**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория радиотехнических сигналов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Защита информации в системах связи и управления**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **БИС, Кафедра безопасности информационных систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 28 | 28 | часов |
| 2 | Практические занятия | 28 | 28 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 56 | 56 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 52 | 52 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е. |

Зачёт: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 50078

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от «26» 11 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БИС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Профессор каф. КИБЭВС _____ В. С. Аврамчук

Заведующий обеспечивающей каф. БИС _____ Е. Ю. Костюченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФБ _____ Д. В. Кручинин

Заведующий выпускающей каф. БИС _____ Е. Ю. Костюченко

Эксперты:

Доцент кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) _____ А. А. Конев

Доцент кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) _____ К. С. Сарин

Согласована на портале № 50078

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов в области основ построения радиоэлектронной аппаратуры сложных информационных систем. Цель достигается обучением студентов методам анализа радиотехнических сигналов, изучением с характеристиками и свойствами сигналов применительно к телекоммуникационным системам передачи информации.

### 1.2. Задачи дисциплины

– формирование необходимого минимума специальных теоретических и практических знаний, обеспечивающих понимание принципов использования радиосигналов в телекоммуникационных системах;

– анализ свойств радиосигналов применительно к радиоэлектронным системам обработки информации;

– формирование необходимого минимума знаний применения сложных сигналов для повышения помехоустойчивости телекоммуникационных систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория радиотехнических сигналов» (Б1.Б.07.04) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Дискретная математика, Математические методы теории сигналов и систем, Математический анализ, Численные методы, Электроника и схемотехника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные понятия, связанные с математическим описанием сигналов и анализом их свойств, характеристик и параметров; основы структурного, корреляционного анализа сигналов, представление сигналов в частотно-временной областях; современные виды сигналов, их особенности и свойства, обеспечивающие основные характеристики защищенных телекоммуникационных систем; модели современных сигналов и алгоритмы их формирования.

– **уметь** составлять математические модели детерминированных и случайных сигналов во временной и частотной области; находить основные спектральные и энергетические характеристики сигналов; применять основные методы анализа сигналов при их преобразовании в радиоэлектронной аппаратуре; выделять информационную составляющую в спектральной области сигнала; пользоваться научно-технической информацией по радиотехническим сигналам в современных системах связи.

– **владеть** владеть навыками использования ЭВМ для машинного анализа параметров и характеристик сигналов; методиками подбора характеристик и параметров сигналов, их вида применительно к обеспечению улучшенных характеристик и свойств защищенных телекоммуникационных систем.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 56 | 56 |
| Лекции | 28 | 28 |

Согласована на портале № 50078

| | | |
|---|---|---|
| Практические занятия | 28 | 28 |
| Самостоятельная работа (всего) | 52 | 52 |
| Выполнение индивидуальных заданий | 15 | 15 |
| Проработка лекционного материала | 9 | 9 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 28 | 28 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость, ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | | |
| 1 Общие сведения о радиосигналах | 2 | 2 | 5 | 9 | ОПК-3 |
| 2 Линейные устройства преобразования сигналов | 4 | 4 | 7 | 15 | ОПК-3 |
| 3 Нелинейные устройства преобразования сигналов | 4 | 4 | 7 | 15 | ОПК-3 |
| 4 Радиосигналы непрерывной амплитудной модуляции | 4 | 4 | 7 | 15 | ОПК-3 |
| 5 Радиосигналы непрерывной угловой модуляции | 4 | 4 | 7 | 15 | ОПК-3 |
| 6 Радиосигналы с дискретной модуляцией | 4 | 4 | 7 | 15 | ОПК-3 |
| 7 Импульсные и цифровые сигналы | 2 | 2 | 5 | 9 | ОПК-3 |
| 8 Структура и виды широкополосных сигналов | 2 | 2 | 4 | 8 | ОПК-3 |
| 9 Шумоподобные фазоманипулированные сигналы | 2 | 2 | 3 | 7 | ОПК-3 |
| Итого за семестр | 28 | 28 | 52 | 108 | |
| Итого | 28 | 28 | 52 | 108 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Общие сведения о радиосигналах | Радиосигналы, параметры, диапазоны, радиокомплексы. | 2 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 50078

