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

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЧ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
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
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	128	128	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	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 № 60755

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины «Автоматизированное проектирование СВЧ устройств» 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.01.06.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов	ПКР-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.	Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.
	ПКР-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований.	Умеет планировать порядок проведения научных исследований.
	ПКР-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.	Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.

Согласована на портале № 60755

ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры	ПКС-1.1. Знает основные направления развития методов приема, передачи и обработки сигналов, направленных на рост технических характеристик проектируемой аппаратуры	Знает основные направления развития методов приема, передачи и обработки сигналов, направленных на рост технических характеристик проектируемой аппаратуры
	ПКС-1.2. Умеет использовать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов при проектировании радиоэлектронной аппаратуры с высокими техническими характеристиками	Умеет использовать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов при проектировании радиоэлектронной аппаратуры с высокими техническими характеристиками
	ПКС-1.3. Владеет навыками проектирования перспективных методов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик аппаратуры	Владеет навыками проектирования перспективных методов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик аппаратуры

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
		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	128	128
Подготовка к зачету с оценкой	22	22
Подготовка к тестированию	16	16
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	2
Выполнение практического задания	10	10
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	15	15
Выполнение индивидуального задания	24	24
Написание отчета по индивидуальному заданию	15	15
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	10	10
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6

Согласована на портале № 60755

Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

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.	2	2	-	8	12	ПКС-1
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	3	2	-	16	21	ПКС-1
3 Активные СВЧ элементы и их модели	3	4	4	40	51	ПКС-1, ПКР-1
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры	3	4	8	28	43	ПКС-1, ПКР-1
5 СВЧ усилители.	3	2	-	4	9	ПКС-1, ПКР-1
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	4	4	4	32	44	ПКС-1, ПКР-1
Итого за семестр	18	18	16	128	180	
Итого	18	18	16	128	180	

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.	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств. Ознакомление с современными пакетами САПР для расчета и проектирования СВЧ устройств AWR и ADS.	2	ПКС-1
	Итого	2	
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).	3	ПКС-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 60755

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.	3	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	3	
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, с применением программ электромагнитного анализа.	3	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	3	
5 СВЧ усилители.	Основные схемы СВЧ усилителей. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения.	3	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	3	
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР. Архитектура построения СВЧ приемных трактов	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	4	
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.	Частотные характеристики СВЧ устройств.	2	ПКС-1
	Итого	2	
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Расчет СВЧ микрополосковых линий передачи	2	ПКС-1
	Итого	2	
3 Активные СВЧ элементы и их модели	Определение элементов линейных эквивалентных моделей биполярных и полевых транзисторов на основе S-параметров.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 60755

4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры	Расчет пассивных СВЧ устройств: полосно-пропускающие фильтры и делители сумматоры. Расчет согласующих цепей на основе ФНЧ и ФВЧ.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	4	
5 СВЧ усилители.	Расчет СВЧ усилителей на основе S-параметров и линейных эквивалентных моделей.	2	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	2	
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Расчет основных частотных и динамических характеристик СВЧ супергетеродинного приемного тракта.	4	ПКС-1
	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	Определение моделей СВЧ биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных характеристик с помощью САПР.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	4	
4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры	Моделирование СВЧ полосно - пропускающих фильтров с помощью САПР СВЧ.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Моделирование СВЧ делителя-сумматора на основе моста Уилкинсона и квадратурного моста.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	8	
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Моделирование СВЧ приемного тракта с помощью САПР.	4	ПКС-1, ПКР-1
	Итого	4	
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

Согласована на портале № 60755

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПКС-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ПКС-1	Защита отчета по практическому занятию
	Выполнение практического задания	2	ПКС-1	Практическое задание
	Итого	8		
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКС-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКС-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	8	ПКС-1	Практическое задание
	Итого	16		
3 Активные СВЧ элементы и их модели	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКС-1, ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	8	ПКС-1, ПКР-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	8	ПКС-1, ПКР-1	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	6	ПКС-1, ПКР-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКС-1, ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКС-1, ПКР-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКС-1, ПКР-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	40		

Согласована на портале № 60755

4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-1, ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	3	ПКС-1, ПКР-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	8	ПКС-1, ПКР-1	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	3	ПКС-1, ПКР-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПКС-1, ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКС-1, ПКР-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКС-1, ПКР-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	28		
5 СВЧ усилители.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-1, ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 60755

6 Радиоприемные СВЧ тракты.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-1, ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	4	ПКС-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	8	ПКС-1	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	6	ПКС-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПКС-1, ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКС-1, ПКР-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКС-1, ПКР-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	32		
Итого за семестр		128		
Итого		128		

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.	
ПКР-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
ПКС-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Согласована на портале № 60755

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				
Зачёт с оценкой	0	0	20	20
Защита отчета по лабораторной работе	4	4	2	10
Защита отчета по практическому занятию	2	2	2	6
Защита отчета по индивидуальному заданию	2	2	6	10
Индивидуальное задание	2	2	2	6
Отчет по индивидуальному заданию	0	0	6	6
Лабораторная работа	4	4	4	12
Практическое задание	2	2	2	6
Тестирование	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	4	4	4	12
Итого максимум за период	24	24	52	100
Нарастающим итогом	24	48	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 60755

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

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. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

Согласована на портале № 60755

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 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:
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Qucs;

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

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 60755

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 № 60755

1 Основные понятия и определения СВЧ устройств.	ПКС-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Пассивные СВЧ элементы и их модели.	ПКС-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Активные СВЧ элементы и их модели	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 60755

4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 СВЧ усилители.	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Радиоприемные СВЧ тракты.	ПКС-1, ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по

Согласована на портале № 60755

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 **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.

