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

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные технологии наземного и космического назначения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

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 № 69835

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка бакалавра к профессиональной деятельности, ознакомление с САПР и технологиями СВЧ устройств на схемотехническом и технологическом уровне. Формирование у студентов понимания сущности и особенностей СВЧ техники и специфики САПР для проектирования СВЧ устройств на схемном и технологическом уровне.

1.2. Задачи дисциплины

1. Знакомство с моделями основных элементов СВЧ устройств и узлов. Ознакомление с современные пакетами САПР, возможностями моделирования. Знакомство с принципами методами эскизного проектирования СВЧ элементов и устройств как стадией создания нулевых приближений при подготовке к работе с пакетами современных САПР СВЧ. Работа с демонстрационными и учебными версиями пакетов САПР.

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.02.14.
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		
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает стадии разработки электронных средств и систем	Умение осуществлять эскизный расчет нулевых приближений схемотехнических решений элементов и функциональных узлов СВЧ.
	ПК-3.2. Умеет организовывать исследования и разрабатывать планы создания электронных средств и систем согласно стадиям проектирования	Знать возможности основных современных пакетов САПР СВЧ устройств при моделировании на уровне приборов, технологии и схемотехники.
	ПК-3.3. Владеет навыками организации исследования и разработки планов создания электронных средств и систем согласно стадиям проектирования	Обосновывать выбор конструктивных и технологических решений на стадии подготовки к моделированию средствами современных пакетов САПР СВЧ. .

Согласована на портале № 69835

ПК-11. Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования	ПК-11.1. Знает этапы разработки и требования к оформлению конструкторской и технологической документации	Знание этапов разработки и требования к оформлению конструкторской и технологической документации
	ПК-11.2. Умеет разрабатывать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования	Умение разрабатывать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования
	ПК-11.3. Владеет навыком разработки и оформления конструкторской и технологической документации в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования	Владение навыками разработки и оформления конструкторской и технологической документации в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования

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 3 зачетных единиц, 108 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
		7 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
Подготовка к тестированию	21	21
Подготовка к зачету	15	15
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	11	11
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	5	5

Согласована на портале № 69835

Написание отчета по лабораторной работе	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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
7 семестр						
1 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	2	2	-	4	8	ПК-11, ПК-3
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	2	2	-	4	8	ПК-11, ПК-3
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	2	2	-	4	8	ПК-11, ПК-3
4 Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	2	2	-	4	8	ПК-11, ПК-3
5 Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	2	8	-	10	20	ПК-11, ПК-3
6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	2	2	4	14	22	ПК-11, ПК-3
7 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	2	-	12	8	22	ПК-11, ПК-3
8 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	2	-	-	4	6	ПК-11, ПК-3
9 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	2	-	-	4	6	ПК-11, ПК-3
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)

Согласована на портале № 69835

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Модели линий передачи СВЧ в САПР	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
4 Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
5 Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
7 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
8 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	

Согласована на портале № 69835

9 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов	2	ПК-3, ПК-11
	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
7 семестр			
1 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	Уровни моделирования при разработке СВЧ устройств. Современные САПР СВЧ.	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Модели пассивных элементов, способы их описания и идентификации на уровне эквивалентных схем при линейном моделировании.	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	Модели пассивных элементов с распределенными параметрами различного уровня приближения к точному описанию физики их работы с учетом технологии их последующего производства. Полосковые и микрополосковые линии. Моделирование фильтров СВЧ на элементах с распределенными параметрами. Переход к топологическому представлению микрополосковых фильтров	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	

Согласована на портале № 69835

4 Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	Понятие согласования. Критерии согласования по передаваемой мощности, шуму, мощности. 1) Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины. 2) Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
5 Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита. 1) Физической цепью Г-образной структуры L, C 2) Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C 3) Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ 4) Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, ХХМПЛ 5) Физической цепью в виде двух последовательно включенных отрезков МПЛ, второй из которых представляет из себя четвертьволновый трансформатор.	8	ПК-3, ПК-11
	Итого	8	
6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	Расчет шлейфного направленного ответвителя	2	ПК-3, ПК-11
	Итого	2	
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
7 семестр			

