

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 УР  
Сенченко П.В.  
«26» 06 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЧ УСИЛИТЕЛЕЙ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**  
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**  
Курс: **1**  
Семестр: **2**  
Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 913-М-инд3)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость	72	72	часов
(включая промежуточную аттестацию)	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 26.06.2024  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение студентами специальных знаний по методам построения, моделирования и проектирования СВЧ усилителей в интегральном исполнении.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение современного состояния и тенденций развития элементной базы микро- и нанoeлектроники СВЧ диапазона.

2. Изучение способов описания и методов автоматизированного анализа СВЧ устройств.

3. Изучение вопросов теории, построения и автоматизированного проектирования транзисторных СВЧ усилителей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.01.ДВ.02.08.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает методики проектирования объектов профессиональной деятельности	Знает методики проектирования СВЧ усилителей
	ПК-3.2. Умеет эффективно применять современные средства разработки при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Умеет эффективно применять современные средства разработки при проектировании СВЧ усилителей
	ПК-3.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности	Владеет современными технологиями проектирования СВЧ усилителей

### 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 2 зачетных единиц, 72 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
		2 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	22	22
Подготовка к тестированию	14	14
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	72	72
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	2	2

## 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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>					
1 Описание СВЧ устройств с помощью матрицы рассеяния	4	-	8	12	ПК-3
2 Шумовые характеристики СВЧ цепей	4	-	6	10	ПК-3
3 Теория и методы построения линейных СВЧ усилителей	4	6	6	16	ПК-3
4 Теория и методы построения СВЧ усилителей мощности	4	12	8	24	ПК-3
5 Теория и методы построения широкополосных СВЧ усилителей	2	-	8	10	ПК-3
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

### 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
<b>2 семестр</b>			

1 Описание СВЧ устройств с помощью матрицы рассеяния	Волны мощности. Матрица рассеяния, физический смысл элементов, связь с классическими матрицами. Обобщение понятия волн мощности на случай комплексных нагрузок. Обобщенная матрица рассеяния, физический смысл элементов. Свойства матрицы рассеяния для различных классов СВЧ цепей. Взаимные и невзаимные цепи. Симметричные цепи. Активные, пассивные и реактивные цепи. Матрица рассеяния реактивного четырехполюсника	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Шумовые характеристики СВЧ цепей	Представление шумов двухполюсных элементов, тепловые шумы, дробовые шумы $r$ - $n$ перехода. Собственные и взаимные спектральные плотности источников шума. Эквивалентные шумовые схемы биполярного транзистора и полевого транзистора с барьером Шоттки. Описание шумящих СВЧ многополюсников. Шумовые волны, матрица спектральных плотностей шумовых волн. Коэффициент шума (КШ) СВЧ усилителя в стандартном тракте. КШ усилителя с согласующими цепями. Минимальный КШ. Окружности постоянного КШ на плоскости коэффициента отражения генератора	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Теория и методы построения линейных СВЧ усилителей	Устойчивость активных СВЧ четырехполюсников. Иммитансный критерий устойчивости. Условная и абсолютная устойчивость. Области устойчивости на комплексных плоскостях коэффициентов отражения генератора и нагрузки. Условия абсолютной устойчивости. Инвариантный коэффициент устойчивости	4	ПК-3
	Итого	4	
4 Теория и методы построения СВЧ усилителей мощности	Основные режимы работы активных элементов. Принципы построения СВЧ усилителей мощности. Методы расчета цепей для усилителей класса E, F	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Теория и методы построения широкополосных СВЧ усилителей	Основные способы построения широкополосных СВЧ усилителей. Методы расчета широкополосных согласующее-выравнивающих цепей. Способы расчета цепей обратной связи. Принципы распределенного усиления	2	ПК-3
	Итого	2	

Итого за семестр	18	
Итого	18	

### 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
<b>2 семестр</b>			
3 Теория и методы построения линейных СВЧ усилителей	Линейное моделирование	6	ПК-3
	Итого	6	
4 Теория и методы построения СВЧ усилителей мощности	Графические средства визуализации процессов численного моделирования при решении задач проектирования в среде САПР	6	ПК-3
	Малосигнальные модели активных элементов СВЧ и линейные усилительные устройства на них	6	ПК-3
	Итого	12	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 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
<b>2 семестр</b>				
1 Описание СВЧ устройств с помощью матрицы рассеяния	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
2 Шумовые характеристики СВЧ цепей	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		

3 Теория и методы построения линейных СВЧ усилителей	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
4 Теория и методы построения СВЧ усилителей мощности	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
5 Теория и методы построения широкополосных СВЧ усилителей	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

## 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
<b>2 семестр</b>				
Зачёт с оценкой	0	0	60	60
Тестирование	10	10	20	40
Итого максимум за период	10	10	80	100
Нарастающим итогом	10	20	100	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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Лекции по аналоговым электронным устройствам: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2017. 149 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6933>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Воскресенский Д. И. и др. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов / под ред. Д. И. Воскресенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника. – 2006. – 375 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

2. САПР и технология СВЧ устройств : Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / В. М. Коротаев - 2016. 10 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6613>.