Согласована на портале № 60755

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. Коэффициент шума многокаскадного СВЧ усилителя в первую очередь определяется:
   а) выходными каскадами;
   б) всеми каскадами;
   в) входными каскадами;
   г) средними каскадами.
3. Коэффициент устойчивости "k" для активного четырехполюсника должен быть:
   а) больше 0:
   б) больше 0, но меньше 1;
   в) больше 2;
   г) больше 1.
4. Коэффициент преобразования смесителя определяется как отношение мощностей:
   а) сигнала промежуточной частоты к сигналу гетеродина;
   б) радиосигнала к сигналу промежуточной частоты;
   в) сигнала промежуточной частоты к радиосигналу;
   г) радиосигнала к сигналу гетеродина.
5. СВЧ фильтр на встречных стержнях имеет паразитную полосу пропускания:
   а) по второй гармонике;
   б) по всем четным гармоникам;
   б) по всем четным гармоникам;
   г) не имеет паразитных полос.
6. Отрицательная обратная связь в СВЧ усилителях используется:
   а) для расширения полосы пропускания;
   б) для выравнивания коэффициента передачи;
   в) для повышения устойчивости;
   г) для улучшения всех перечисленных факторов.
7. В каком режиме работы СВЧ усилителя мощности угол отсечки меньше 90 градусов:
   а) в классе В;
   б) в классе АВ;
   в) в классе А;
   г) в классе С.
8. Порядок электрической цепи определяется:
   а) числом L элементов;
   б) числом С элементов;
   в) числом R,L,C элементов;
   г) числом L,C элементов.
9. Уровень нелинейных искажений приемного тракта в первую очередь определяется:
   а) входными каскадами;
   б) всеми каскадами;
   в) выходными каскадами;
   г) средними каскадами.
10. 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.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Параметры СВЧ четырехполюсников. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников.

Согласована на портале № 60755

Взаимосвязь с классическими параметрами.
2. Активные СВЧ элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы.
3. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы.
4. Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С.
5. Основные схемы построения СВЧ приемных устройств.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. От каких параметров зависит волновое сопротивление микрополосковой линии.
2. В каком виде представляется входное и выходное сопротивление транзистора.
3. Как рассчитывается точка пересечения IP3 в многокаскадных трактах.
4. Как рассчитывается коэффициент шума в многокаскадных трактах.
5. Как определяется динамический диапазон СВЧ приемного тракта.

9.1.4. Темы практических заданий

1. Частотные характеристики СВЧ устройств.
2. Расчет СВЧ микрополосковых линий передачи.
3. Определение элементов модели СВЧ биполярного транзистора.
4. Определение элементов модели СВЧ полевого транзистора.
5. Расчет динамических характеристик приемного тракта.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Как определяется коэффициент прямоугольности полосно-пропускающих фильтров.
2. Какой делитель-сумматор имеет лучшее согласование: синфазный или квадратурный и почему?
3. Какая емкость оказывает наибольшее влияние на нелинейные искажения в полевом транзисторе.
4. Какой характер входного сопротивления биполярного транзистора по схеме ОБ и ОЭ.
5. Какой элемент эквивалентной модели полевого транзистора влияет на устойчивость усилителя.

9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Какой параметр S-матрицы определяет выходное сопротивление транзистора.
2. По каком критерию определяется полоса пропускания фильтра.
3. Как зависит динамический диапазон приемного тракта от полосы пропускания.
4. Чему равны волновые сопротивления квадратурного моста.
5. Какой параметр Y-матрицы определяет емкость затвор-исток.

9.1.7. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Определение элементов эквивалентной модели биполярного транзистора.
2. Определение элементов эквивалентной модели полевого транзистора.
3. Расчет полосно-пропускающего СВЧ фильтра.
4. Расчет квадратурного моста.
5. Расчет динамических параметров СВЧ приемного тракта.

9.1.8. Темы лабораторных работ

1. Определение моделей СВЧ биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных характеристик с помощью САПР.
2. Моделирование СВЧ полосно -пропускающих фильтров с помощью САПР СВЧ.
3. Моделирование СВЧ делителя-сумматора на основе моста Уилкинсона и квадратурного моста.
4. Моделирование СВЧ приемного тракта с помощью САПР.

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.

Согласована на портале № 60755

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 9.2.

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;

Согласована на портале № 60755

– 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.

Согласована на портале № 60755

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	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
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 № 60755