**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
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 1 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 60194

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Продолжение изучение схемотехники аналоговых устройств, рассметрение задач синтеза функциональных устройств: нахождения структуры, составления электрических схем и расчет элементов схем, обеспечивающих заданную форму амплитудно-частотной характеристики.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Основными задачами изучения дисциплины являются: • изучение типовых приемов по аппроксимации характеристик, • знакомство с типовыми элементами функциональных устройств (ФУ) • разработка моделей ФУ на основе анализа характеристик, • изучение структурных, функциональных и принципиальных схем ФУ, • оптимизации параметров, расчет значений элементов ФУ. • развитие навыков анализа и расчета аналоговых электронных устройств с использованием компьютерной техники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 60194

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | ПКР-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем. | ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ |
| | ПКР-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. | ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ |
| | ПКР-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники. | ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ |
| ПКР-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | ПКР-4.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований. | ПКР-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов |
| | ПКР-4.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования. | ПКР-4.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования. |
| | ПКР-4.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов. | ПКР-4.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |

Согласована на портале № 60194

| | | |
|---|---|---|
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 92 |
| Подготовка к тестированию | 42 | 42 |
| Подготовка к контрольной работе | 16 | 16 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 12 | 12 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 22 | 22 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | 4 | 6 | 4 | 28 | 42 | ПКР-2, ПКР-4 |
| 2 Биполярные транзисторы и функциональные устройства на их основе. | 4 | - | - | 10 | 14 | ПКР-2 |
| 3 Полевые транзисторы и их использование в функциональных устройствах. | 4 | - | - | 10 | 14 | ПКР-2 |
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | 6 | 12 | 12 | 44 | 74 | ПКР-2, ПКР-4 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |

Согласована на портале № 60194

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | 1.1. Общие определения<br>1.2. Краткие сведения из математики<br>1.3. Произвольное входное воздействие.<br>1.4. Обратные связи в ФУ<br>1.5. Проектирование функциональных устройств с заданными частотными характеристиками<br>1.5.1 Комплексный коэффициент передачи<br>1.5.2 Элементарные функциональные устройства<br>1.5.3. Этапы синтеза ФУ<br>1.5.4 Аппроксимация частотной характеристики функционального устройства<br>1.5.5 Управление фазовыми характеристиками<br>1.5.6 Амплитудные характеристики<br>1.6 Получение переходной характеристики заданной формы | 4 | ПКР-2 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Биполярные транзисторы и функциональные устройства на их основе. | 2.1. Краткие сведения из теории полупроводниковых переходов<br>2.2 Биполярные транзисторы и их свойства<br>2.3. Функциональные устройства, использующие входное сопротивление каскада<br>2.4 Функциональные устройства, использующие нелинейные свойства транзистора<br>2.5 Функциональные устройства, использующие высокое выходное сопротивление каскада<br>2.6 Функциональные устройства, использующие линейные искажения сигналов<br>2.7 Безинерционные функциональные устройства, использующие усилительные свойства транзистора<br>2.7.1 Малосигнальный режим работы транзистора<br>2.7.2 Работа транзистора в режиме большого сигнала<br>2.7.3. Дифференциальный каскад<br>2.8. Перемножители входных сигналов на основе дифференциального каскада | 4 | ПКР-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 60194

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Полевые транзисторы и их использование в функциональных устройствах. | 3.1 Полевые транзисторы и их свойства<br>3.2 ВАХ и области применения ПТ<br>3.3 Применение ПТ в усилителях.<br>3.3 Применение ПТ, связанное с высоким входным сопротивлением<br>3.4. Применение ПТ, связанное с зависимостью сопротивления канала от смещения<br>3.4.1 Полевой транзистор в качестве управляемого резистора<br>3.4.2 Полевой транзистор в качестве коммутатора<br>3.4.3 Аналоговые мультиплексоры и демультиплексоры<br>3.5 Биполярные транзисторы с изолированным затвором<br>3.6 Управление мощными транзисторами. Драйверы транзисторов | 4 | ПКР-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 60194

