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

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: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
Практические занятия	10	10	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

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

Томск

Согласована на портале № 74534

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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).

1.2. Задачи дисциплины

1. изучение принципов построения и схемотехники функциональных узлов, входящих в состав СВЧ РЭС.
2. изучение типовых методик для расчета функциональных узлов РЭС.
3. получение навыков по расчету типовых функциональных узлов РЭС.
4. получение навыков моделирования типовых функциональных узлов РЭС с помощью современных САПР.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.
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		

Согласована на портале № 74534

ПК-2. Способен выполнять разработку, физическую верификацию и моделирование топологических представлений отдельных аналоговых блоков и СФ-блоков	ПК-2.1. Знает методы разработки, физической верификации и моделирования топологических представлений отдельных аналоговых блоков и СФ-блоков	знает принципы построения, схемотехнику, методы разработки, моделирования и физической верификации топологических представлений типовых аналоговых блоков РЭУ, в том числе и СФ-блоков
	ПК-2.2. Умеет выполнять разработку, физическую верификацию и моделирование топологических представлений отдельных аналоговых блоков и СФ-блоков	умеет решать задачи по разработке, моделированию, физической верификации топологических представлений типовых аналоговых блоков РЭУ, в том числе и СФ-блоков
	ПК-2.3. Владеет методами и приемами разработки, физической верификации и моделирования топологических представлений отдельных аналоговых блоков и СФ-блоков	владеет методами и приемами разработки, моделирования и физической верификации топологических представлений типовых аналоговых блоков РЭУ, в том числе и СФ-блоков на основе применения современных САПР

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	36	36
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	108	108
Подготовка к тестированию	18	18
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	36	36
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	54	54
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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

Согласована на портале № 74534

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 Принципы построения, параметры и структура типовых СВЧ РЭС	2	-	-	6	8	ПК-2
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	2	2	10	34	48	ПК-2
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения	2	4	4	34	44	ПК-2
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	2	4	4	34	44	ПК-2
Итого за семестр	8	10	18	108	144	
Итого	8	10	18	108	144	

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 Принципы построения, параметры 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.	2	ПК-2
	Итого	2	
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.	2	ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 74534

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	2	ПК-2
	Итого	2	
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	ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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			
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет схемы стабилизации режима по постоянному току усилительного каскада на биполярном транзисторе	2	ПК-2
	Итого	2	
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения	Расчет схемы и параметров СВЧ генератора на транзисторе	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет схемы и параметров смесителя на СВЧ диодах	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		10	
Итого		10	

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			

Согласована на портале № 74534

2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет параметров и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по постоянному току	6	ПК-2
	Расчет и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току	4	ПК-2
	Итого	10	
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения	Расчет и моделирование схемы генератора СВЧ диапазона на транзисторе	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Расчет и моделирование схемы смесителя на СВЧ диодах.	4	ПК-2
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Принципы построения, параметры и структура типовых СВЧ РЭС	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	18	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Итого	34		

Согласована на портале № 74534

3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	18	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Итого	34		
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	18	ПК-2	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Итого	34		
Итого за семестр		108		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		144		

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-2	+	+	+	+	Лабораторная работа, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Лабораторная работа	10	10	15	35
Расчетная / расчетно-графическая работа	10	10	10	30
Тестирование	1	2	2	5

Согласована на портале № 74534

Экзамен				30
Итого максимум за период	21	22	27	100
Нарастающим итогом	21	43	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1903-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212156.

2. 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.).

7.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210695.

2. 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.).

3. Твердотельная электроника: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2006. 330 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/538.

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 74534

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Черкашин М.В. Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона: учебно-методические указания по выполнению практических и лабораторных работ, а также рекомендации по выполнению самостоятельной работы. Томск. ТУСУР. 2015. с.8 - Режим доступа: для авториз. пользователей [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://new.kcup.tusur.ru/library/poluprovodnikovye-ustrojstva-svch-diapazona-ppu-svch-d.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного 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:

- Far Manager;
- Foxit Reader;
- Keysight (ADS);
- Keysight System Vue;
- MatLab&SimulinkR2006b;
- Mathcad 13, 14;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- OpenOffice 4;
- КОМПАС 3DLT V12 SP1;

Согласована на портале № 74534

8.3. 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.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager;
- Foxit Reader;
- Keysight (ADS);
- Keysight System Vue;
- MatLab&SimulinkR2006b;
- Mathcad 13, 14;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- OpenOffice 4;
- Windows Embedded 8.1 Industry Enterprise;
- КОМПАС 3DLT V12 SP1;

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.

