МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	10	18	часов
2	Практические занятия	8	8	16	часов
3	Лабораторные работы	16	18	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	32	36	68	часов
5	Самостоятельная работа	76	72	148	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	216	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	0	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	108	144	252	часов
		3	4	7	З.Е.

Зачет: 2 семестр
Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 31316

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

к.т.н., доцент каф. КСУП	_____	М. В. Черкашин
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС	_____	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

к.т.н.. доцент каф. КСУП	_____	Н. Ю. Хабибулина
д.т.н., профессор каф. КСУП	_____	Л. И. Бабак

Согласована на портале № 31316

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основная цель данного курса состоит в изучении общих принципов построения и работы полупроводниковых устройств СВЧ диапазона (функциональных узлов), входящих в составе радиоэлектронных и\или радиотехнических систем (РЭС).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ПСК-2 - умение разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;

ПСК-3 - умение разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР

1.2. Задачи дисциплины

- изучение схемотехники и принципов построения функциональных узлов, входящих в состав СВЧ РЭС
- изучение типовых методик для расчета функциональных узлов РЭС
- получение навыков по расчету функциональных узлов РЭС
- получение навыков моделирования функциональных узлов РЭС с помощью САПР

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств, Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств, Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, СВЧ цепи, элементы и модели, Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- ПСК-2 умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;
- ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** теоретические основы принципов построения и работы функциональных узлов, входящих в состав СВЧ РЭС
- **уметь** использовать типовые методики расчета полупроводниковых СВЧ устройств
- **владеть** методами и современными программными средствами для расчета и моделирования полупроводниковых СВЧ устройств

Согласована на портале № 31316

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		2 семестр	3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	**68**	**32**	**36**
Лекции	18	8	10
Практические занятия	16	8	8
Лабораторные работы	34	16	18
Самостоятельная работа (всего)	**148**	**76**	**72**
Выполнение расчетных работ	68	36	32
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	12	12
Проработка лекционного материала	22	10	12
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	8	4
Подготовка к практическим занятиям	22	10	12
Всего (без экзамена)	**216**	**108**	**108**
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость, ч	**252**	**108**	**144**
Зачетные Единицы	**7.0**	**3.0**	**4.0**

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	**Лек., ч**	**Прак. зан., ч**	**Лаб. раб., ч**	**Сам. раб., ч**	**Всего часов (без экзамена)**	**Формируемые компетенции**
2 семестр						
1 Принципы построения и структура типовых СВЧ РЭС	4	0	0	8	12	ОПК-1, ПСК-2
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	4	8	16	68	96	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
Всего за семестр	8	8	16	76	108	
3 семестр						
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	4	4	10	32	50	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	2	4	8	32	46	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
5 Устройства управления амплитудой и	4	0	0	8	12	ОПК-1, ПСК-2

Согласована на портале № 31316

фазой сигнала. Основные структурные схемы и принципы построения.						
Всего за семестр	10	8	18	72	108	
Итого	**18**	**16**	**34**	**148**	**216**	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Принципы построения и структура типовых СВЧ РЭС	Назначение и состав радиотехнических (радиоэлектронных) систем СВЧ диапазона. Типовые структурные схемы приемно-передающего СВЧ тракта. Функциональные узлы РЭС, назначение и рабочие характеристики.	4	ОПК-1, ПСК-2
	Итого	4	
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Типы и основные характеристики усилителей СВЧ диапазона. Структурные схемы усилителей. Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Усилительный каскад на полевом транзисторе.	4	ОПК-1, ПСК-2
	Итого	4	
Всего за семестр		8	
3 семестр			
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Типы и основные характеристики генераторов СВЧ диапазона. Структурные схемы генераторов СВЧ диапазона на полевых и биполярных транзисторах. Перестройка частоты в генераторах СВЧ диапазона.	4	ОПК-1, ПСК-2
	Итого	4	
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Типы и основные характеристики преобразователей частоты. Структурные схемы преобразователей частоты (диодные, на биполярных транзисторах, на полевых транзисторах).	2	ОПК-1, ПСК-2
	Итого	2	
5 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала. Основные структурные схемы и принципы построения.	Типы и основные характеристики аттенюаторов СВЧ диапазона. Структурные схемы аттенюаторов (диодные, на биполярных транзисторах, на полевых транзисторах).Типы и основные характеристики фазовращателей СВЧ диапазона. Структурные схемы фазовращателей.	4	ОПК-1, ПСК-2
	Итого	4	
Всего за семестр		10	
Итого		**18**	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 31316

обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 СВЧ цепи, элементы и модели	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле		+	+	+	+
2 Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств \ Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств		+	+	+	+
3 Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.
Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПСК-2	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПСК-3		+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.
Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные	Расчет параметров и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по постоянному	8	ОПК-1, ПСК-2,

Согласована на портале № 31316

структурные схемы и принципы построения.	току		ПСК-3
	Расчет и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току	8	
	Итого	16	
Всего за семестр		16	
3 семестр			
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет и моделирование схемы генератора СВЧ диапазона.	10	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Итого	10	
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет и моделирование схемы смесителя на СВЧ диодах.	8	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Итого	8	
Всего за семестр		18	
Итого		**34**	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	**Наименование практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, ч**	**Формируемые компетенции**
2 семестр			
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	1 Расчет схемы стабилизации режима по постоянному току усилительного каскада на биполярном транзисторе	4	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
	2 Расчет схемы и параметров усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току	4	
	Итого	8	
Всего за семестр		8	
3 семестр			
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	1 Расчет схемы и параметров СВЧ генератора	4	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Итого	4	
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	1 Расчет схемы и параметров смесителя на СВЧ диодах	4	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3
	Итого	4	
Всего за семестр		8	
Итого		**16**	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 31316

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Принципы построения и структура типовых СВЧ РЭС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-1, ПСК-2	Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Выполнение расчетных работ	36		
	Итого	68		
Всего за семестр		76		
3 семестр				
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Выполнение расчетных работ	16		
	Итого	32		
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПСК-2, ПСК-3	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Выполнение расчетных работ	16		
	Итого	32		
5 Устройства управления амплитудой и фазой	Самостоятельное изучение тем (вопросов)	4	ОПК-1, ПСК-2	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 31316

сигнала. Основные структурные схемы и принципы построения.	теоретической части курса			
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
Всего за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		**184**		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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				
Зачет			20	20
Конспект самоподготовки	2	2	1	5
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Расчетная работа	5	5	5	15
Итого максимум за период	17	32	51	100
Нарастающим итогом	17	49	100	100
3 семестр				
Конспект самоподготовки	2	2	1	5
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Отчет по практическому занятию		10	10	20
Расчетная работа	5	5	5	15
Итого максимум за период	7	32	31	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	7	39	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 31316

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1219, дата обращения: 14.06.2018.

2. Зырянов, Ю.Т. Основы радиотехнических систем: учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67469, дата обращения: 14.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

3. Воскресенский Д. И. и др. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов / под ред. Д. И. Воскресенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника. – 2006. – 375 с. – ISBN 5-88070-086-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4. Каплун В. А. и др. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стереотип. – М.: Высшая школа. – 2005. – 293 с. - ISBN 5-06-004043-7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

5. Черкашин М.В. Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона / учебно-методическое пособие. – Томск: ТУСУР .2015. -12 с. (описание практические работы - стр.,3-4; лабораторные работы – стр.5-6; самостоятельная работа – стр.7-8) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/poluprovodnikovye-ustrojstva-svch-diapazona-pu-svch-d, дата обращения: 14.06.2018.

12.3.2. 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:

Согласована на портале № 31316

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Поисковые системы: http://www.google.com, http://www.yandex.ru, http://rambler.ru
2. Электронная база данных учебно-методических разработок каф. КСУП: http://new.kcup.tusur.ru/library
3. Доступ к электронным ресурсам на научно-образовательном портале университета: http://edu.tusur.ru
4. Доступ к электронному каталогу библиотеки университета: http://lib.tusur.ru
5. ЭБС "Лань": https://e.lanbook.com/
6. ЭБС "ibooks.ru": https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf
7. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования e-library: www.elibrary.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория – учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 326 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория информационных технологий – учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 323 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПТК На базе IBM PC/AT (4 шт.);
- ПЭВМ DURON SWS 40;
- ПЭВМ IBM PC-XT;
- ПЭВМ IBM/PC-386;
- ПЭВМ VIVO D 133 (2 шт.);
- КомпьютерP WS2;
- ПЭВМ "AMSTRAD";
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

Согласована на портале № 31316

- Far Manager
- Foxit Reader
- Keysight (ADS)
- Keysight System Vue
- Microsoft EXCEL Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Word Viewer

