МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

САПР В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы беспроводной связи и Интернета вещей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

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

Томск

Согласована на портале № 60752

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины " САПР в электронике" является 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.˜ В результате изучения настоящей дисциплины у магистрантов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить анализ, моделирование, расчет и проектирование активных и пассивных СВЧ устройств.

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.01.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

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

Согласована на портале № 60752

ОПК-3. Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности	Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности
	ОПК-3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области	Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области
	ОПК-3.3. Владеет методами научно-технического творчества, способами генерации новых идей и подходов для решения профессиональных задач	Владеет методами научно-технического творчества, способами генерации новых идей и подходов для решения профессиональных задач
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования	Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования
	ОПК-4.2. Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности	Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	6
Выполнение практического задания	6	6
Подготовка к тестированию	8	8
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	5	5
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	3	3
Выполнение индивидуального задания	12	12
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
Написание отчета по индивидуальному заданию	8	8
Написание отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры и их связь с классическими параметрами четырехполюсников.	2	2	-	5	9	ОПК-3, ОПК-4
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	2	2	-	5	9	ОПК-3, ОПК-4
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	4	4	8	13	29	ОПК-3, ОПК-4
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	6	4	8	18	36	ОПК-3, ОПК-4
5 СВЧ усилители и смесители.	2	2	-	5	9	ОПК-3, ОПК-4

Согласована на портале № 60752

6 Радиоприемные СВЧ тракты.	2	4	-	10	16	ОПК-3, ОПК-4
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

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
2 семестр			
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры и их связь с классическими параметрами четырехполюсников.	Отличительные особенности и возможности по расчету основных характеристик СВЧ устройств. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S-параметров).	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	4	
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. . СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР.	6	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	6	

Согласована на портале № 60752

5 СВЧ усилители и смесители.	Основные схемы СВЧ усилителей. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. СВЧ смесители на диодах и транзисторах.	2	ОПК-3
	Итого	2	
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР.	2	ОПК-3, ОПК-4
	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
2 семестр			
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры и их связь с классическими параметрами четырехполюсников.	Определение классических параметров четырехполюсников через S-параметры.	2	ОПК-3
	Итого	2	
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Расчет параметров микрополосковой линии с использованием САПР СВЧ.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	Расчет частотных и динамических параметров биполярного и полевого транзистора. Определение параметров эквивалентных моделей для САПР СВЧ.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	4	
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	Расчет параметров полоснопропускающего фильтра на L,C-элементах. Расчет синфазного и квадратурного делителя-сумматора.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	4	
5 СВЧ усилители и смесители.	Расчет частотных и динамических характеристик СВЧ усилителя с помощью САПР.	2	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 60752

6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Расчет частотных и динамических параметров супергетеродинного приемного тракта, в том числе с использованием САПР.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	Моделирование частотных характеристик СВЧ биполярного транзистора с помощью САПР СВЧ.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Моделирование частотных характеристик полевого транзистора с помощью САПР СВЧ.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	8	
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	Определение основных параметров полосового фильтра с помощью САПР СВЧ.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Расчет основных характеристик синфазного и квадратурного сумматора-делителя с помощью САПР СВЧ.	4	ОПК-3, ОПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				

Согласована на портале № 60752

1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры и их связь с классическими параметрами четырехполюсников.	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-3	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	2	ОПК-3	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3	Тестирование
	Итого	5		
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	2	ОПК-3, ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Итого	5		
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Выполнение индивидуального задания	4	ОПК-3, ОПК-4	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-3, ОПК-4	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Итого	13		

Согласована на портале № 60752

4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Выполнение индивидуального задания	4	ОПК-3, ОПК-4	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-3, ОПК-4	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	4	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Итого	18		
5 СВЧ усилители и смесители.	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Выполнение практического задания	2	ОПК-3, ОПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Итого	5		
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	4	ОПК-3, ОПК-4	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-3, ОПК-4	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ОПК-4	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

Согласована на портале № 60752

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару)
ОПК-4	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару)

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
2 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	2	2	4	8
Защита отчета по индивидуальному заданию	4	4	4	12
Индивидуальное задание	1	1	2	4
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Лабораторная работа	4	4	4	12
Практическое задание	2	2	2	6
Тестирование	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	4	4	4	12
Отчет по практическому занятию (семинару)	1	1	2	4
Экзамен				30

Согласована на портале № 60752

Итого максимум за период	22	22	26	100
Нарастающим итогом	22	44	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Дмитриев Е.Е.Основы моделирования в Microwave Office 2009.[Электронный ресурс] : -2011,176с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf .

2. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Г. Н. Глазов - 2012. 246 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108.

7.2. Дополнительная литература

1. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига.- М. Солон-Пресс, 2003,-496с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

2. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи/ Л.Г. Гасанов, А.А, Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко.-М.: Радио и связь, 1988.-288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.).

3. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ./ К.Гупта, Р. Гарж, Р.Чадха. М.: Радио и связь, 1987.-428с (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.).

4. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / М. Н. Романовский - 2016. 101 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5916.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 60752

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / А. А. Шибельгут, В. Д. Дмитриев, Е. В. Рогожников - 2014. 37 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4027.

2. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно–методическое пособие к лабораторным работам для студентов радиотехнического факультета 210700 – “Инфокоммуникационные технологии и системы связи” / Е. В. Рогожников - 2014. 24 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4026.

3. Лабораторная работа №1 «AWRDE»: Методические указания по дисциплине «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» / В. Д. Дмитриев, Д. С. Брагин - 2020. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9346.

