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

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Защищенные системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	36	36	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	66	66	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	5

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 № 60724

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами схемотехники аналоговых электронных устройств и методами их анализа, достаточными для схемотехнического проектирования усилителей и других радиоэлектронных устройств аналоговой обработки сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов анализа аналоговых устройств, основанных на использовании эквивалентных схем.
2. Изучение способов построения аналоговых устройств с обратными связями и влияния цепей обратной связи на характеристики этих устройств.
3. Изучение принципов построения операционных усилителей и других устройств на их основе.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.О.05.05.
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		
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знать принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Уметь выбирать эффективную методику экспериментальных исследований
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеть навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных

Согласована на портале № 60724

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных	Знать приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных
	ОПК-4.2. Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	Уметь работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
	ОПК-4.3. Владеет практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий	Владеть практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	78	78
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	66	66
Подготовка к тестированию	20	20
Выполнение практического задания	20	20
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Выполнение индивидуального задания	10	10
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

Согласована на портале № 60724

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	6	20	4	17	47	ОПК-4, ОПК-2
2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	6	2	6	12	26	ОПК-4, ОПК-2
3 Обратные связи	4	4	-	13	21	ОПК-4, ОПК-2
4 Операционные усилители и их применение	6	4	4	12	26	ОПК-4, ОПК-2
5 Фильтры	4	6	2	12	24	ОПК-4, ОПК-2
Итого за семестр	26	36	16	66	144	
Итого	26	36	16	66	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
5 семестр			
1 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	Коэффициент усиления, коэффициент полезного действия. Амплитудно-частотная, фазочастотная и переходная характеристики. Линейные искажения. Время установления и спад плоской вершины импульса. Нелинейные искажения, амплитудная характеристика, динамический диапазон. Выходные характеристики транзистора, рабочая точка, область безопасной работы, нагрузочные характеристики. Три способа включения усилительного элемента. Схемы термостабилизации рабочей точки транзистора	6	ОПК-4
	Итого	6	
2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	Схемы резисторных каскадов на биполярных и полевых транзисторах. Эквивалентные схемы замещения биполярного и полевого транзисторов. Расчет амплитудно-частотных, фазочастотных и переходных характеристик каскадов на биполярных и полевых транзисторах	6	ОПК-4
	Итого	6	

Согласована на портале № 60724

3 Обратные связи	Основные определения и виды обратных связей. Влияние обратной связи на параметры и характеристики усилительного тракта. Стабилизирующее влияние отрицательной обратной связи накоэффициент усиления, режим работы на постоянном токе. Каскады с последовательной ООС по току, параллельной ООС по напряжению, эмиттерный повторитель. Причины самовозбуждения усилителей с обратной связью	4	ОПК-4
	Итого	4	
4 Операционные усилители и их применение	Операционные усилители и их свойства, параметры и типы операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель, повторитель напряжения, дифференциальный усилитель на операционном усилителе. Особенности схемотехники компараторов, устройств суммирования и вычитания. Интегрирующий и дифференцирующий усилители, логарифмический усилитель	6	ОПК-4
	Итого	6	
5 Фильтры	Основные схемы построения пассивных и активных фильтров. Характеристики.	4	ОПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

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
5 семестр			

Согласована на портале № 60724

1 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	Электрические цепи постоянного тока. Основные формулы и уравнения	2	ОПК-4
	Цепи переменного тока	2	ОПК-4
	Трехфазные цепи	2	ОПК-4
	Полупроводниковые приборы. Основные формулы и уравнения	2	ОПК-4
	Графоаналитический расчет характеристик	4	ОПК-2, ОПК-4
	Эквивалентная схема транзистора	2	ОПК-2, ОПК-4
	Расчет схемы термостабилизации.	2	ОПК-2, ОПК-4
	Расчет каскада с ОЭ по эквивалентной схеме	4	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	20	
2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	Усилительные устройства	2	ОПК-4
	Итого	2	
3 Обратные связи	Обратные связи	2	ОПК-4
	Расчет ВЧ коррекции.	2	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	4	
4 Операционные усилители и их применение	Операционные усилители. Основные схемы включения	4	ОПК-4
	Итого	4	
5 Фильтры	Фильтры. Основные формулы и расчет	2	ОПК-4
	Расчет полосового фильтра	4	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
5 семестр			
1 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	Исследование резистивного каскада, RCL-цепи. Закон Ома	4	ОПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 60724

