

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.

«22» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**

Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**

Курс: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	14	14	часов
Практические занятия	8	8	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Самостоятельная работа	136	136	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	9	
Контрольные работы	9	1

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 22.02.2023  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75698

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

- направлены на изучение методологии измерения параметров СВЧ устройств.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Изучение физических основ техники СВЧ.
- Изучение соответствующих пакетов прикладных программ.
- Получение навыков практического измерения элементов и узлов РЭС СВЧ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.16.

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 исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	ПК-3.1. Знает методы исследования радиоэлектронных средств и технологий передачи, обработки и приема информации	Знать методы исследования радиоэлектронных средств, технологии и системы автоматизированных радиотехнических измерений
	ПК-3.2. Умеет эксплуатировать радиоэлектронные средства в соответствии с инструкциями и типовыми методиками работы	Уметь эксплуатировать, исследовать и измерять радиоэлектронные средства в соответствии с инструкциями и типовыми методиками работы
	ПК-3.3. Владеет навыками проведения исследований характеристик радиоэлектронных средств и технологий	Владеть навыками проведения исследований характеристик радиоэлектронных средств и технологий посредством автоматизированных измерений

## 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 9 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	40	40
Лекционные занятия	14	14
Практические занятия	8	8
Лабораторные занятия	16	16
Контрольные работы	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	136	136
Подготовка к зачету с оценкой	42	42
Подготовка к тестированию	40	40
Подготовка к контрольной работе	27	27
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	27	27
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	180
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	5

## 5. Структура и содержание дисциплины

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

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>9 семестр</b>						
1 Технологии измерения на СВЧ.	2	4	-	52	60	ПК-3
2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	12	4	16	84	116	ПК-3
Итого за семестр		14	8	16	136	174
Итого		14	8	16	136	174

### 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>9 семестр</b>			

1 Технологии измерения на СВЧ.	Основы измерений на СВЧ. Приборы и устройства для измерения параметров пассивных и активных устройств. Факторы, влияющие на погрешности при измерениях. Измерения на различных типах линий передачи. Исключающие и встраиваемые цепи. Временной анализ сигналов. Измерения во временной области . Применения.	2	ПК-3	
		Итого		
2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	Основы построения систем измерения на СВЧ. Автоматизация измерений. Обработка экспериментальных данных	12	ПК-3	
		Итого		
Итого за семестр		14		
Итого		14		

### 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>9 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПК-3
	Итого за семестр	2	
	Итого	2	

### 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
<b>9 семестр</b>			

2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	Оценка погрешностей измерения ВАЦ	4	ПК-3
	Измерение $\epsilon$ и $\operatorname{tg}\delta$ диэлектрических материалов резонаторным методом	4	ПК-3
	Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности	4	ПК-3
	Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн	4	ПК-3
	Итого	16	
	Итого за семестр	16	
	Итого	16	

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>9 семестр</b>			
1 Технологии измерения на СВЧ.	Калибровки. Исключающие и встраиваемые цепи. Временной анализ сигналов. Измерения во временной области . Расчёт погрешностей измерения.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	Расчёт погрешностей измерения. Калибровки. Автоматизация измерений. Обработка экспериментальных данных.	4	ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

### 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>9 семестр</b>				

1 Технологии измерения на СВЧ.	Подготовка к зачету с оценкой	22	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	20	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	10	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	52		
2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	Подготовка к зачету с оценкой	20	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	20	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	27	ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	17	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	84		
Итого за семестр		136		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
	Итого	140		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная 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. Хибель, Михаэль. Основы векторного анализа цепей. - М. : Издательский дом МЭИ , 2009. - 502 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.).

1. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы./под ред.: А.М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. - 205 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
2. Микроволновые приборы и устройства: Учебное пособие / Ж. М. Соколова - 2009. 272 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/106>.

#### **7.2. Дополнительная литература**

1. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы./под ред.: А.М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. - 205 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
2. Микроволновые приборы и устройства: Учебное пособие / Ж. М. Соколова - 2009. 272 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/106>.

#### **7.3. Учебно-методические пособия**

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

1. Антенны и фидеры: Учебно-методическое пособие для практических занятий / Г. Г. Гошин - 2018. 236 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8324>.

2. 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>.

3. Бочаров, Е. И. Распространение электромагнитных волн в линиях передачи СВЧ-диапазона : учебно-методическое пособие / Е. И. Бочаров, А. Э. Ланда. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. — 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/279173>.

