

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко Павел Васильевич  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 05.11.2023 21:44:19  
Уникальный программный ключ:  
27e516f4c088deb62ba68945f4406e13fd454355

**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

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c  
Владелец: Сенченко Павел Васильевич  
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ ДИАПАЗОНА**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**  
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**  
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**  
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**  
Курс: **4**  
Семестр: **8**  
Учебный план набора 2023 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

Виды учебной деятельности	8 семестр Всего Единицы		
Самостоятельная работа	132	132	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	8	
Контрольные работы	8	1

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Освоение общих принципов построения и функционирования СВЧ устройств, этапов расчета и проектирования узлов, методов расчета характеристик этих узлов, а также вопросов их проектирования с помощью современных программ САПР.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение методов моделирования элементов СВЧ узлов и устройств.
2. Овладение навыками работы с современными программами автоматизированного проектирования.
3. Приобретение опыта работы с современными измерительными приборами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Факультативные дисциплины (модули), устанавливаемые выпускающей кафедрой.

Индекс дисциплины: ФТД.В.02.01.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1. Способен разрабатывать электрические схемы и техническую документацию на радиоэлектронные средства различного назначения	ПК-1.1. Знает основные методы расчета и способы моделирования схем радиоэлектронных средств	Знает основные методы расчета и способы моделирования базовых элементов радиоэлектронных средств
	ПК-1.2. Умеет разрабатывать техническую документацию по проектам радиоэлектронных средств различного назначения	Умеет разрабатывать техническую документацию в области автоматизированного проектирования СВЧ диапазона
	ПК-1.3. Владеет навыками разработки радиоэлектронных средств различного назначения	Владеет навыками разработки базовых элементов радиоэлектронных средств

ПК-3. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-3.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Знает основные методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки электронных схем радиоэлектронных средств
	ПК-3.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Умеет выполнять моделирование процессов в радиоэлектронных средствах с использованием специализированных прикладных программ
	ПК-3.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Владеет основными методиками разработки базовых элементов радиоэлектронных средств, в том числе с использованием прикладных программ
ПК-4. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-4.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры	Знает методы расчёта и проектирования базовых элементов радиоэлектронных средств
	ПК-4.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования	Умеет рассчитывать и проектировать электронные схемы радиоэлектронных средств в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования
	ПК-4.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Владеет навыками расчёта и проектирования базовых элементов радиоэлектронных средств

**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 4 зачетных единиц, 144 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
		8 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6

Контрольные работы	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	132	132
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	64	64
Подготовка к контрольной работе	68	68
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	4	4

## 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	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>					
1 Введение. Общие сведения о математических моделях	2	1	21	24	ПК-1, ПК-3, ПК-4
2 Основы моделирования на макроуровне		1	21	22	ПК-1, ПК-3, ПК-4
3 Модели базовых элементов РЭС		1	21	22	ПК-1, ПК-3, ПК-4
4 Моделирование статических режимов		1	21	22	ПК-1, ПК-3, ПК-4
5 Моделирование в частотной области		1	24	25	ПК-1, ПК-3, ПК-4
6 Моделирование переходных процессов		1	24	25	ПК-1, ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	2	6	132	140	
Итого	2	6	132	140	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>			