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 2 | |
| 2 Линейные устройства преобразования сигналов | Линейные устройства радиосредств. Функциональные модули. Параметры и характеристики линейных модулей. Импульсные, частотные, переходные, амплитудные характеристики. Линейное масштабирование, суммирование, дифференцирование, интегрирование, задержка. Переключение линейных устройств. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Нелинейные устройства преобразования сигналов | Нелинейные операции. Формы нелинейных характеристик и их аппроксимации. Режимы работы нелинейных приборов. Формирование гармонических составляющих. Умножители частоты. Нелинейные преобразователи сигналов. Умножение, логарифмирование, вычисление экспонент, Нелинейное усиление. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Радиосигналы непрерывной амплитудной модуляции | Амплитудная аналоговая модуляция. Форма, спектр, мощность, энергия. Корреляция. Разновидности модуляций, средства модуляции и демодуляции. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Радиосигналы непрерывной угловой модуляции | Частотная, фазовая аналоговая модуляция. Модели формы, спектры сигналов. Средства непрерывной модуляции и демодуляции сигналов. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Радиосигналы с дискретной модуляцией | Амплитудная, частотная, фазовая дискретная модуляция. Относительная фазовая манипуляция. Средства, временные формы, спектры вариантов фазоманипулированных сигналов. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Импульсные и цифровые сигналы | Методы импульсной модуляции (АИМ, ШИМ, ФИМ, ЧИМ). Спектры сигналов импульсной модуляции. Цифровая передача непрерывных сообщений. Квантование сигналов. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Структура и виды широкополосных сигналов | Шумоподобные сигналы: частотно-временное представление, спектры, корреляционные функции, основные типы, свойства и области применения. Понятие сверхширокополосных сигналов. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Шумоподобные | Шумоподобные двоичные ФМн-сигналы. | 2 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 50078

| | | | |
|---|---|---|---|
| фазоманипулированные сигналы | Критерии оптимизации и кодовые последовательности Баркера, М-последовательности, последовательности Лежандра и Якоби, последовательности минимаксные, нелинейные, дополнительные, максимальной вероятности. Спектры, корреляционные свойства. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

### 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 | 9 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 Дискретная математика | | | | | | + | + | | |
| 2 Математические методы теории сигналов и систем | | + | + | + | | | | | |
| 3 Математический анализ | | + | + | + | + | + | + | | |
| 4 Численные методы | | | | | | + | + | | |
| 5 Электроника и схемотехника | | + | + | | | | + | | |

### 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ОПК-3 | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Зачёт, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |

Согласована на портале № 50078

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Общие сведения о радиосигналах | Сведения о радиосигналах. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Линейные устройства преобразования сигналов | Линейные функциональные операции и модули их исполнения. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Нелинейные устройства преобразования сигналов | Нелинейные цепи, характеристики, описание. Операции и модули нелинейных преобразований сигналов. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Радиосигналы непрерывной амплитудной модуляции | Анализ формы, спектр, параметры непрерывных сигналов вариантов амплитудной модуляции. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Радиосигналы непрерывной угловой модуляции | Модель, форма, спектр, параметры непрерывных сигналов с угловой модуляцией. Варианты, средства модуляции и демодуляции сигналов. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Радиосигналы с дискретной модуляцией | Дискретные сигналы. Форма, спектры, средства амплитудной, частотной, фазовой дискретной модуляции, квадратурная модуляция. | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Импульсные и цифровые сигналы | Импульсная и цифровая модуляция непрерывных сигналов. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Структура и виды широкополосных сигналов | Структура, база, форма, спектры, свойства широкополосных сигналов. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Шумоподобные фазоманипулированные сигналы | Шумоподобные фазоманипулированные сигналы кодовые сигнальные последовательности. | 2 | ОПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| 1 Общие сведения о радиосигналах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |

Согласована на портале № 50078

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Линейные устройства преобразования сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 3 Нелинейные устройства преобразования сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 4 Радиосигналы непрерывной амплитудной модуляции | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 5 Радиосигналы непрерывной угловой модуляции | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 6 Радиосигналы с дискретной модуляцией | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |

Согласована на портале № 50078

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Импульсные и цифровые сигналы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 8 Структура и виды широкополосных сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 9 Шумоподобные фазоманипулированные сигналы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 52 | | |
| Итого | | 52 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 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 | | | | |
| Зачёт | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Контрольная работа | 8 | 10 | 10 | 28 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 8 | 9 | 10 | 27 |
| Тест | 4 | 8 | 8 | 20 |
| Итого максимум за период | 25 | 37 | 38 | 100 |
| Нарастающим итогом | 25 | 62 | 100 | 100 |

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

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

Согласована на портале № 50078

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) |
| 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. Биккенин, Рафаэль Рифгатович. Теория электрической связи : учебное пособие для вузов. - М. : Академия , 2010. - 336 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Каратаева, Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. А. Каратаева. — Томск: ТУСУР, 2012. — 261 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798 — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798 (дата обращения: 12.02.2021).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа , 2005. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 301 экз.)

2. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : Учебное пособие для вузов. - М. : ФОРУМ . - М. : Инфра-М , 2005. - 431 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

3. Каратаева, Нина Александровна. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация : Учебное пособие. - Томск : ТУСУР , 2007. - 262 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 189 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Каратаева, Нина Александровна. Радиотехнические цепи и сигналы [] [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие. Ч. 1 : Теория сигналов и линейные цепи. - Томск , 2012 on-line ; 34 с. — Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2790 (дата обращения: 12.02.2021).

2. Богомолов, Сергей Ильич. Математические методы описания сигналов [Электр.ресурс] [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы. - Томск , 2012 on-line ; 22 с. — Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1636 (дата обращения:

Согласована на портале № 50078

12.02.2021).

3. Демидов, Анатолий Яковлевич. Системы и сети связи [Электр.ресурс] [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск , 2012 on-line ; 61 с. — Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1611 (дата обращения: 12.02.2021).

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.lib.tusur.ru - сайт библиотеки университета;
2. http://www.elibrary.ru - научная электронная библиотека;
3. http://www.edu.ru - веб-сайт системы федеральных образовательных порталов;
4. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh - информационные, справочные и нормативные базы данных.

# 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

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

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Лаборатория электротехники, электроники и схемотехники / Лаборатория измерений в телекоммуникационных системах

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 404 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска TraceBoard TS-408L;
- Мультимедийный проектор ViewSonic PJD5154 DLP;
- Компьютеры: GigaByte GA-F2A68HM-DS2 rev1.0 (RTL) / AMD A4-6300 / DDR-III 8Gb/ HDD 1Tb / мышь/ клавиатура/ монитор (10шт.);
- Компьютер: Intel Core i3/ DDR3 4G/ Жесткий диск 500G/ мышь/ клавиатура/ монитор;

Стенды для исследования параметров сетевого трафика, включающие:

- структурированную кабельную систему, объединяющую компьютеры аудитории в локальную вычислительную сеть;

Согласована на портале № 50078

- средства анализа сетевого трафика и углубленной проверки сетевых пакетов: анализатор трафика Wireshark, дистрибутив Kali Linux;

Комплексы для создания элементов телекоммуникационных систем на базе:

- одноплатных компьютеров Milestone M-100
- отладочных плат K1986BE92QI;
- отладочных плат Genuino 101$
- платы расширения для организации линий связи посредством: Ethernet, Wi-Fi, GSM, bluetooth, и т.д;

Комплект измерительного оборудования в составе:

- Анализатор кабельных сетей MI 2016 Multi LAN 350;
- Анализатор Wi-Fi сетей NETSCOUT AirCheck G2.

Учебно-лабораторные стенды для измерения частотных свойств, форм и временных характеристик сигнала включающие:

- "Исследование законов Ома и Кирхгофа при гармоническом воздействии";
- "Исследование разветвленных цепей переменного тока";
- "Исследование разветвленных цепей постоянного тока";
- "Исследование цепи постоянного тока с одним источником";
- "Резонанс в последовательном колебательном контуре";
- "Резонанс в параллельном колебательном контуре";
- "Исследование разветвленных цепей и магнитосвязанных индуктивностей";
- "Исследование RC-фильтров";
- “Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядков";
- "Исследование длинной линии в стационарном и переходном режимах";

Контрольно-измерительная аппаратура для измерения параметров электрических цепей, частотных свойств, форм и временных характеристик сигналов, исследования параметров телекоммуникационных систем:

- осциллограф универсальный С1-120;
- осциллограф С1-68;
- измерительный блок с мультиметрами UT50C, UT50D и фазометром;
- милливольтметр В3-38;
- вольтметр универсальный В7-26;
- анализатор спектра GW Instek GSP-7730;

DS1052E Цифровой осциллограф, MSO2072A-S Цифровой осциллограф MSO2072A с опцией встроенного генератора.