2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером	4	ОПК-2
	Исследование характеристик полевого транзистора с общим истоком	2	ОПК-2
	Итого	6	
4 Операционные усилители и их применение	Исследование компаратора, повторителя, инвертирующего, неинвертирующего каскада на операционном усилителе	4	ОПК-2
	Итого	4	
5 Фильтры	Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот. Режекторный и полосовой фильтры	2	ОПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

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
5 семестр				
1 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ОПК-4	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-2	Лабораторная работа
	Выполнение индивидуального задания	5	ОПК-2, ОПК-4	Индивидуальное задание
	Итого	17		

Согласована на портале № 60724

2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	Подготовка к тестированию	4	ОПК-4	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Обратные связи	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ОПК-4	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ОПК-4	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	5	ОПК-2, ОПК-4	Индивидуальное задание
	Итого	13		
4 Операционные усилители и их применение	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
5 Фильтры	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ОПК-4	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		66		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		102		

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 60724

ОПК-2		+	+	+	Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ОПК-4	+	+		+	Индивидуальное задание, Практическое задание, 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
5 семестр				
Индивидуальное задание	6	6	6	18
Лабораторная работа	0	9	10	19
Практическое задание	6	6	6	18
Тестирование	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	17	26	27	100
Нарастающим итогом	17	43	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)
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

Согласована на портале № 60724

1. 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 (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

2. Марченко А.Л. Основы электроники. Учебное пособие для вузов / А.Л. Марченко. – М. [Электронный ресурс]: ДМК Пресс, 2009. – 296 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=889.

3. 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. Искусство схемотехники : в 3 т.: Пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. - 4-е изд., перераб. и доп. - Т.1. - М. : Мир, 1993. - 412 с. - ISBN 5-03-002336-4. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.).

2. Искусство схемотехники : в 3 т.: Пер. с англ / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. Б. Н. Бронин [и др.]. - 4-е изд., перераб. и доп. Т. 2. - М. : Мир , 1993. - 371 с.- ISSN 5-03-002336-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.).

3. Искусство схемотехники : в 3 т.: Пер. с англ./ П. Хоровиц, У. Хилл. - 4-е изд., перераб. и доп. - Т. 3. - М. : Мир , 1993. - 367 с. - ISBN 5-03-002336-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.).

4. Кучумов А. И. Электроника и схемотехника: Учебное пособие для вузов /. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Гелиос АРВ, 2005. - 335 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.).

5. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / А. С. Красько - 2006. 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938.

6. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2015. 75 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4965.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника телекоммуникационных устройств: Методические указания для лабораторных работ / Л. А. Гоголина - 2018. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7895.

2. Схемотехника телекоммуникационных устройств: Методические указания по самостоятельной работе / Л. А. Гоголина - 2016. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6548.

3. Проектирование аналоговых устройств: Методические указания по курсовому проектированию / И. А. Колесов - 2011. 208 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2260.

4. Аналоговые электронные устройства: Методические указания по курсовому проектированию / А. С. Красько - 2000. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/940.

5. Схемотехника: Методические указания для проведения практических занятий / Е. В. Масалов, Д. В. Озеркин - 2011. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1200.

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;

Согласована на портале № 60724

– 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

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.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows;
- Qucs;

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;

Согласована на портале № 60724

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows;

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.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Mozilla Firefox;
- Qucs;

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:

- 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

Согласована на портале № 60724

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 Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	ОПК-4, ОПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев	ОПК-4, ОПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Обратные связи	ОПК-4, ОПК-2	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 60724

4 Операционные усилители и их применение	ОПК-4, ОПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Фильтры	ОПК-4, ОПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		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

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 60724

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. Зависимость коэффициента усиления напряжения (тока) электронного усилителя от частоты гармонического входного сигнала это
   а) фазочастотная характеристика
   б) амплитудно-частотная характеристика
   в) вольтамперная характеристика
   г) логарифмическая характеристика
2. Какая схема определяет полный состав элементов изделия и связей между ними и, дает детальное представление о принципе работы изделия
   а) структурная
   б) функциональная
   в) эквивалентная
   г) принципиальная схема
3. Максимальная частота полосы пропускания электронного усилителя это
   а) нижняя граничная частота
   б) средняя частота
   в) верхняя граничная частота
   г) полоса рабочих частот
4. Зависимость тока, протекающего по нагрузке, от напряжения на этой нагрузке называют
   а) амплитудно-частотной характеристикой
   б) вольтамперной характеристикой
   в) динамической характеристикой
   г) логарифмической характеристикой
5. Какая схема определяет основные функциональные части изделия (установки), их назначение и взаимосвязи
   а) принципиальная
   б) функциональная
   в) эквивалентная
   г) структурная схема
6. Отношение мощности, развиваемой на сопротивлении нагрузки электронного усилителя, к мощности, получаемой усилителем от источника входного сигнала - это
   а) модуль передаточной функции