#### 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**

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**

Учебно-научная лаборатория микроволновых устройств и антенн: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 225/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 16 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

Монитор 27" 20 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 12 шт.

Системный блок 1 8 шт.

Системный блок 2 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

#### **8.3. 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, 209 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.

#### **8.4. 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 Описание СВЧ устройств с помощью матрицы рассеяния	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Шумовые характеристики СВЧ цепей	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Теория и методы построения линейных СВЧ усилителей	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Теория и методы построения СВЧ усилителей мощности	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Теория и методы построения широкополосных СВЧ усилителей	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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. В режиме класса А усилитель имеет угол отсечки равный (выберите верное значение):
  - а) 180 градусов
  - б) 90 градусов

- в) от 90 градусов до 180
  - г) менее 90 градусов
  - д) более 180 градусов
2. В режиме класса В усилитель имеет угол отсечки равный (выберите верное значение):
- а) 180 градусов
  - б) 90 градусов
  - в) от 90 градусов до 180
  - г) менее 90 градусов
  - д) более 180 градусов
3. В резистивном усилительном каскаде, работающем в линейном режиме (класс А), можно получить предельный КПД (выберите верное значение):
- а) не более 50 %
  - б) не более 25 %
  - в) не более 78 %
  - г) не более 12,5 %
  - д) до 100%
4. Основное усиление сигнала в приемном тракте РЭС обеспечивает (выберите верное утверждение):
- а) Малошумящий усилитель
  - б) Усилитель промежуточной частоты
  - в) Оконечный усилитель
  - г) АЦП
  - д) ЦАП
  - е) ФНЧ
  - ж) Полосовой фильтр
5. Основные дестабилизирующие факторы, влияющие на работу усилителя на транзисторах (выберите верное утверждение):
- а) Дождь
  - б) Снег
  - в) Температура
  - г) Разброс параметров пассивных элементов
  - д) Разброс параметров активных элементов
  - е) Вибрация
  - ж) Нестабильность источника сигнала
  - з) Нестабильность источника питания.
6. Что такое рабочая точка транзистора? (выберите верное утверждение):
- а) Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при отсутствии полезного сигнала
  - б) Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при наличии полезного сигнала
  - в) Точка на выходных ВАХ транзистора, в которой пересекаются нагрузочные линии
  - г) Точка на плоскости выходных (или других) характеристик усилительного прибора, связывающая текущие значения напряжений и токов.
7. При наличии в схеме усилителя отрицательной обратной связи (выберите верное утверждение):
- а) Коэффициент усиления увеличивается
  - б) Коэффициент усиления уменьшается
  - в) Коэффициент усиления не изменяется
  - г) Полоса пропускания увеличивается
  - д) Полоса пропускания уменьшается
  - е) Полоса пропускания не изменяется.
8. Граничная частота усиления транзистора равна  $f_t=6$  ГГц. Чему будет равен коэффициент передачи по току  $|h_{21э}|$  на частоте  $f_{h21} = 2$  ГГц? (выберите верное значение):
- а) 10
  - б) 3
  - в) 100

- г) 12
  - д) 20
  - е) 0.33.
9. В области верхних частот полосы пропускания разделительные конденсаторы на входе и выходе усилительного каскада:
- а) Оказывают существенное влияние на форму АЧХ
  - б) Не влияют на форму АЧХ
  - в) Незначительно влияют на форму АЧХ
  - г) Влияют на ФЧХ
10. При подаче на входы дифференциального усилительного каскада с коэффициентом передачи равным 100 синфазного сигнала амплитудой 10 мВ, на выходе получим напряжение, амплитуда которого будет равна величине (выберите верные значения):
- а) 0,5В;
  - б) 1В;
  - в) 0В;
  - г) 0,01 мВ;
  - д) 0,1В;
  - е) 5В;
  - ж) 2В

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Усилители на БПТ: базовая схема обеспечения режима по постоянному току.
2. Усилители на БПТ: коллекторная схема обеспечения режима по постоянному току.
3. Усилители на БПТ: эмиттерная схема обеспечения режима по постоянному току.
4. Усилители на БПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току.
5. Усилители на БПТ: расчет элементов по переменному току.
6. Усилители на ПТ: схема обеспечения режима по постоянному току с автосмещением.
7. Усилители на ПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току.

### 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.

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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.

**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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лоцилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лоцилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e- 88a5-479145e4aa44

### РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Разработано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
-------------------------------	-------------	--