Согласована на портале № 74534

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Принципы построения, параметры и структура типовых СВЧ РЭС	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Усилители ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения.	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Генераторы ВЧ и СВЧ диапазона. Основные структурные схемы и принципы построения	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Преобразователи частоты. Основные структурные схемы и принципы построения.	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по

Согласована на портале № 74534

дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **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.

Согласована на портале № 74534

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. Приемный тракт радиоэлектронной системы СВЧ диапазона, построенный на основе супергетеродинной
   схеме, включает в себя (выберите нужные компоненты):
   а) Малошумящий усилитель
   б) Переключатель
   в) Генератор
   г) Усилитель промежуточной частоты
   д) Микроконтроллер
   е) АЦП
   ж) ЦАП
   з) ФНЧ
   и) Полосовой фильтр
   к) Смеситель
   л) Антенну
2. В режиме класса А усилитель имеет угол отсечки
   равный (выберите верное значение):
   а) 180 градусов
   б) 90 градусов
   в) от 90 градусов до 180
   г) менее 90 градусов
   д) более 180 градусов
3. В режиме класса В усилитель имеет угол отсечки равный (выберите верное значение):
   а) 180 градусов
   б) 90 градусов
   в) от 90 градусов до 180
   г) менее 90 градусов
   д) более 180 градусов
4. В резистивном усилительном каскаде, работающем в линейном режиме (класс А), можно получить предельный КПД (выберите верное значение):
   а) не более 50 %
   б) не более 25 %
   в) не более 78 %
   г) не более 12,5 %
   д) до 100%
5. Основное усиление сигнала в приемном тракте РЭС обеспечивает (выберите верное утверждение):
   а) Малошумящий усилитель
   б) Усилитель промежуточной частоты
   в) Оконечный усилитель
   г) АЦП
   д) ЦАП
   е) ФНЧ
   ж) Полосовой фильтр
6. Основные дестабилизирующие факторы, влияющие на работу усилителя на транзисторах (выберите верное утверждение):
   а) Дождь
   б) Снег
   в) Температура

Согласована на портале № 74534

г) Разброс параметров пассивных элементов
д) Разброс параметров активных элементов
е) Вибрация
ж) Нестабильность источника сигнала
з) Нестабильность источника питания

7. Что такое рабочая точка транзистора ? (выберите верное утверждение):
а) Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при отсутствии полезного сигнала
б) Значения постоянных токов и напряжений на выводах транзистора при наличии полезного сигнала
в) Точка на выходных ВАХ транзистора, в которой пересекаются нагрузочные линии
г) Точка на плоскости выходных (или других) характеристик усилительного прибора, связывающая текущие значения напряжений и токов
8. При наличии в схеме усилителя отрицательной обратной связи (выберите верное утверждение):
а) Коэффициент усиления увеличивается
б) Коэффициент усиления уменьшается
в) Коэффициент усиления не изменяется
г) Полоса пропускания увеличивается
д) Полоса пропускания уменьшается
е) Полоса пропускания не изменяется
9. Граничная частота усиления транзистора равна Ft=6 ГГц. Чему будет равен коэффициент передачи по току |h21э| на
частоте Fh21 = 2 ГГц? (выберите верное значение):
а) 10
б) 3
в) 100
г) 12
д) 20
е) 0.33
10. В области верхних частот полосы пропускания разделительные конденсаторы на входе и выходе усилительного каскада:
а) Оказывают существенное влияние на форму АЧХ
б) Не влияют на форму АЧХ
в) Незначительно влияют на форму АЧХ

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Примерный перечень экзаменационных 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. СВЧ генератор в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики.
7. СВЧ генератор в составе передающего тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики.
8. Смеситель в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики.
9. Устройства управления амплитудой в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики.
10. Устройства управления фазой в составе приемного тракта РЭС: назначение, принцип построения, типовые характеристики.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Расчет параметров и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе

Согласована на портале № 74534

по постоянному току
2. Расчет и моделирование усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току
3. Расчет и моделирование схемы генератора СВЧ диапазона на транзисторе
4. Расчет и моделирование схемы смесителя на СВЧ диодах.

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

1. Практическая работа - Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе.
2. Практическая работа - Расчет схемы усилительного каскада на биполярном транзисторе по постоянному току
3. Практическая работа - Расчет схемы усилительного каскада на биполярном транзисторе по переменному току
4. Практическая работа - Расчет схемы СВЧ генератора на транзисторе
5. Практическая работа - Расчет схемы балансного смесителя на СВЧ диодах

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 74534

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 № 74534

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 8 от « 3 » 2 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045
Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. КСУП	Л.И. Бабак	Разработано, 64cace1c-326d-4873-860b-d8d724546b6f
Доцент, каф. КСУП	М.В. Черкашин	Разработано, f6a9f90a-ccca-411f-a4cd-bc6a4d4c3de9

Согласована на портале № 74534