генератор импульсов ГП-15; генератор UNI-T UTG9002C;

Учебно-лабораторные стенды для изучения работы компонентов узлов и блоков вычислительных устройств на базе отладочных комплектов для микроконтроллеров фирмы Миландр:

- 1886ВЕ5БУ;
- MDR32 F2QI;
- 1901BYIT;
- 1986VE91;
- 1967BYIT;

Отладчики стандарта IEEE 1149. (JTAG) типа J-Link (8 шт.);

Рабочие места разработчиков систем и устройств в системах автоматизированного проектирования:

- NetBeans IDE;
- Arduino IDE;
- LTspice.

3D принтер Felix 3.0 (1 шт.);

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 10
– PTC Mathcad 13, 14

Согласована на портале № 50078

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

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Тест 1. Что происходит при синхронном детектировании амплитудно-модулированного сигнала, если фаза опорной частоты не совпадает с фазой несущей частоты?

1) Занижается амплитуда информационного сигнала.
2) Завышается амплитуда информационного сигнала.
3) Появляются биения амплитуды выходного сигнала.
4) В спектре сигнала появляются дополнительные гармоники.

Ответ _____

Согласована на портале № 50078

Тест 2. Укажите формулу записи фазо-модулирования сигнала.
1) Um[1+M·s(t)] cos(ωot+ϕo).
2) Um M·s(t) cos(ωot+ϕo).
3) Um cos[ωot + k·s(t)].
4) Um cos(ωot+k ∫0...t s(t) dt+ϕo).
Ответ _____

Тест 3. Какой формулой определяется огибающая произвольного радиоимпульса x(t)? (Примеч. x2*(t) - комплексно-сопряжѐнная функция x2(t))
1) u(t) = |x(t)|.
2) u(t) = x2(t).
3) u(t) = x2*(t).
4) u(t) = x2(t) + x2*(t).
Ответ _____

Тест 4. В каком виде передачи данных каждая передаваемая последовательность символов начинается со стартового и завершается стоповым битом?
1) Асинхронной.
2) Синхронной.
3) Изохронная.
4) Асинхронной и синхронной.
Ответ _____

Тест 5. Укажите формулу записи частотного модулирования сигнала.
1) Um[1+M·s(t)] cos(ωot+ϕo).
2) Um M·s(t) cos(ωot+ϕo).
3) Um cos[ωot + k·s(t)].
4) Um cos(ωot+k ∫0...t s(t) dt+ϕo).
Ответ _____

Тест 6. Чем отличаются аналитически сопряженный сигнал и исходный сигналы?
1) Это однофазные сигналы.
2) Это противофазные сигналы
3) Это: ортогональные сигналы.
4) Это периодические сигналы с произвольными фазами.
Ответ _____

Тест 7. Какой из перечисленных операций соответствует прямое преобразование Гильберта?
1) Вычислению мнимой части комплексного выражения по вещественной?
2) Вычислению вещественной части комплексного выражения по его мнимой части.
3) Вычислению спектральных составляющих сигнала по его временной функции.
4) Вычислению функции автокорреляции сигнала.
Ответ _____

Тест 8. Чему соответствует значение M в записи Um[1+M·s(t)] cos(ωot+ϕo)?
1) Амплитуде модулирующего сигнала s(t).
2) Амплитуде “несущего” колебания.
3) Максимальной амплитуде полного модулированного колебания.
4) Среднему значению амплитуды модулированного колебания.
Ответ _____

Тест 9. Чем отличается ширина полосы сигналов с угловой модуляцией (УМ) при малых значениях индекса угловой модуляции от ширины полосы амплитудной модуляции (АМ) для оди-

Согласована на портале № 50078

наковых модулирующих сигналов?

1) Ширина полосы УМ меньше АМ.
2) Ширина полосы УМ практически аналогична АМ.
3) Ширина полосы УМ больше АМ.
4) Ширина полосы УМ много больше АМ.