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

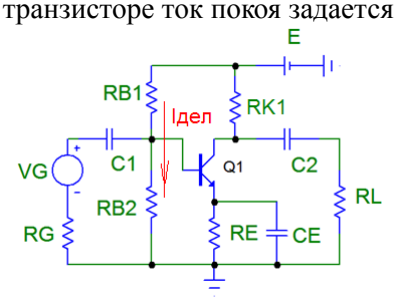
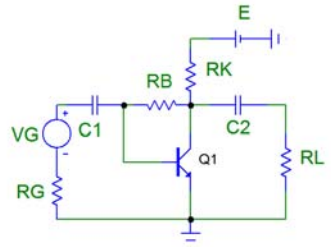
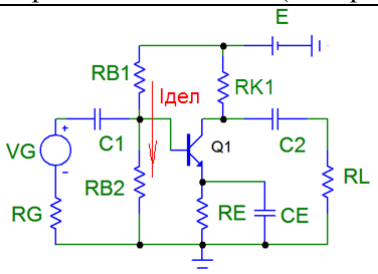
Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 31316

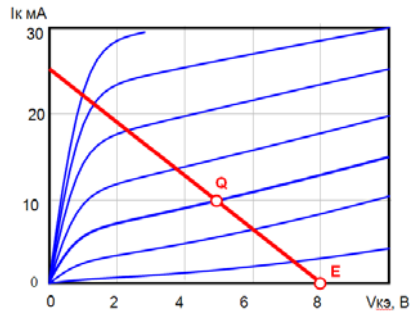
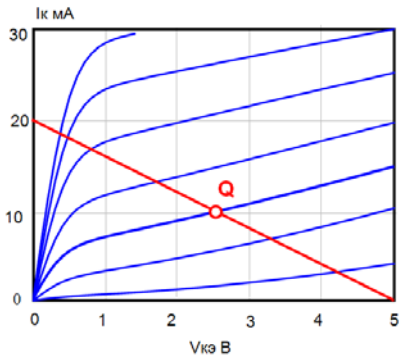
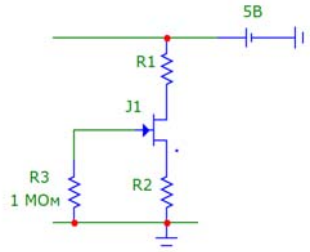
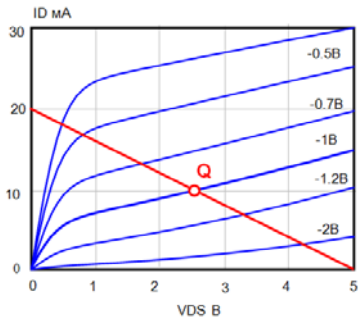
14.1.1. Тестовые задания

1	Приемный тракт радиоэлектронной системы СВЧ диапазона, построенный на основе супергетеродинной схеме, включает в себя (выберите нужные компоненты)	Малошумящий усилитель (МШУ)
		Переключатель
		Генератор
		Усилитель промежуточной частоты
		Микроконтроллер
		АЦП
		ЦАП
		ФНЧ
		Полосовой фильтр
		Смеситель
		Антенну
2	В режиме класса А усилитель имеет угол отсечки равный (выберите верное значение)	180^o
		90^o
		от 90^oдо 180^o
		менее 90^o
		более 180^o
3	В режиме класса В усилитель имеет угол отсечки равный (выберите верное значение)	180^o
		90^o
		от 90^oдо 180^o
		менее 90^o
		более 180^o
4	В резистивном усилительном каскаде, работающем в линейном режиме (класс А), можно получить предельный КПД (выберите верное значение)	не более 50 %
		не более 25 %
		не более 78 %
		не более 12,5 %
		до 100%
5	Основное усиление сигнала в приемном тракте РЭС обеспечивает (выберите верное утверждение)	Малошумящий усилитель
		Усилитель промежуточной частоты
		Оконечный усилитель
		АЦП
		ЦАП
		ФНЧ
		Полосовой фильтр
6	Основные дестабилизирующие факторы, влияющие на работу усилителя на транзисторах (выберите верное утверждение)	Дождь
		Снег
		Температура
		Разброс параметров пассивных элементов
		Разброс параметров активных элементов
		Вибрация
		Нестабильность источника сигнала
		Нестабильность источника питания
7	Что такое рабочая точка транзистора ? (выберите верное утверждение)	Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при отсутствии полезного сигнала
		Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при наличии полезного сигнала
		Точка на выходных ВАХ транзистора, в которой пересекаются нагрузочные линии
		Точка на плоскости выходных (или других) характеристик усилительного прибора, связывающая текущие значения напряжений и токов
8	$\|h_{21Э}\| = 6$ на частоте $F_{h21} = 2$ ГГц, Найдите граничную частоту усиления транзистора Ft. (выберите верное значение)	6 ГГц
		10 ГГц
		12 ГГц