6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	2. Антенный переключатель. Варианты (на ФВ , с переключателями, на НО). Рассчитать шлефный НО и волновые сопротивления ответвителя (при четном и не четном возбуждении) на связанных линиях. Критерии выбора НО. (с учетом мощностей)	4	ПК-3, ПК-11
	Итого	4	
7 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	1. Балансный усилитель. Выбрать структурную схему и тип НО исходя из конструктивных ограничений и полосы частот. Рассчитать шлейфный НО. Расчет волновых сопротивлений ответвителя (при четном и не четном возбуждении) на связанных линиях.	4	ПК-3, ПК-11
	3. Фазовращатель. Структурная схема. Принципиальная схема. Подводка питания к управляемым элементам (диодам или транзисторам) устройствам. Расчет элементов цепей упраления и развязки. Расчет НО шлейфного типа.	4	ПК-3, ПК-11
	4. Аттенюатор. Структурная схема. Принципиальная схема. Подводка питания к управляемым элементам (диодам или транзисторам) устройствам. Расчет элементов цепей упраления и развязки. Расчет НО шлейфного типа.	4	ПК-3, ПК-11
	Итого	12	
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
7 семестр				
1 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	Подготовка к тестированию	3	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	1	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		

Согласована на портале № 69835

2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	Подготовка к тестированию	3	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	1	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	Подготовка к тестированию	3	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	1	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		
4 Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		
5 Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	6	ПК-3, ПК-11	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	10		
6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	5	ПК-3, ПК-11	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-3, ПК-11	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3, ПК-11	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	14		
7 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3, ПК-11	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3, ПК-11	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	8		

Согласована на портале № 69835

8 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		
9 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-11	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПК-3, ПК-11	Зачёт
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

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.	
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование
ПК-11	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Зачёт	5	8	11	24
Лабораторная работа	4	7	10	21

Согласована на портале № 69835

Расчетная / расчетно-графическая работа	4	7	9	20
Тестирование	3	6	8	17
Отчет по лабораторной работе	3	6	9	18
Итого максимум за период	19	34	47	100
Нарастающим итогом	19	53	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)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Григорьев, А.Д. Микроволновая электроника [Электронный ресурс] : учеб. / А.Д. Григорьев, В.А. Иванов, С.И. Молоковский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 496 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/74674.

7.2. Дополнительная литература

1. Глазов, Г. Н. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ / Г. Н. Глазов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 246 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4944 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Коротаев, В. М. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для лабораторных работ [Электронный ресурс] / В. М. Коротаев — Томск: ТУСУР, 2016. — 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6614.

Согласована на портале № 69835

2. Интегральные физические процессы: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / А. С. Шостак - 2012. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1547.

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

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: 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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория безопасности жизнедеятельности: 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

Согласована на портале № 69835

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; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Сканер HP SCANJET 3770 (A4 COLOR, PLAIN, 1200 DPI);
- Телевизор плазменный 51” (129 cv);
- Принтер лазерный HP LASER JET 1020. A4 (USB 2.0);
- Лазерный принтер HP LA-SER JET 1100;
- Робот для обучения программированию UND R3;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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 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

Согласована на портале № 69835

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 СВЧ и оптический диапазоны частот. Техника СВЧ. Современные САПР СВЧ.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Модели линий передачи СВЧ в САПР.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Системы параметров и численные методы линейного моделирования СВЧ устройств. Параметры рассеяния.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Согласующие устройства на сосредоточенных и распределенных элементах. Критерии и методы согласования	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Диарамма Смита как инструмент визуализации в САПР эволюционной процедуры решения задачи согласования	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Направленные ответвители СВЧ. классификация, конструктивные реализации. Применение.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 69835

7 Моделирование функциональных устройств СВЧ в пакетах современных САПР	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Линейные и нелинейные модели активных элементов в составе СВЧ устройств используемые в современных САПР.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Измерение параметров СВЧ элементов и устройств и использование результатов измерений в САПР при проектировании функциональных узлов.	ПК-11, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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.

Согласована на портале № 69835

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

1. Диапазон сверх высоких частот это:
   а)3-300 МГц
   б)300-3000 МГц
   в)3-30 ГГц
   г)30МГц-3000 ГГц
2. Элемент электрической цепи нужно рассматривать как элемент с распределенными параметрами при соотношении длины волны рабочей частоты λ и физической длины элемента электрической цепи l:
   а) $l \geq \lambda/2$
   б) l □ λ/12
   в) l □ λ/12
   г) $l \geq \lambda/4$
3. Определение волнового сопротивления передающей линии СВЧ без потерь. L и C –погонные параметры передающей линии.
   а) $Z=\sqrt{(L/C)}$
   б) Z=L/C
   в) Z=1/2(L/C)
   г) Z=2(L/C)
4. Коэффициент отражения по напряжению это:
   а) Отношение мощности отраженной волны к мощности падающей волны
   б) Отношение напряжения отраженной волны к мощности падающей волны
   в) Отношение мощности отраженной волны к напряжению падающей волны
   г) Отношение напряжения отраженной волны к напряжению падающей волны
5. Выражение коэффициента отражения от нагрузки Zн в тракте с волновым сопротивлением Zв:
   а) Г=(Zн+Zв)/(Zн-Zв)
   б) Г=(Zн-Zв)/(Zн+Zв)
   в) Г=U(Zн+Zв)/(Zн-Zв)
   г) Г=P(Zн+Zв)/(Zн-Zв)