Согласована на портале № 60724

б) коэффициент усиления по напряжению
в) коэффициент усиления мощности
г) коэффициент усиления по току

7. Полоса частот, на границах которой коэффициент усиления напряжения (тока) электронного усилителя уменьшается по отношению к наибольшей величине в установленное число раз - это
   а) нижняя граничная частота
   б) средняя частота
   в) верхняя граничная частота
   г) полоса пропускания
8. Усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и одним выходом, имеющий высокий коэффициент усиления, по своим характеристикам приближающийся к «идеальному усилителю» - это
   а) дифференциальный усилитель
   б) операционный усилитель
   в) полупроводниковый усилитель
   г) электронный усилитель
9. Режим, при котором установившееся значение входного постоянного тока или напряжения не вызывает изменение выходного напряжения называется
   а) статический режим
   б) динамический режим
   в) активный режим
   г) режим отсечки
10. Сигналы одинаковой амплитуды, но противоположные по фазе, присутствующие на входе дифференциального усилителя независимо от точки заземления усилителя - это
    а) синфазный сигнал
    б) параллельный сигнал
    в) дифференциальный сигнал
    г) переменный сигнал
11. Процесс передачи части (или всей) энергии сигнала с выхода на вход устройства называется
    а) местной обратной связью
    б) обратной связью
    в) последовательной связью
    г) параллельной связью
12. Если фазы входного сигнала и сигнала обратной связи несовпадают, что приводит к их вычитанию и, следовательно, к уменьшению коэффициента усиления, то это
    а) отрицательная обратная связь
    б) положительная обратная связь
    в) последовательная обратная связь
    г) параллельная обратная связь
13. Как называют отрицательную обратную связь (ООС) – если во входной цепи вычитаются напряжения входного сигнала и сигнала обратной связи (выход цепи ООС подключен последовательно входу усилителя)
    а) последовательной ООС
    б) параллельной ООС
    в) последовательно- параллельной ООС
    г) паразитной ООС
14. Усилитель электрических сигналов, в усилительных устройствах которого используется явление электрической проводимости в газах, вакууме и полупроводниках называется
    а) усилительным устройством
    б) электронным усилителем
    в) полупроводниковым усилителем
    г) электрическим усилителем
15. Как называется соединение элементов цепи, при котором через них проходит один и тот же ток
    а) параллельным

Согласована на портале № 60724

б) электрическим
в) последовательно-параллельным
г) последовательным

16. Как называется пара транзисторов с разным типом проводимости, но с одинаковыми параметрами
    а) симметричные
    б) согласованные
    в) комплементарные
    г) эквивалентные
17. Полупроводниковый трехэлектродный прибор, предназначенный для усиления и генерации электрических сигналов это -
    а) диод
    б) стабилитрон
    в) транзистор
    г) варистор
18. Единица измерения мощности
    а) Джоуль
    б) Ватт
    в) Ампер
    г) Вольт
19. Электрод, подключённый к среднему слою биполярного транзистора
    а) база
    б) эмиттер
    в) коллектор
    г) корпус
20. Участок электрической цепи, образованный последовательно соединенными элементами
    а) узел
    б) ветвь
    в) контур
    г) цепь

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Амплитудно-частотная, фазочастотная и нормированная амплитудно-частотная характеристика усилителя.
2. Какими параметрами характеризуется усилитель при усилении прямоугольных импульсов. Переходная характеристика усилителя.
3. Причины появления нелинейных искажений в усилителе и их влияние на форму усиливаемых сигналов.
4. Понятие динамического диапазона усилительного каскада, изменения формы сигнала вне динамического диапазона.
5. Методика построения выходной динамической характеристики активного элемента усилительного каскада по постоянному току.
6. Методика построения выходной динамической характеристики активного элемента усилительного каскада по переменному току.
7. Рабочая точка активного элемента и методика ее расчета по заданным требованиям к усилительному каскаду.
8. Схема эмиттерной термостабилизации, физические основы функционирования и критерии выбора номиналов элементов.
9. Схема коллекторной термостабилизации, физические основы функционирования и критерии выбора номиналов элементов.
10. Схема эмиттерно-коллекторной термостабилизации, физические основы функционирования и критерии выбора номиналов элементов.
11. Эквивалентная схема замещения полевого транзистора.
12. Эквивалентная схема замещения биполярного транзистора.
13. Влияние температуры на характеристики и электрический режим полевых транзисторов.
14. Влияние температуры на характеристики и электрический режим биполярных транзисторов.