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | 4.1 Общие сведения<br>4.2. Основные параметры ОУ<br>4.2.1. Температурная нестабильность параметров ОУ<br>4.2.2. Схемы компенсации входного тока и напряжения смещения<br>4.3. Обратные связи в ОУ<br>4.4. Безинерционные функциональные устройства<br>4.5. Активные фильтры.<br>4.5.1 Активные фильтры нижних частот<br>4.5.2 Активные фильтры верхних частот<br>4.5.3 Активные полосовые и режекторные фильтры<br>4.5.4 Активные фильтры второго порядка<br>4.5.5 Селективные фильтры<br>4.5.6 Фазовые фильтры.<br>4.6. Устройства на основе частотно-зависимых ОС.<br>4.6.1. Устройства интегрирования<br>4.6.2. Дифференцирующее устройство<br>4.6.3. Электронные эквиваленты индуктивности и емкости<br>4.7. Пропорциональное интегрально-дифференцирующее устройство<br>4.8. Устройства сравнения уровней сигналов<br>4.8.1. Компараторы<br>4.8.2. Триггер Шмидта<br>4.9. Нелинейные ФУ на ОУ<br>4.9.1. Устройства логарифмирования входного сигнала<br>4.9.2 Устройства экспонирования входного сигнала<br>4.9.3.Аналоговые перемножители<br>4.9.4. Устройства с управляемой формой амплитудной характеристики.<br>4.10. Схемотехника типовых устройств на ОУ<br>4.10.1 Преобразователь тока в напряжение<br>4.10.2. Преобразователь напряжения в ток<br>4.10.3. Источники опорного напряжения на ОУ<br>4.10.6. Пиковые детекторы на ОУ | 6 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

**5.3. Практические занятия (семинары)**

Согласована на портале № 60194

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | Правила построения ЛАЧХ элементарных ФУ | 4 | ПКР-2 |
| | Контрольная работа по моделированию характеристик | 2 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | Синтез функциональных устройств с заданными характеристиками | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Активные фильтры и расчет их характеристик | 4 | ПКР-2 |
| | Контрольная работа 2. Расчет активного фильтра на ОУ. | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | Составление математической модели функционального устройства и построение его логарифмической амплитудно-частотной характеристики | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | Лабораторной работе № 2. Активные фильтры на операционных усилителях | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | лабораторная работа №3. Исследование функциональных устройств на операционных усилителях | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Лабораторная работа №4. Исследование резонансного усилителя на мосте Вина. | 4 | ПКР-2, ПКР-4 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 60194

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-2, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 6 | ПКР-2, ПКР-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | ПКР-2, ПКР-4 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | ПКР-2, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 28 | | |
| 2 Биполярные транзисторы и функциональные устройства на их основе. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-2 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Полевые транзисторы и их использование в функциональных устройствах. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-2 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 8 | ПКР-2, ПКР-4 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к контрольной работе | 10 | ПКР-2, ПКР-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 14 | ПКР-2, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПКР-2, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 44 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 128 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 60194

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-2 | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-4 | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 4 | 4 | 2 | 10 |
| Контрольная работа | 10 | 8 | 2 | 20 |
| Лабораторная работа | 6 | 12 | 2 | 20 |
| Тестирование | 10 | 6 | 4 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 10 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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 № 60194

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Схемотехника. Часть 3: Учебное пособие / Д. В. Озеркин - 2012. 154 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1205.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие / А. А. Титов - 2007. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/743.
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / А. С. Красько - 2006. 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938.
3. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) - Библиогр: - ISBN 978-5-7695-2702-9 : .: Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Б. И. Авдоченко - 2016. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393.
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Л. И. Шарыгина - 2012. 63 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/754.
3. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие / А. А. Титов - 2007. 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/948.

#### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Согласована на портале № 60194

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

**8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

**8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

**8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 60194

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. 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 зрения** 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.