Согласована на портале № 69835

6. Пределы изменения модуля коэффициента отражения:
   а) 1÷ ∞
   б) 0÷1
   в) 1÷2
   г) 0÷∞
7. Пределы изменения коэффициента стоячей волны:
   а) 1÷ ∞
   б) 0÷1
   в) 1÷2
   г) 0÷∞
8. Определение коэффициента стоячей волны по напряжению:
   а) КСВн=(1-|Гн |)/(1+|Гн |)
   б) КСВн=U(1+|Гн |)/(1-|Гн |)
   в) КСВн=(1+|Гн |)/(1-|Гн |)
   г) КСВн=Р(1+|Гн |)/(1-|Гн |)
9. Условие согласования на максимум передаваемой мощности от генератора с выходным сопротивлением RГ и сопротивления нагрузки RН:
   а) RН ≥ RГ
   б) RН ≤ RГ
   в) RН ≈ RГ
   г) RН = RГ
10. Какие графические средства САПР СВЧ позволяют осуществлять преобразования комплексных величин параметров рассеяния, импедансов, иммитансов из алгебраической формы в показательную непосредственно, а также взаимное преобразование параметров рассеяния, импедансов и иммитансов:
    а) Графики модулей в декартовых системах координат
    б) Графики фаз в декартовых системах координат
    в) Графики модулей и фаз в декартовых системах координат
    г) Диаграмма Смита

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Диапазон частот СВЧ и микроволновый. Классификация
2. По какому признаку разграничиваются сосредоточенные и распределенные элементы СВЧ схем.
3. Первичные параметры одиночных и многосвязанных полосковых линий.
4. Классические и волновые матричные параметры четырехполюсников и, в общем случае, многополюсников СВЧ.
5. Согласование. Критерии согласования.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Аналитическое решение задачи согласования двух импедансов на СВЧ для чисто активных нагрузок разной величины
   с помощью отрезка передающей линии
2. Аналитическое решение задачи согласования двух комплексных импедансов на СВЧ с использованием модели идеального согласующего четырехполюсника
3. Решение задачи согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита.
   Физической цепью Г-образной структуры L, C
4. Задача согласования для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита
   Физической цепью Г-образной структуры МПЛ, C
5. Согласование для модели активного четырехполюсника без обратной связи, с

Согласована на портале № 69835

графической визуализацией процесса проектирования и результата расчета на диаграмме Смита
Физической цепью Г-образной структуры L, ХХМПЛ

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. 2. Антенный переключатель. Варианты (на ФВ , с переключателями, на НО). Рассчитать шлефный НО и волновые сопротивления ответвителя (при четном и не четном возбуждении) на связанных линиях. Критерии выбора НО. (с учетом мощностей)
2. 1. Балансный усилитель. Выбрать структурную схему и тип НО исходя из конструктивных ограничений и полосы частот. Рассчитать шлейфный НО. Расчет волновых сопротивлений ответвителя (при четном и не четном возбуждении) на связанных линиях.
3. 3. Фазовращатель. Структурная схема. Принципиальная схема. Подводка питания к управляемым элементам (диодам или транзисторам) устройствам. Расчет элементов цепей упраления и развязки. Расчет НО шлейфного типа.
4. 4. Аттенюатор. Структурная схема. Принципиальная схема. Подводка питания к управляемым элементам (диодам или транзисторам) устройствам. Расчет элементов цепей упраления и развязки. Расчет НО шлейфного типа.

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

Согласована на портале № 69835

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.

Согласована на портале № 69835

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 81 от «19» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745
Доцент, каф. РЭТЭМ	В.С. Солдаткин	Согласовано, 20f9f21b-db84-4e42-8e40-98cd2ddd9cbe

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РЭТЭМ	В.М. Коротаев	Разработано, 03fb6899-8b31-49b9-93c3-779cacecdd25

Согласована на портале № 69835