Согласована на портале № 60724

15. Составной транзистор (схема Дарлингтона).
16. Составной транзистор (схема Шиклаи).
17. Назначение элементов схемы резисторного каскада с общим эмиттером.
18. Объяснить инверсию сигнала в усилительном каскаде с общим эмиттером.
19. Расчет коэффициента усиления усилительного каскада на полевом транзисторе с общим истоком.
20. Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром при усилении гармонических сигналов.
21. Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром при усилении прямоугольных импульсов.
22. Понятие обратной связи, классификация видов обратных связей.
23. Каскад с общим эмиттером и последовательной отрицательной обратной связью по току. Влияние этой ОС на основные характеристики каскада.
24. Каскад с общим эмиттером и параллельной отрицательной обратной связью по напряжению. Влияние этой ОС на основные характеристики каскада.
25. Усилитель с параллельной отрицательной обратной связью по току. Влияние этой ОС на основные характеристики каскада.
26. Расчет коэффициент усиления усилителя с обратной связью.
27. Дифференциальный каскад, работf и основные характеристики.
28. Токовое зеркало на биполярном транзисторе и пример его использования в дифференциальном каскаде.
29. Токовое зеркало на полевом транзисторе.
30. Основные технические показатели и характеристики усилительных устройств.
31. Усилительные устройства. Классификация, характеристики.
32. Усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОЭ. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
33. Усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОБ. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
34. Усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОК. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
35. Усилительный каскад на полевом транзисторе с ОИ. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
36. Усилительный каскад на полевом транзисторе с ОС. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
37. Усилительный каскад на полевом транзисторе с ОЗ. Схемы для частот сигнала, коэффициент передачи и коэффициент частотных искажений.
38. Динамические характеристики усилителей (входные, выходные, проходные, сквозные, прямой передачи).
39. Классы усиления (A, B, AB, C, D, E), положение рабочей точки на проходной характеристике.
40. Усилитель постоянного тока.
41. Операционные усилители, понятие и характеристики.
42. Диаграмма Боде, ее использование для расчета коэффициента усиления и полосы пропускания операционного усилителя охваченного ООС.
43. Инвертирующий усилитель на операционном усилителе, основные характеристики.
44. Неинвертирующий усилитель на операционном усилителе, основные характеристики.
45. Физические основы работы дифференциального усилителя на операционном усилителе.
46. Физические основы работы инвертирующего и неинвертирующего сумматора на операционном усилителе.
47. Физические основы работы компаратора на операционном усилителе.
48. Физические основы работы интегратора на операционном усилителе.
49. Физические основы работы дифференциатора на операционном усилителе.
50. Физические основы работы активных фильтров нижних частот.
51. Физические основы работы активных фильтров верхних частот.
52. Физические основы работы мультивибратора на операционном усилителе.
53. Широкополосные усилители.
54. Многокаскадные усилители.

Согласована на портале № 60724

55. Импульсные усилители.

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Построение нагрузочной прямой по постоянному и по переменному току для заданных значений Rк и Епит
2. Эквивалентная схема биполярного транзистора. Указаны основные элементы схемы и тип транзистора. Необходимо рассчитать параметры транзистора.
3. На рисунке приведена схема усилительного каскада. .необходимо провести расчет схемы термостабилизации.
4. На рисунке приведена схема усилительного каскада. Указаны основные элементы схемы и параметры транзистора. Необходимо рассчитать каскад в области СЧ (коэф. усиления), в области ВЧ (fв), в области НЧ (fн), построить АЧХ в логарифмическом масштабе.
5. Операционные характеристики. Расчет усилителей.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование резистивного каскада, RCL-цепи. Закон Ома
2. Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером
3. Исследование характеристик полевого транзистора с общим истоком
4. Исследование компаратора, повторителя, инвертирующего, неинвертирующего каскада на операционном усилителе
5. Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот. Режекторный и полосовой фильтры

9.1.5. Темы практических заданий

1. Электрические цепи постоянного тока. Основные формулы и уравнения
2. Цепи переменного тока
3. Трехфазные цепи
4. Полупроводниковые приборы. Основные формулы и уравнения
5. Усилительные устройства
6. Обратные связи
7. Операционные усилители. Основные схемы включения
8. Фильтры. Основные формулы и расчет

9.2. Методические рекомендации

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.

Согласована на портале № 60724

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:

– 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.

Согласована на портале № 60724

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 № 60724

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
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. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РСС	Л.А. Гоголина	Разработано, 43c4c23c-457e-4171-a08d-9cce3e6ede6d

Согласована на портале № 60724