главное от второстепенного при работе с литературой по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения | • Владеет альтернативными способами решения базовых задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| | различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; | информации.;<br>• Умеет структурировать освоенный материал по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; | обработки и хранения информации.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает основные программные продукты, использующиеся при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; | • Умеет читать специальную литературу по инфокоммуникационным системам и сетям различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, а также по соответствующим программным продуктам.; | • Владеет способами постановки и решения базовых задач при построении инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.; |

**2.3 Компетенция ПК-8**

ПК-8: готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знает основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС. | Умеет ставить задачу при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС. | Владеет математическим аппаратом, используемым при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС. |
| Виды занятий | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа;<br>• Лабораторные занятия; |
| Используемые | • Отчет по | • Отчет по | • Отчет по |

Согласована на портале № 3717

| | | | |
|---|---|---|---|
| средства оценивания | лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Знает основные нерешенные проблемы ИКТиСС.;<br>• Знает границы применимости математических моделей, использующихся в ИКТиСС.; | • Умеет ставить новую задачу на основании полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; | • Владеет методикой синтеза математических приемов, позволяющих провести теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС с использованием современных достижений науки.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает математические модели, использующиеся в ИКТиСС.;<br>• Знает и понимает связи между разными функциональными блоками ИКТиСС.; | • Умеет решать задачи систем связи не по шаблону.;<br>• Умеет обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; | • Владеет альтернатвными математическими приемами, позволяющими провести теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает основные термины и определения, использующиеся в области ИКТиСС.;<br>• Знает назначение основных функциональных блоков ИКТиСС.; | • Умеет выделять главное и второстепенное при постановке задачи теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.;<br>• Умеет определять цель теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; | • Владеет методикой математических обозначений для теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.;<br>• Владеет методикой составления уравнений и базовыми математическими приемами их решения для теоретических и экспериментальных исследований в области ИКТиСС.; |

## 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.

Согласована на портале № 3717

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Каковы требования к генераторному полиному циклического кода? 2. Чем определяется степень генераторного полинома циклического кода? 3. Можно ли по генераторному полиному построить генераторную матрицу? Наоборот? 4. Каков максимальный период остатков для заданного генераторного полинома (дать формулу в общем виде)?

– 1. Имеют ли сверточные коды память, то есть зависимость соседних кодовых слов? 2. Чем определяется количество состояний сверточного кодера? 3. Являются ли сверточные коды блочными? 4. Что такое решетка сверточного кодера и зачем она нужна?

– 1. Какова связь между процессом измерения и системой счисления? 2. Какова роль избыточности в системах счисления? 3. Является ли избыточной "классическая" двоичная система счисления? 4. Может ли система счисления с иррациональным основанием кодировать целые числа?

### 3.2 Темы рефератов

– Физический уровень сети Ethernet 100Base-TX.
– Физический уровень сети Ethernet 1000Base-T.
– Канальный уровень сети Ethernet 100Base-TX.
– Канальный уровень сети Ethernet 1000Base-T.
– Модуляция 4D PAM-5.
– Поля Галуа GF(p^r) и их использование в циклических кодах.
– Система счисления Дж. Бергмана. Ее избыточность.

### 3.3 Темы домашних заданий

– Дать схему рекурсивного фильтра, вычисляющего коэффициенты разложения дроби заданной в ряд Тейлора. Проверить правильность вычисления коэффициентов, подав на вход фильтра цифровую дельта-функцию (единицу, окруженную нулями). Решить разностное уравнение, по которому работает рекурсивный фильтр. На основании найденного решения записать общую формулу для рассматриваемого ряда.

– Способом http://live.sympy.org/ разложить в ряд в окрестности t=0 до степени 10 включительно следующие дроби: 1/(1-2t), 1/(1-2t+t*t)

– Дан генераторный полином g(x)=x*x+x+2. Вычислить коэффициенты при степенях x по модулю p = 3 для полинома, обратного к генераторному; найти период последовательности коэффициентов разложения.

– Найти все матрицы (по модулю 3) размерностью 2 на 2, удовлетворяющие уравнению X^2+X+2=0.

### 3.4 Темы индивидуальных заданий

– Периоды точек на окружности, делящих ее на N равных частей.

– Разложение на множители полинома x^N-1=0 для заданного N=p^r-1, где p - простой модуль, r - степень полиномов сомножителей.

– Восстановление стертых символов в кодовых словах троичных циклических кодов.

– Кодирование чисел в системе счисления Бергмана.

### 3.5 Темы опросов на занятиях

– Рекурсивные фильтры для нахождения остатков от деления полиномов.
– Корректирующая способность циклических кодов и связь с остатками от деления.
– Обнаруживающая способность циклических кодов и связь с остатками от деления.
– Связь системы счисления и процесса измерения.
– Роль избыточности в системах счисления.

### 3.6 Экзаменационные вопросы

– 1. Двоичные циклические коды. Генераторный полином. Требования к полиному. Кодирование в систематической и несистематической форме. Декодирование. Функциональные схемы кодеров и декодеров.

– 2. Двоичные сверточные коды. Диаграмма состояний кодера. Функциональная схема

Согласована на портале № 3717

кодера. Декодирование пороговым методом. Решетка кода. Декодирование по Витерби.

– 3. Поле Галуа GF(p^r), его использование в циклических кодах. Понятие модуля: числового и, в более общем случае, полиномиального. Факторизация полинома x^n−1, где n = pr−1.

– 4. Канал с памятью. Его использование при выводе вероятности ошибки при пороговом декодировании сверточных кодов. Переходная матрица.

– 5. Позиционные системы счисления и их взаимно-однозначная связь с процессом измерения (аналого-цифрового преобразования). Представление натурального числа по Евклиду как частный случай, соответствующий измерению типа "последовательный счет".

– 6. Система счисления Бергмана. Избыточность и ее роль. Связь с числами Фибоначчи. Пример кодирования.

– 7. Цифровые фильтры для умножения и деления полиномов по заданному модулю коэффициентов полиномов. Примеры деления и умножения по модулю два и три.

### 3.7 Темы лабораторных работ

– Циклические коды: кодирование и декодирование на примере двоичного кода Хэмминга (7,4).

– Циклические коды: схемы кодеров и декодера на примере двоичного кода Хэмминга (15,11).

– Сверточные коды: кодирование, декодирование по Витерби и пороговым способом.

– Исследование помехоустойчивого АЦП.

– Исследование дельта-модуляции.

– Исследование сверточных кодов в системе Simulink.

## 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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. – 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1750, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Кодирование данных в информационно - регистрирующих системах : научное издание / Алексей Петрович Стахов, Борис Яковлевич Лихтциндер, Юрий Петрович Орлович, Юрий Александрович Сторожук. - Киев : ТЕХНІКА, 1985. - 128 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 125-126. - (в пер.) : Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Коды золотой пропорции [Текст] / А. Стахов. - [Б. м. : б. и.], 1984. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

4. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр ; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2003. - 1099[4] с. : ил, табл. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-8459-0386-6 (в пер.) : 485.00 р., 450.00 р., 438.00 р., 481.80 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

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

1. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Бернгардт А. С., Новиков А. В. – 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4978, свободный.

2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для

Согласована на портале № 3717

проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, свободный.

3. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1740, свободный.

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

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_code
2. https://en.wikipedia.org/wiki/BCH_code
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Trellis_modulation
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Numeral_system
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio_base

Согласована на портале № 3717