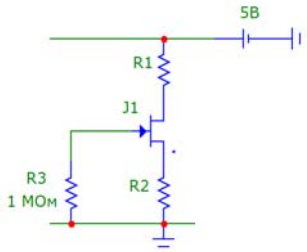
Согласована на портале № 31316

		3 ГГц
		2 ГГц
		0,33 ГГц
		0,5 ГГц
9	С ростом частоты коэффициент передачи по мощности транзистора уменьшается (как правило) со скоростью (выберите верное утверждение)	10 дБ/октаву
		3 дБ/октаву
		6 дБ/октаву
		1 дБ/октаву
		12 дБ/октаву
10	В резисторном усилительном каскаде на биполярном транзисторе ток покоя задается  (выберите верное утверждение)	Сопротивлением нагрузки RL
		Сопротивлением в цепи коллектора RK1
		Базовым делителем RB1 и RB2
		Конденсатором в цепи эмиттера CE
		Разделительным конденсатором на входе C1
		Разделительным конденсатором на выходе C2
		Зависит от выбора самого транзистора (от значения h_{210})
		*Сопротивлением в цепи эмиттера RE
11	При наличии в схеме усилителя отрицательной обратной связи (выберите верное утверждение)	Коэффициент усиления увеличивается
		Коэффициент усиления уменьшается
		Коэффициент усиления не изменяется
		Полоса пропускания увеличивается
		Полоса пропускания уменьшается
		Полоса пропускания не изменяется
12	Граничная частота усиления транзистора равна Ft=6 ГГц. Чему будет равен коэффициент передачи по току $\|h_{21э}\|$ на частоте F_{h21} = 2 ГГц? (выберите верное значение)	10
		3
		100
		12
		20
		0.33
13	 На рис показана схема (выберите верное утверждение)	Базовой стабилизации режима по постоянному току
		Коллекторной стабилизации режима по постоянному току
		Эмиттерной стабилизации режима по постоянному току
		Комбинированной стабилизации режима по постоянному току
14	 На рис показана схема (выберите верное утверждение)	Базовой стабилизации режима по постоянному току
		Коллекторной стабилизации режима по постоянному току
		Эмиттерной стабилизации режима по постоянному току
		Комбинированной стабилизации режима по постоянному току
15	Даны ВАХ с линией нагрузки $R_{н=}$.	100 Ом
		50 Ом
		300 Ом

Согласована на портале № 31316

	 Чему равно сопротивление нагрузки транзистора по постоянному току ?	10 Ом 30 Ом 250 Ом
16	Даны ВАХ с линией нагрузки по переменному току $R_{н\sim}$  Определить предельный КПД данного режима работы транзистора	Не более 25% Не более 50% Не более 78% Не более 12,5%
17	Для схемы усилителя на полевом транзисторе J1  построены ВАХ и нагрузочная линия по постоянному току $R_{н=}$ (см. рис.)  Необходимо рассчитать значения R1 и R2 (выберите верные значения)	R1 = 100 Ом R2 = 100 Ом R1 = 1000 Ом R2 = 150 Ом R1 = 150 Ом R2 = 100 Ом R1 = 100 Ом R2 = 15 Ом
18	Для схемы усилителя на полевом транзисторе J1	I_{D0} = 5 мА I_{D0} = 10 мА I_{D0} = 100 мА I_{D0} = 50 мА

Согласована на портале № 31316

	 R1 = 150 Ом R2 = 100 Ом Чему равен ток покоя I_{D0}, если напряжение на транзисторе задано V_{DS0}=2.5 В (выберите верные значения)	I_{D0} = 25 мА
		I_{D0} = 20 мА
19	В области верхних частот полосы пропускания разделительные конденсаторы на входе и выходе усилительного каскада	Оказывают существенное влияние на форму АЧХ
		Не влияют на форму АЧХ
		Незначительно влияют на форму АЧХ
20	При подаче на входы дифференциального усилительного каскада с коэффициентом передачи равным 100 синфазного сигнала амплитудой 10 мВ, на выходе получим напряжение, амплитуда которого будет равна величине (выберите верные значения)	0,5 В
		1 В
		0 В
		0,01 мВ
		0,1 В
		5 В
		2 В