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

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Функциональные устройства и их характеристики. | ПКР-2, ПКР-4 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 60194

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Биполярные транзисторы и функциональные устройства на их основе. | ПКР-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Полевые транзисторы и их использование в функциональных устройствах. | ПКР-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Операционные усилители и функциональные устройств на их основе. | ПКР-2, ПКР-4 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 60194

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какие преимущества имеют аналоговые функциональные устройства по сравнению с цифровыми функциональными устройствами?
   1. Более простые 2.Работают в реальном масштабе времени 3.Более дешевые 4.Дают меньше ошибок
2. Что описывает ряд Тейлора?
   1. Значение функции в произвольной точке графика 2.Описывает поведения функции при малых отклонениях 3.Значение производных в определенной точке графика 4.Разложение функции на экспоненциальные составляющие
3. Для чего используется аппроксимация характеристик функционального устройства?
   1. Для приближенного описания характеристик 2. Для повышения точности модели функционального устройства 3. Для замены характеристик функционального устройства при анализе 4.Для исследования состава функционального устройства
4. Какое ФУ имеет данный вид частотной характеристики?

$$\left|W(j\omega)\right|=\frac{k}{\sqrt{1+\omega^2T^2}}$$

   1. Интегрирующее 2. Форсирующее 3.Апериодическое 4.Дифференцирующее
5. Какое ФУ имеет данный вид частотной характеристики?

$$\left|W(j\omega)\right|=k\sqrt{1+\omega^2T^2}$$

   1. Интегрирующее 2. Форсирующее 3. Апериодическое 4. Дифференцирующее
6. Что дает логарифмирование частотных характеристик?
   1. Возможность создания модели 2.Возможность определения характеристик элементарных звеньев 3.Заменяет операцию перемножения сложением 4.Расширяет динамический диапазон входных сигналов
7. В каких ФУ используется различие в статическом и динамическом сопротивлениях p-n перехода?

Согласована на портале № 60194

1. В выпрямителях 2. В логарифмических ФУ 3.В схемах снижения потенциалов 4. В преобразователях частоты

8. Что описывают коэффициенты Берга?
   1. Зависимость амплитуды гармоник от амплитуды входного сигнала 2. Зависимость амплитуды гармоник от угла отсечки 3. Зависимость коэффициента гармоник от амплитуды входного сигнала 4. Зависимость коэффициента гармоник от амплитуды выходного сигнала
9. В каком режиме работают устройства коммутации?
   1. A 2. B 3. C 4. D
10. Чему равен коэффициент усиления токового зеркала?
    1. Коэффициент передачи входного тока равен минус 1 2.Коэффициент передачи входного тока равен 1. 3.Коэффициент передачи входного тока равен бесконечности. 4. Коэффициент передачи входного тока равен нулю.

.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Характеристики идеального буферного каскада
2. До какой частоты буферный каскад сохраняет свойства
3. Как исключить взаимное влияние параллельной и последовательной цепей ОС в полосовом фильтре?
4. Особенность селективного фильтра на мосте Вина
5. В чем разница между асимптотической ЛАЧХ активного ФВЧ и ЛАЧХ форсирующего звена?

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Как коэффициенты ряда Тейлора зависят от номера производной?
2. Что означают нулевые начальные условия?
3. Для чего нужна аппроксимация характеристик?
4. Что описывает числитель и что – знаменатель дробно-рациональной передаточной функции?
5. Как изменится передаточная функция устройства при единичном коэффициенте передачи цепи ОС?
6. Зачем применяется логарифмирование характеристик?

### 9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Моделирование частотных характеристик
2. Элементы функциональных устройств и их ЛАЧХ
3. Схемы, передаточные функции и частотные характеристики элементарных ФУ на операционных усилителях (ОУ).
4. Связь частотных характеристик ФУ с значениями элементов электрических схем.
5. Актифные фильтры на ОУ

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Составление математической модели функционального устройства и построение его логарифмической амплитудно-частотной характеристики
2. Лабораторной работе № 2. Активные фильтры на операционных усилителях
3. лабораторная работа №3. Исследование функциональных устройств на операционных усилителях
4. Лабораторная работа №4. Исследование резонансного усилителя на мосте Вина.

### 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 60194

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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:

Согласована на портале № 60194

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– 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 № 60194

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «18» 12 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ТОР | Д.Ю. Пелявин | Согласовано, 7cc8b64f-c195-4b19-9449-1e0dda376c70 |
| Старший преподаватель, каф. РСС | Ю.В. Зеленецкая | Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РСС | Б.И. Авдоченко | Разработано, 08e38609-63cf-44c1-9e3d-162842a3dd3e |

Согласована на портале № 60194