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

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

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

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

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

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

## **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:
- AWR Design Environment;
  - Mathworks Matlab;
  - Microsoft Windows;
  - PTC Mathcad 13, 14;
  - Qucs;

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

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
  - Коммутатор D-Link Switch 24 port;
  - Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
  - Мультимедийный проектор;
  - Генератор Г5-78;
  - Генератор ГСС- 120;
  - Генератор ГСС- 80;
  - Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
  - Измерительный комплекс;
  - Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
  - Компьютер C540 (2 шт.);
  - Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
  - Ноутбук Fujisu;
  - Компьютер instant i3001 (3 шт.);
  - Осциллограф DS-1250C;
  - Цифровой осциллограф GDS-810C;
  - Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
  - Цифровой мультиметр;
  - Сетевой адаптер (2шт.);
  - Мультиметр цифровой APPA 82;
  - Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
  - Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
  - Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
  - National Instruments LabVIEW;

### **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, 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.

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

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфорного 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 Технологии измерения на СВЧ.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Системы автоматизированных измерений на СВЧ	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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 микроволновом диапазоне частот наиболее широкополосная линия передачи:
  - а) коаксиальная
  - б) полосковая
  - в) копланарная
  - г) волноводная
2. Какое устройство не относится к направленным?:
  - а) мост
  - б) ответвитель
  - в) циркулятор
  - г) сплиттер
3. В каком случае нельзя пользоваться соединительным разъёмом?:
  - а) плоскость центрального проводника выступает относительно внешнего проводника на 10 мкм
  - б) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 5 мкм
  - в) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 10 мкм
  - г) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 20 мкм
4. С помощью какой функции можно наблюдать рефлектограмму волнового сопротивления линии?:
  - а) TRL
  - б) TDR
  - в) TDT
  - г) TRM
5. Элементы главной диагонали матрицы рассеяния – это:
  - а) коэффициенты передачи, при условии согласования всех портов,
  - б) коэффициенты отражения при условии согласования всех остальных портов,
  - в) коэффициенты поглощения, при условии режима короткого замыкания на всех портах,
  - г) коэффициенты отражения при условии режима холостого хода на всех портах.
6. Элементы находящиеся не на главной диагонали матрицы рассеяния – это:
  - а) коэффициенты передачи, при условии согласования всех портов,
  - б) коэффициенты отражения при условии согласования всех остальных портов,
  - в) коэффициенты поглощения, при условии режима короткого замыкания на всех портах,
  - г) коэффициенты отражения при условии режима холостого хода на всех портах.
7. Скалярным анализатором цепей можно измерить:
  - а) модуль и фазу коэффициента передачи
  - б) амплитуду коэффициента передачи
  - в) фазу коэффициента передачи
  - г) фазу коэффициента отражения
8. Для защиты от большого уровня сигнала на входе приёмника измерителя используют:
  - а) аттенюатор
  - б) фазовращатель
  - в) фильтр
  - г) согласованный переход
9. На основе измерения амплитуды и фазы сигнала в частотной области, перевод во

временную область можно осуществить с помощью преобразования:

- а) Фурье
  - б) Гильберта,
  - в) Z-преобразования
  - г) Линейного
10. Мнимая компонента относительной диэлектрической проницаемости характеризует:
- а) потери электрической энергии в материале
  - б) запасение электрической энергии в материале
  - в) потери магнитной энергии в материале
  - г) запасение магнитной энергии в материале
11. Действительная компонента относительной диэлектрической проницаемости характеризует:
- а) потери электрической энергии в материале
  - б) запасение электрической энергии в материале
  - в) потери магнитной энергии в материале
  - г) запасение магнитной энергии в материале
12. Для измерения ёмкости и индуктивности используют:
- а) анализатор спектра
  - б) векторный анализатор цепей
  - в) мультиметр
  - г) измеритель имитанса
13. Система АРУ применяется для:
- а) Стабилизации фазы на выходе генератора
  - б) Стабилизации амплитуды на выходе генератора
  - в) Стабилизации частоты на выходе генератора
  - г) Стабилизации гармоник на выходе генератора
14. Измерение относительной диэлектрической проницаемости резонансным методом позволяет измерить её значение:
- а) в полосе частот
  - б) на фиксированных частотах
  - в) на одной частоте
  - г) в нескольких диапазонах частот
15. Для измерения коэффициента усиления антенны необходимо измерить коэффициенты передачи между вспомогательной и исследуемой антенной и сравнить с:
- а) Коэффициентом передачи между вспомогательной и эталонной антенной
  - б) Коэффициентом передачи между исследуемой и эталонной антенной
  - в) Коэффициентом отражения эталонной антенной
  - г) Коэффициентом усиления эталонной антенной.
16. При измерении диаграммы направленности антенны в азимутальной плоскости необходимо вращать:
- а) Исследуемую antennу вокруг вертикальной оси
  - б) Исследуемую antennу вокруг горизонтальной оси
  - в) Вспомогательную antennу вокруг вертикальной оси
  - г) Вспомогательную antennу вокруг горизонтальной оси
17. Измерение коэффициента отражения от антенны осуществляют с помощью:
- а) Анализатора цепей
  - б) Анализатора спектра
  - в) Мультиметра
  - г) Измерителя мощности
18. Какое количество калибровочных мер достаточно для калибровки скалярного анализатора цепей?:
- а) 2
  - б) 3
  - в) 4
  - г) 12
19. Какие случайные ошибки не учитывает векторный анализатор цепей?:
- а) тепловой дрейф

- б) шум
  - в) пользовательские
  - г) повторяемость
20. Измерение характеристик излучения антенн в ограниченном пространстве рекомендуют проводить в:
- а) Экранированной камере
  - б) Безэховой камере
  - в) Помещении с бетонными стенами
  - г) Помещении с открытыми окнами.

### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Частоты и длины волн диапазона СВЧ
2. Особенности диапазона СВЧ
3. РТС, работающие в диапазоне СВЧ
4. Особенности измерений на СВЧ
5. Портовое представление цепей на СВЧ
6. Классификация линий передачи
7. Что рассматривает электродинамика линий передачи (что такое моды, электрические и магнитные волны, критические длины волн, длина волны в линии, фазовая скорость, дисперсия?)
8. Что такое коаксиал?
9. Что такое эквивалентная ЛП?
10. Схема двухпроводной эквивалентной ЛП
11. Схема эквивалентной ЛП с генератором и нагрузкой (отсчет координаты?)
12. Волновые уравнения эквивалентной ЛП (ур-ния Гельмгольца)
13. Что такое полное напряжение в эквивалентной ЛП?
14. Что такое падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
15. Что такое вторичные параметры в эквивалентной ЛП?
16. Перечислить вторичные параметры эквивалентной ЛП.
17. Записать комплексную амплитуду падающей волны во времени
18. Записать комплексную амплитуду отраженной волны во времени
19. Что такое коэффициенты в эквивалентной ЛП?
20. Как связаны фазовая скорость в эквивалентной ЛП с коэффициентом ?
21. Что такое коэффициент отражения и его модуль?
22. Что такое ЛП без потерь?
23. Что такое волновое сопротивление ЛП?
24. Как связаны коэффициент отражения и нагрузка ЛП?
25. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль нагруженной линии
26. Что такое КСВ? (диапазон значений КСВ)
27. Как связаны КСВ и ?
28. Режимы работы ЛП без потерь
29. Канонические нагрузки эквивалентной ЛП
30. Согласованная нагрузка
31. Виды калибровок ВАЦ
32. Виды калибровок САЦ
33. Измерения параметров материалов
34. Измерения параметров антенн

### **9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Какое волновое сопротивление у коаксиальной линии передач?
  - а) 10
  - б) 50
  - в) 100
  - г) 190
2. Какое количество калибровочных мер достаточно для калибровки скалярного анализатора цепей?:
  - а) 2

- b) 3
  - c) 1
  - d) 12
3. Какую характеристику можно измерить измерителем иммитанса?
- a) температуру
  - b) отношение сигнал/шум
  - c) полное сопротивление или проводимость электрической цепи
  - d) s-параметры
4. Назначение направленных устройств?
- a) разделение падающей и отраженной волны
  - b) согласование измерительного устройства
  - c) устройства для калибровки ВАЦ
  - d) мера отражения
5. Какая основная мода в прямоугольном волноводе?
- a) H31
  - b) E50
  - c) H10
  - d) H21
6. Что нельзя измерить на скалярном анализаторе цепей:
- a) модуль коэффициента передачи
  - b) фазу проходящего сигнала
  - c) модуль коэффициента отражения
  - d) КСВН
7. Какие случайные ошибки не учитывает векторный анализатор цепей?
- a) тепловой дрейф
  - b) шум
  - c) пользовательские
  - d) повторяемость
8. Измерение коэффициента отражения от антенны осуществляют с помощью:
- a) Анализатора цепей
  - b) Анализатора спектра
  - c) Мультиметра
  - d) Измерителя иммитанса
9. Какой параметр качественно характеризует задержку СВЧ сигнала в среде?
- a)  $|S_{11}|$
  - b)  $\arg(S_{21})$
  - c) волновое сопротивление
  - d)  $|S_{21}|$
10. Система АРУ применяется для:
- a) Стабилизации фазы на выходе генератора
  - b) Стабилизации частоты на выходе генератора
  - c) Стабилизации амплитуды на выходе генератора
  - d) Стабилизации гармоник на выходе генератора

#### **9.1.4. Темы лабораторных работ**

1. Оценка погрешностей измерения ВАЦ
2. Измерение  $\epsilon$  и  $\tg\delta$  диэлектрических материалов резонаторным методом
3. Исследование влияния распределения поля в раскрыте антенны на её диаграмму направленности
4. Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн

#### **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 РСС  
протокол № 4 от «28» 12 2022 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645- a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd- 8e71-e9e09d25d010

### ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b- bd1a-f43585db8135
Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307- a5f6-d9d92630e045

### РАЗРАБОТАНО:

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