1 Введение. Общие сведения о математических моделях	Сущность моделирования, классификация моделей, историческая справка, моделирование и ЭВМ. Принципы иерархичности и декомпозиции, параметры и фазовые переменные, требования к математическим моделям, модели на микро-, макро- и метауровне, моделирование элементов систем, метод наименьших квадратов	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
2 Основы моделирования на макроуровне	Компонентные и топологические уравнения, аналогии компонентных уравнений, аналогии топологических уравнений, источники фазовых переменных, формирование эквивалентных схем, связи между разнородными подсистемами	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
3 Модели базовых элементов РЭС	Пассивные элементы, полупроводниковые диоды, полевые транзисторы, биполярные транзисторы, определение параметров моделей	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
4 Моделирование статических режимов	Общие сведения, преобразования Тевенина и Нортона, формирование модели, метод Ньютона – Рафсона, модификации метода Ньютона – Рафсона	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
5 Моделирование в частотной области	Комплексная частотная характеристика, формирование модели, методы решения систем линейных уравнений, повышение эффективности алгоритмов анализа	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
6 Моделирование переходных процессов	Методы численного интегрирования, точность и устойчивость методов, выбор шага интегрирования, комбинированные алгоритмы, метод переменных состояния, неявные динамические модели	1	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.  
Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
Итого за семестр		2	
Итого		2	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Контроль самостоятельной работы (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>8 семестр</b>				
1 Введение. Общие сведения о математических моделях	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	11	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	21		
2 Основы моделирования на макроуровне	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	11	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	21		
3 Модели базовых элементов РЭС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	11	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	21		
4 Моделирование статических режимов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	11	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	21		
5 Моделирование в частотной области	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	24		

6 Моделирование переходных процессов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	24		
Итого за семестр		132		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		136		

### 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
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование
ПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование
ПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература

1. Романовский М. Н. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 101 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Глазов Г. Н. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Дополнительные материалы / Глазов Г. Н. - Томск: ТУСУР, 2012. - 246 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Дмитриев В. Д. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Дополнительные материалы / Дмитриев В. Д., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - ТУСУР. - 2014. 37 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия

##### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Дмитриев В. Д. Системы автоматизированного проектирования СВЧ-диапазона. Методические указания по выполнению контрольной работы: Методические указания / Дмитриев В. Д. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 18 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Артищев, С. А. Компьютерное проектирование РЭС: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе студентов / С. А. Артищев. — Томск : ТУСУР, 2018. — 69 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/>.

### **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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Дмитриев, В. Д. Системы автоматизированного проектирования СВЧ-диапазона [Электронный ресурс]: электронный курс / В. Д. Дмитриев. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

### **8.2. 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.

### **8.3. 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 Введение. Общие сведения о математических моделях	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

2 Основы моделирования на макроуровне	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Модели базовых элементов РЭС	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Моделирование статических режимов	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Моделирование в частотной области	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Моделирование переходных процессов	ПК-1, ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		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. Модуль S22 это:
  - а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) коэффициент отражения по выходу;
  - г) коэффициент отражения по входу.
2. Модуль S12 это:
  - а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) коэффициент отражения по выходу;

- г) коэффициент отражения по входу.
3. Модуль  $S_{11}$  это:
- а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) коэффициент отражения по выходу;
  - г) коэффициент отражения по входу.
4. Модуль  $S_{21}$  это:
- а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) коэффициент отражения по выходу;
  - г) коэффициент отражения по входу.
5. Граничная частота  $f_T$  определяется как частота, на которой:
- а) модуль  $S_{21}$  равен нулю;
  - б) модуль  $Y_{21}$  равен единице;
  - в) модуль  $H_{21}$  равен единице;
  - г) модуль  $Z_{21}$  равен единице.
6. Коэффициент устойчивости "k" должен быть :
- а) больше 0
  - б) больше 0, но меньше 1;
  - в) больше 2;
  - г) больше 1.
7. Порядок электрической цепи определяется:
- а) числом L элементов;
  - б) числом C элементов;
  - в) числом R,L,C элементов;
  - г) числом L,C элементов.
8. В каком режиме работы усилителя угол отсечки меньше 90 градусов:
- а) в классе В;
  - б) в классе АВ;
  - в) в классе А;
  - г) в классе С.
9. Зеркальный канал отстоит от основного сигнала:
- а) на 1 промежуточную частоту;
  - б) на 2 промежуточные частоты;
  - в) на 3 промежуточные частоты;
  - г) на 4 промежуточные частоты;
10. Какой метод используется в САПР СВЧ:
- а) метод рядов Вольтерра;
  - б) метод степенного полинома;
  - в) метод гармонического баланса;
  - г) метод угла отсечки.
11. В каком режиме работы усилителя угол отсечки больше 90 градусов:
- а) в классе В;
  - б) в классе АВ;
  - в) в классе А;
  - г) в классе С.
12. Коэффициент преобразования смесителя определяется как отношение:
- а) сигнала промежуточной частоты к сигналу гетеродина;
  - б) радиосигнала к сигналу промежуточной частоты;
  - в) сигнала промежуточной частоты к радиосигналу;
  - г) радиосигнала к сигналу гетеродина.
13. При каком уменьшении коэффициента передачи режим считается линейным:
- а) 3 дБ;
  - б) 2 Проверено в генераторе 13 дБ;
  - в) 1 дБ;
  - г) 0.5 дБ.
14. ППФ на встречных стержнях имеет паразитную полосу:

- а) по второй гармонике;
  - б) по всем четным гармоникам;
  - в) по нечетным гармоникам;
  - г) не имеет паразитных полос.
15. Отрицательная обратная связь в усилителях используется:
- а) для расширения полосы пропускания;
  - б) для выравнивания коэффициента передачи;
  - в) для повышения устойчивости;
  - г) для улучшения всех перечисленных факторов.
16. ППФ на полуволновых резонаторах имеет паразитную полосу:
- а) по второй гармонике;
  - б) по всем четным гармоникам;
  - в) по нечетным гармоникам;
  - г) не имеет паразитных полос.
17. Коэффициент устойчивости "в" должен быть :
- а) больше 0
  - б) больше 0, но меньше 1;
  - в) больше 2;
  - г) больше 1.
18. Модуль  $Y_{21}$  это:
- а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) коэффициент отражения по выходу;
  - г) коэффициент отражения по входу.
19. Модуль  $Y_{11}$  это:
- а) прямой коэффициент передачи;
  - б) входное сопротивление;
  - в) коэффициент отражения по выходу;
  - г) коэффициент отражения по входу.
20. Модуль  $Y_{22}$  это:
- а) прямой коэффициент передачи;
  - б) обратный коэффициент передачи;
  - в) выходное сопротивление;
  - г) коэффициент отражения по входу.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Расчет на одной частоте на основе S-параметров классических параметров  $Y$  и  $H$  СВЧ четырехполюсников.
2. Определение входного сопротивления (в последовательном представлении) и выходного (в параллельном виде) для СВЧ-транзисторов на основе S-параметров.
3. Определение коэффициентов усиления по мощности и коэффициента устойчивости транзисторов на соответствующей варианту частоте.
4. Определение элементов эквивалентной модели биполярного или полевого СВЧ-транзистора в соответствии с вариантом.
5. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров.
6. Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S-параметров).
7. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах
8. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов.
9. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик.
10. СВЧ фильтры и их основные характеристики.

### 9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Расчет СВЧ-четырёхполюсников и определение параметров моделей.

1. Расчет на одной частоте на основе S-параметров классических параметров Y и H СВЧ четырёхполюсников.
2. Определение входного сопротивления (в последовательном представлении) и выходного (в параллельном виде) для СВЧ-транзисторов на основе S-параметров.
3. Определение коэффициентов усиления по мощности и коэффициента устойчивости транзисторов на соответствующей варианту частоте.
4. Определение элементов эквивалентной модели биполярного или полевого СВЧ-транзистора в соответствии с вариантом.

## 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 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 ТОР  
протокол № 1 от «26» 1 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645- a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645- a26c-4b95ce5bb9b9
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc

### ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c- 8731-d84665df77fc
Доцент, каф. ТОР	Я.В. Крюков	Согласовано, c2550210-7b25-4114- bb78-df4c7513eecf

### РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧМКР	А.Ю. Попков	Разработано, 52ae2e71-055b-4e34- bcfc-4f3ea312644e
Старший преподаватель, каф. ТОР	А. Ким	Разработано, b2759677-cd63-48da- 94e8-d13fbeca0c6b
Доцент, каф. ТЭО	М.Ю. Перминова	Разработано, e7c5e5cf-6800-4999- 8b6a-2ba1b8e9d6d8