Ответ _____

Тест 10. Каким преобразованием связаны между собой действительная и мнимая части спектров произвольных каузальных функций?

1) Преобразованием Фурье.
2) Преобразованием Лапласа.
3) Преобразованием Гильберта.
4) z – преобразованием.

Ответ _____

Тест 11. Допустимый диапазон значений глубины амплитудной модуляции для однотональных амплитудно-модулированных сигналов?

1) [-1, 1].
2) [0, 1].
3) [0, 2].
4) Не ограничивается.

Ответ _____

Тест 12. Чему соответствует преобразование Гильберта произвольного сигнала x(t)?

Сдвигу всех гармоник сигнала на угол:

1) 90 градусов.
2) 180 градусов.
3) 45г градусов.
4) 60 градусов.

Ответ _____

Тест 13. Каким частотам соответствует основная мощность сигналов с аналоговой угловой модуляцией при малых значениях индекса модуляции?

1) Боковым частотам.
2) Несущей частоте.
3) Равномерно распределяется по спектру модулированного колебания.
4) Мощность делится поровну между боковыми частотами и несущей.

Ответ _____

Тест 14. Как соотносятся полосы частот сигналов с аналоговой угловой и амплитудной модуляцией при индексе угловой модуляции $\beta >> 1$?

1) Отношение не зависит от $\beta$.
2) В $\beta$ раз полоса при угловой модуляции больше.
3) Отношение зависит от индекса амплитудной модуляции.
4) Полоса при угловой модуляции в 2 раза больше, чем при амплитудной.

Ответ _____

Тест 15. Какие из названных параметров модулирующих сигналов являются информационными для методов дискретной модуляции?

1) Длительность импульсов.
2) Задержка импульсов.
3) Амплитуда импульсов.
4) Частота импульсов модуляции.

Ответ _____

Согласована на портале № 50078

Тест 16. Какие функциональные модули следует применить для демодуляции сигналов с частотной модуляцией средствами преобразования в амплитудно-модулированный сигнал?

1) Полосовой фильтр частоты несущего колебания, нелинейный амплитудный детектор и фильтр низких частот.

2) Полосовой фильтр частоты несущего колебания, нелинейный амплитудный детектор и фильтр верхних частот.

3) Генератор частоты несущего колебания, нелинейный амплитудный детектор, фильтр нижних частот.

4) Полосовой фильтр частоты несущего колебания, нелинейный амплитудный детектор, интегратор.

Ответ _____

Тест 17. В чем состоит сущность квадратурной модуляции сигналов?

1) В применении несущей частоты с фазовым сдвигом 90о относительно модулирующих информационных сигналов.

2) В применении двух ортогональных гармонических колебаний одной частоты радиодиапазона в качестве несущих для двух одновременных модулирующих информационных сигналов.

3) В применении двух ортогональных информационных сигналов в качестве модулирующих одного несущего колебания радиодиапазона.

4) В одновременном модулировании амплитуды и фазы несущей частоты двумя сигналами.

Ответ _____

Тест 18. Какие последствия сопутствуют применению для связи балансной амплитудной модуляции сигналов?

1) Повышается эффективность технические средства демодуляции сигнала.

2) Снижается мощность передатчика исключением из сигнала несущей.

3) Уменьшается ширина спектра сигнала.

4) Снизить искажения сигнала.

Ответ _____

Тест 19. Чему соответствует модуль аналитического сигнала радиоимпульса?

1) Огибающей радиоимпульса.

2) Композиции компонент состава радиоимпульса.

3) Амплитуде несущей частоты радиоимпульса.

4) Мощности радиоимпульса

Ответ _____

Тест 20. Какое из свойств является определяющим для радиотехнических средств электрической связи?

1) Средства и сигналы должны соответствовать возможности эффективного возбуждения, передачи и приѐма сигналов в эфире.

2) Средства должны усиливать мощность сигналов.

3) Средства должны обеспечивать защиту от действия помех.

4) Средства должны обеспечивать кодирование информации.

Ответ _____

### 14.1.2. Темы индивидуальных заданий

Прохождение сигналов через линейные устройства.

Прохождение сигналов через нелинейные устройства.

Модуляция сигналов.