14.1.2. Экзаменационные вопросы (примерный перечень вопросов)

1 Типовая структурная схема аналоговой части приемного тракта РЭС

2 Типовая структурная схема аналоговой части передающего тракта РЭС

3 Типовая структурная схема супергетеродинного приемника

4 Типовая структурная схема приемника прямого усиления

5 СВЧ МШУ в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

6 УРЧ в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

7 Усилители мощности в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

8 Усилители на БПТ: базовая схема обеспечения режима по постоянному току

9 Усилители на БПТ: коллекторная схема обеспечения режима по постоянному току

10 Усилители на БПТ: эмиттерная схема обеспечения режима по постоянному току

11 Усилители на БПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току

12 Усилители на БПТ: расчет элементов по переменному току

13 Усилители на ПТ: схема обеспечения режима по постоянному току с автосмещением

14 Усилители на ПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току

15 Автогенераторы СВЧ: назначение, основные характеристики

16 Автогенераторы СВЧ: LC-генераторы, типовые схемы

17 Автогенераторы СВЧ: емкостная трехточка, расчет элементов

18 Автогенераторы СВЧ: индуктивная трехточка, расчет элементов

19 Смесители: назначение, основные характеристики

20 Смесители СВЧ: балансный смеситель на диодах, типовые схемы, расчет элементов

21 Смесители СВЧ: смесители на ПТ, типовые схемы, расчет элементов

22 Устройства управления сигналом: аттенюаторы, назначение, основные характеристики

23 Устройства управления сигналом: фазовращатели, назначение, основные характеристики

24 Устройства управления сигналом: аттенюаторы, типовые схемы, расчет элементов

25 Устройства управления сигналом: фазовращатели, типовые схемы, расчет элементов

Согласована на портале № 31316

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

На самостоятельную проработку теоретического материала выносятся следующие темы:

1. Состав и назначение функциональных узлов СВЧ радиотракта.
2. Типовые схемы и характеристики функциональных узлов СВЧ РЭС.
3. Усилители мощности СВЧ диапазона. Принципа работы и типовые схемы.
4. Ключевые усилители классов E и F. Методы уменьшения нелинейных искажений.
5. Устройства управления амплитудой и фазой сигнала. Типовые структурные схемы и характеристики.

14.1.4. Зачёт (примерный перечень вопросов)

1 Типовая структурная схема аналоговой части приемного тракта РЭС

2 Типовая структурная схема аналоговой части передающего тракта РЭС

3 Типовая структурная схема супергетеродинного приемника

4 Типовая структурная схема приемника прямого усиления

5 СВЧ МШУ в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

6 УРЧ в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

7 Усилители мощности в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики

8 Усилители на БПТ: базовая схема обеспечения режима по постоянному току

9 Усилители на БПТ: коллекторная схема обеспечения режима по постоянному току

10 Усилители на БПТ: эмиттерная схема обеспечения режима по постоянному току

11 Усилители на БПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току

12 Усилители на БПТ: расчет элементов по переменному току

13 Усилители на ПТ: схема обеспечения режима по постоянному току с автосмещением

14 Усилители на ПТ: схемы с активной стабилизацией режима по постоянному току

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- расчет схемы стабилизации режима по постоянному току усилительного каскада на биполярном транзисторе
- расчет схемы и параметров усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току
- расчет схемы и параметров смесителя на СВЧ диодах
- расчет схемы и параметров СВЧ генератора

14.1.6. Темы расчетных работ

- расчет схемы стабилизации режима по постоянному току усилительного каскада на БПТ
- расчет схемы активной стабилизации режима по постоянному току усилительного каскада на БПТ
- расчет схемы усилительного каскада на БПТ по переменному току
- расчет схемы автогенератора на полевом транзисторе
- расчет схемы кольцевого смесителя на СВЧ диодах

14.1.7. Темы лабораторных работ

- расчет параметров и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по постоянному току
- расчет и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току
- расчет и моделирование схемы генератора СВЧ диапазона.
- расчет и моделирование схемы смесителя на СВЧ диодах.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены

Согласована на портале № 31316

дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 № 31316