4. Лабораторная работа №2 «СВЧ делители мощности»: Методические указания по дисциплине «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» / В. Д. Дмитриев, Д. С. Брагин - 2020. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9347.

5. Лабораторная работа №3 «Биполярные транзисторы»: Методические указания по дисциплине «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» / В. Д. Дмитриев, Д. С. Брагин - 2020. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9348.

6. Лабораторная работа №4 «Полевые транзисторы»: Методические указания по дисциплине «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» / В. Д. Дмитриев, Д. С. Брагин - 2020. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9349.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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 аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для

Согласована на портале № 60752

проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Microsoft Windows 8.1;
- Qucs;
- Velleman PcLab2000LT;

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Qucs;
- Velleman PcLab2000LT;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- Keysight SystemVue;
- Qucs;
- Velleman PcLab2000LT;

Согласована на портале № 60752

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания 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)

Согласована на портале № 60752

1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры и их связь с классическими параметрами четырехполюсников.	ОПК-3, ОПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	ОПК-3, ОПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Активные СВЧ элементы и их модели.	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 60752

4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры.	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 СВЧ усилители и смесители.	ОПК-3, ОПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	ОПК-3, ОПК-4	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 60752

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 60752

1. Модуль S21 это:
   а) прямой коэффициент передачи;
   б) обратный коэффициент передачи;
   в) коэффициент отражения по выходу;
   г) коэффициент отражения по входу.
2. Граничная частота fT определяется как частота, на которой
   а) модуль S21 равен нулю;
   б) модуль Y21 равен единице;
   в) модуль H21 равен единице;
   г) модуль Z21 равен единице.
3. Коэффициент устойчивости "k" должен быть :
   а) больше 0:
   б) больше 0, но меньше 1;
   в) больше 2;
   г) больше 1.
4. 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.
5. 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.
6. Порядок электрической цепи определяется:
   а) числом L элементов;
   б) числом C элементов;
   в) числом R,L,C элементов;
   г) числом L,C элементов.
7. Насколько промежуточных частот отстоит зеркальный канал от радиосигнала:
   а) на 1 промежуточную частоту;
   б) на 2 промежуточные частоты;
   в) на 3 промежуточные частоты;
   г) на 4 промежуточные частоты;
8. При каком уменьшении коэффициента передачи режим считается линейным:
   а) 3 дБ;
   б) 2 дБ;
   в) 1 дБ;
   г) 0.5 дБ.
9. Какой метод расчета нелинейных цепей используется в САПР СВЧ:
   а) метод рядов Вольтерра;
   б) метод степенного полинома;
   в) метод гармонического баланса;
   г) метод угла отсечки.
10. 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.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Параметры СВЧ четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами.
2. Активные СВЧ элементы. Линейные и нелинейные модели.
3. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов.
4. Основные схемы построения СВЧ приемных устройств.

Согласована на портале № 60752

5. Особенности анализа и расчета нелинейных характеристик СВЧ устройств в САПР.

9.1.3. Темы практических заданий

1. Определение классических параметров четырехполюсников через S-параметры.
2. Расчет параметров микрополосковой линии с использованием САПР СВЧ.
3. Расчет частотных и динамических характеристик СВЧ усилителя с помощью САПР.
4. Определение модели СВЧ биполярного транзистора.
5. Определение модели СВЧ полевого транзистора.

9.1.4. Темы практических занятий

1. Определение классических параметров четырехполюсников через S-параметры.
2. Расчет параметров микрополосковой линии с использованием САПР СВЧ.
3. Расчет частотных и динамических характеристик СВЧ усилителя с помощью САПР.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Как определяется коэффициент прямоугольности полового фильтра.
2. Какие элементы модели полевого транзистора определяют граничную частоту.
3. Как определятся коэффициент шума многокаскадного тракта.
4. Какие преимущества имеют квадратурные делители.
5. Определение дифференциального сопротивления эмиттера.

9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Как определяется точка пересечения IP3 многокаскадного приемного тракта.
2. Определение полосы пропускания полового СВЧ фильтра.
3. От каких параметров зависит динамический диапазон.
4. Как определяется развязка между портами делителя.
5. Какие каскады определяют коэффициент шума.

9.1.7. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Определение элементов модели биполярного транзистора на основе S-параметров.
2. Определение элементов модели полевого транзистора на основе S-параметров.
3. Расчет L,C-элементов полосового фильтра.
4. Расчет чувствительности и динамического диапазона приемного тракта.
5. Расчет элементов синфазного делителя мощности.

9.1.8. Темы лабораторных работ

1. Моделирование частотных характеристик СВЧ биполярного транзистора с помощью САПР СВЧ.
2. Моделирование частотных характеристик полевого транзистора с помощью САПР СВЧ.
3. Определение основных параметров полосового фильтра с помощью САПР СВЧ.
4. Расчет основных характеристик синфазного и квадратурного сумматора-делителя с помощью САПР СВЧ.

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

Согласована на портале № 60752

учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– 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.

Согласована на портале № 60752

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 60752

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 3 от «26» 11 2020 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
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9
Старший преподаватель, каф. ТОР	Д.Ю. Пелявин	Согласовано, 7cc8b64f-c195-4b19-9449-1e0dda376c70

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТОР	В.Д. Дмитриев	Разработано, 958443a0-e961-4d1a-8ee1-f051547f2df6

Согласована на портале № 60752