Спектр, мощность, энергия. Корреляция.

### 14.1.3. Зачёт

1) По какой определяющему признаку технические средства относятся к радиотехническим?

Согласована на портале № 50078

2) Назовите определяющие факторы повышения частоты радиосвязи.

3) Какие функции отводятся нелинейным техническим средствам в составе радиотехнических комплексов?

4) Чем отличаются линейные техническим средствам в составе радиотехнических комплексов от параметрических?

5) Какой параметр называется базой сигнала?

6) В терминах какого радиопараметра измеряются линейные размеры излучателей радиосигналов? Приведите базисные соотношения выбора размеров излучателей.

7) Приведите схему радиокомплекса.

8) Сравните полосы занятых частот радио импульса прямоугольного по первому лепестку и импульса эквивалентной длительности по форме гауссиана.

9) Какие операции относятся к линейным?

10) Какую функцию выполняет масштабирующий усилитель?

11) Какими характеристиками представляются свойства линейных цепей?

12) Что есть операционный усилитель (ОУ)?

13) Какая схема замещения соответствует входной цепи ОУ?.

14) Какая схема замещения соответствует выходной цепи ОУ?

15) Какая модель соответствует АЧХ коэффициента передачи ОУ?

16) Откликом на какой сигнал является переходная характеристика ОУ?

17) Что есть амплитудная характеристика ОУ?

18) Какой показатель характеризует нелинейность ОУ?

19) Какую функцию выполняет в системах масштабирующий усилитель?

20) Как выбрать элементы по заданному усилению?

21) Как определить полосу пропускания усилителя?

22) Какую функцию выполняет в линейных системах сумматор?

23) Как выбрать элементы сумматора на три входа при суммировании с коэффициентами 1, 1/2, 1/4 на ОУ?

24) Как определить полосу пропускания сумматора?

25) Как найти входное сопротивление коммутатора при заданных сопротивлениях нагрузки и сопротивления замкнутого ключа?

26) Как определить допустимое время дифференцирования модуля дифференцирования при заданных элементах схемы при ошибке 1%?

27) Как определить допустимое время интегрирования сигнала при заданных элементах схемы модуля интегратора при ошибке 1%?

28) Как задержать непрерывный входной сигнал не искажая по возможности его форму?

29) С какой целью применяется аппроксимация вольтамперных характеристик?

30) Какими степенями ограничивается полиномиальная аппроксимация и почему?

31) Сколько экспериментальных точек требуется для аппроксимации зависимости полиномом четвѐртой степени?

32) Чем определяются максимально допустимые значения сигнала на нелинейном элементе?

33) Какие особенности аппроксимации монотонной зависимости полиномами выше второй степени могут проявляться на участке аппроксимации вследствие измерительного разброса значений отсчѐтов?

34) Как в методе трѐх и пяти точек должен быть расположен преобразуемый сигнал относительно ВАХ?

35) Чем отличаются результаты преобразования при нелинейной характеристике метода трѐх и пяти точек?

36) Чем радикально отличаются методы преобразования с углом отсечки и методами 3-5 точек?

37) В чѐм заключается позитивный результат расчѐта амплитудных спектров методами, рассмотренными в материале?

38) Для каких целей могут быть применены результаты расчѐта?

39) Что есть, для чего применяется и в каких режимах реализуется нелинейное усиление?

Согласована на портале № 50078

40) Как коэффициент амплитудной модуляции зависит от амплитуд модулирующего и модулируемого колебания?

41) Как и почему соотносятся частоты модулирующего и модулируемого колебания?

42) Как соотносятся максимальные амплитуды спектральных составляющих несущей и модулирующих колебаний?

43) Какое максимальное значение КПД может быть достигнуто для классической амплитудной модуляции?

44) Чем примечательна балансная модуляция по КПД?

45) Как связаны полосы частот передачи при АМ и балансной модуляции?

46) Какой КПД соответствует АМ с одной боковой полосой?

47) Как связаны полосы частот передачи балансной АМ и АМ с одной боковой?

48) Для чего применяется и как реализуется полярная модуляция?

49) Математическая модель и диодная схема исполнения перемножителя сигналов.

50) Какие способы и как применяются для демодуляции сигналов амплитудной? Какие требования должны учитываться при двухполупериодной демодуляции?

51) Синхронная амплитудная непрерывная демодуляция.

52) Позитивные и негативные явления в исполнениях синхронных АМ демодуляторов.

53) Модель реализации и форма сигнала частотной непрерывной модуляции

54) Техническая реализация сигнала частотной непрерывной модуляции.

55) Модель реализации и форма сигнала фазовой непрерывной модуляции.

56) Техническая реализация сигнала фазовой непрерывной модуляции.

57) Техническая реализация детектирования сигнала фазовой непрерывной модуляции.

58) Техническая реализация детектирования сигнала частотной непрерывной модуляции.

59) Спектр сигнала фазовой непрерывной модуляции.

60) Спектр сигнала фазовой непрерывной модуляции.

61) Мощность сигнала непрерывной АМ.

62) Мощность сигнала непрерывной ЧМ.

63) Мощность сигнала непрерывной ФМ.

64) Индекс и девиация ЧМ и ФМ.

65) При каких условиях спектры непрерывных АМ и ЧМ совпадают?

66) Модель реализации и форма сигнала фазовой дискретной модуляции.

67) Модель реализации и форма сигнала частотной дискретной модуляции.

68) Модель реализации и форма сигнала фазовой дискретной модуляции.

69) Модель реализации и форма сигнала с квадратурной непрерывной амплитудной модуляцией.

70) Техническая реализация квадратурной непрерывной амплитудной и модуляцией и демодуляции.

71) Спектр сигнала с квадратурной непрерывной амплитудной непрерывной модуляцией.

72) Модель и форма сигнала квадратурной амплитудной дискретной модуляцией.

73) Спектр сигнала с квадратурной дискретной амплитудной частотной модуляцией.

74) Модель и форма сигнала квадратурной частотной дискретной модуляции с непрерывной.

75) Модель и форма сигнала частотной дискретной модуляции с минимальным сдвигом.

76) Техническая реализация сигнала частотной дискретной модуляции с минимальным сдвигом.

77) Модель и форма сигнала мплитудно-импульсной модуляция.

78) Модель и форма сигнала широтно-импульсной модуляции.

79) Модель и форма сигнала время-импульсной (фазовой) модуляции.

80) Модель и форма сигнала импульсно-кодовой модуляции.

81) Модель и форма сигнала дифференциальной импульсно-кодовой модуляции.

82) Модель и форма сигнала дельта-модуляции.

83) Техническая реализация сигнала амплитудно-импульсной модуляция.

84) Техническая реализация сигнала широтно-импульсной модуляция.

85) Техническая реализация сигнала время-импульсной модуляция.

Согласована на портале № 50078

86) Техническая реализация сигнала импульсно-кодовой модуляция.
87) Техническая реализация сигнала дифференциальной импульсно-кодовой модуляция.
88) Техническая реализация сигнала дельта-модуляция.
89) Модель, форма и спектр ШП частотно-модулированных (ЧМ) сигналов.
90) Модель, форма и спектр ШП многочастотных (МЧ) сигналов.
91) Модель, форма и спектр ШП фазоманипулированных (ФМ) сигналов.
92) Модель, форма и спектр ШП дискретных частотных (ДЧ) сигналов.
93) Модель, форма и спектр ШП дискретных составных частотных (ДСЧ) сигналов.
94) Последовательности Баркера. Формирование. Свойства.
95) Множественные сигнальные М-последовательности. Формирование.Свойства
96) Последовательности Лежандра и Якоби. Формирование. Свойства.
97) Нелинейные последовательности. Формирование. Свойства.
98) Дополнительные последовательности. Формирование. Свойства.
99) Последовательности максимальной вероятности. Формирование. Свойства.
100) Многофазные сигналы. Формирование. Свойства.
101) Амплитудно-фазоманипулированные сигналы Формирование. Свойства.
102) Минимаксные ФМ сигналы. Формирование. Свойства.

#### 14.1.4. Темы контрольных работ

Линейные устройства радиосредств.
Импульсные, частотные, переходные, амплитудные характеристики.
Формы нелинейных характеристик и их аппроксимации.
Формирование гармонических составляющих.
Форма, спектр, мощность, энергия. Корреляция.
Модуляция сигналов.
Шумоподобные сигналы.

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 50078

– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 50078