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

Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **5**
Семестр: **9, 10**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	0	8	часов
2	Практические занятия	4	4	8	часов
3	Лабораторные работы	0	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	12	16	28	часов
5	Самостоятельная работа	96	83	179	часов
6	Всего (без экзамена)	108	99	207	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 10 семестр - 1
Экзамен: 10 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 35335

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ТОР _____ В. Д. Дмитриев

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ А. А. Гельцер

Согласована на портале № 35335

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)» в рамках группового проектного обучения является практическое закрепление знаний и навыков проектной, научно-исследовательской и организационной деятельности в рамках профессиональных задач по направлению подготовки обучающегося.

1.2. Задачи дисциплины

– – Задачами изучения дисциплины являются:

– освоение методов моделирования элементов телекоммуникационных систем и сетей,

– овладение навыками работы с современными программами автоматизированного проектирования,

– приобретение опыта работы с современными измерительными приборами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)» (Б1.В.ДВ.3.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы компьютерного проектирования РЭС, Основы построения инфокоммуникационных сетей (ГПО-1), Проектирование средств передачи, приема и обработки сигналов (ГПО-2), Схемотехника аналоговых электронных устройств, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4), Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** цели и задачи группового проектного обучения; основы проектной деятельности; индивидуальные задачи в рамках ГПО;

– **уметь** работать в составе проектной группы при реализации проектов; практически использовать знания и навыки в рамках профессиональной деятельности;

– **владеть** профессиональными навыками решения индивидуальных задач при выполнении проекта.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	12	16
Лекции	8	8	0
Практические занятия	8	4	4
Лабораторные работы	12	0	12
Самостоятельная работа (всего)	179	96	83
Выполнение расчетных работ	23	0	23
Проработка лекционного материала	46	46	0

Согласована на портале № 35335

Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	92	46	46
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	4	4
Всего (без экзамена)	207	108	99
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	216	108	108
Зачетные Единицы	6.0		

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
9 семестр						
1 Определение целей и задач этапа проекта	1	0	0	20	21	ПК-6
2 Разработка (актуализация) техниче-ского задания этапа проекта	4	0	0	0	4	ПК-6
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	3	4	0	76	83	ПК-6
Итого за семестр	8	4	0	96	108	
10 семестр						
4 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	0	4	12	50	66	ПК-6
5 5 Составление отчета	0	0	0	23	23	ПК-6
6 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта	0	0	0	10	10	ПК-6
Итого за семестр	0	4	12	83	89	
Итого	8	8	12	169	197	

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
9 семестр			
1 Определение целей и задач этапа проекта	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств.	1	ПК-6

Согласована на портале № 35335

	Итого	1	
2 Разработка (актуализация) технического задания этапа проекта	Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольт-амперных характеристик.Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума. . Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2) с помощью САПР.Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициентлезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. .	3	ПК-6
	Итого	3	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и 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	6
Предшествующие дисциплины						
1 Основы компьютерного проектирования РЭС	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 35335

2 Основы построения инфокоммуникационных сетей (ГПО-1)	+	+	+	+	+	+
3 Проектирование средств передачи, приема и обработки сигналов (ГПО-2)	+	+	+	+	+	+
4 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+	+	+	+
5 Электроника	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4)	+	+	+	+	+	+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+
3 Преддипломная практика	+	+	+	+		

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.	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по ГПО, Отчет по лабораторной работе, Тест

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
10 семестр			
4 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров.Расчет и проектирование согласующих цепей.Расчет и проектирование МШУ.Расчет и проектирование усилителя мощности.	12	ПК-6

Согласована на портале № 35335

	Итого	12	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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
9 семестр			
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Расчет СВЧ согласующих цепей;Расчет СВЧ фильтров.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
10 семестр			
4 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Расчет МШУ;Расчет усилителя мощности.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		8	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Определение целей и задач этапа проекта	Проработка лекционного материала	20	ПК-6	Отчет по ГПО, Тест, Экзамен
	Итого	20		
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Отчет по ГПО, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	46		
	Проработка лекционного материала	26		
	Итого	76		

Согласована на портале № 35335

Итого за семестр		96		
10 семестр				
4 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Контрольная работа, Отчет по ГПО, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	46		
	Итого	50		
5 5 Составление отчета	Выполнение расчетных работ	23	ПК-6	Отчет по ГПО, Тест, Экзамен
	Итого	23		
6 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта	Подготовка и сдача экзамена	10	ПК-6	Защита отчета, Отчет по ГПО, Тест, Экзамен
	Итого	10		
Итого за семестр		73		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		188		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Дмитриев Е.Е.Основы моделирования в Microwave Office 2009.[Электронный ресурс]:- 2011,176с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf (дата обращения: 04.07.2018).

2. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. - 2016. 101 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5916 (дата обращения: 04.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

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

2. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - 2012. 246 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108 (дата обращения: 04.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Шибельгут А. А., Дмитриев В. Д., Рогожников Е. В. - 2014. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4027 (дата обращения: 04.07.2018).

2. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно–методическое пособие к лабораторным работам для студентов радиотехнического факультета 210700 – “Инфокоммуникационные технологии и системы связи” / Рогожников Е. В. - 2014. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4026 (дата обращения: 04.07.2018).

Согласована на портале № 35335

3. Винокуров В. М. Лабораторный практикум "Телекоммуникационные системы": руководство к лабораторным работам по курсам учебного направления "Телекоммуникации" на радиотехническом факультете Раздел 1: Изучение основополагающих принципов и устройств электронной ТФОП. -Томск : ТУСУР, 2007, - 59 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

4. Дмитриев В.Д. Определение частотных и динамических характеристик ВЧ и СВЧ устройств. Учебно-методическое пособие по дисциплине ГПО/Томск, Изд-во ТУСУР, 2007г.,-63с (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

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:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Библиографическая база данных научных публикаций российских учёных – https://elibrary.ru;

2. 2. Фонд перспективных исследований – http://fpi.gov.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 «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Keysight Advanced Design System (ADS)

Согласована на портале № 35335

– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Keysight SystemVue

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Keysight Advanced Design System (ADS)
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Keysight SystemVue

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

Согласована на портале № 35335

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:

14.1.1. Тестовые задания

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций проводится защита отчетов перед аттестационно-экспертной комиссией.

1) Модуль S22 это:

а) прямой коэффициент передачи;

б) обратный коэффициент передачи;

в) коэффициент отражения по выходу;

г) коэффициент отражения по входу.

2) Граничная частота fT определяется как частота, на которой:

а) модуль S21 равен нулю;

б) модуль Y21 равен единице;

в) модуль H21 равен единице;

г) модуль Z21 равен единице.

3) Коэффициент шума многокаскадного СВЧ усилителя в первую очередь определяется:

а) выходными каскадами;

б) всеми каскадами;

в) входными каскадами;

г) средними каскадами.

4) Граничная частота fT для полевых СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:

а) крутизной и емкостью сток-исток;

б) сопротивлением затвора и емкостью затвор-исток;

в) выходной проводимостью и емкостью затвор-сток;

г) крутизной и емкостью затвор-исток.

5) Динамический диапазон приемного СВЧ тракта при увеличении коэффициента передачи и полосы пропускания:

а) увеличится;

б) уменьшится;

в) не изменится;

г) не зависит от полосы пропускания, а уменьшится от увеличения коэффициента передачи.

6) Уровень нелинейных искажений приемного тракта в первую очередь определяется:

а) входными каскадами;

б) всеми каскадами;

в) выходными каскадами;

г) средними каскадами.

7) Увеличение ширины микрополосковой линии(МПЛ) приводит к:

а) увеличению волнового сопротивления;

б) уменьшению волнового сопротивления;

в) не влияет на волновое сопротивление;

г) в зависимости от толщины диэлектрической подложки может увеличивать волновое сопротивление, а может уменьшать.

8) Коэффициент устойчивости "k" для активного четырехполюсника должен быть :

а) больше 0:

Согласована на портале № 35335

б) больше 0, но меньше 1;
в) больше 2;
г) больше 1.
9) Коэффициент преобразования смесителя определяется как отношение мощностей:
а) сигнала промежуточной частоты к сигналу гетеродина;
б) радиосигнала к сигналу промежуточной частоты;
в) сигнала промежуточной частоты к радиосигналу;
г) радиосигнала к сигналу гетеродина.
10) СВЧ фильтр на встречных стержнях имеет паразитную полосу пропускания:
а) по второй гармонике;
б) по всем четным гармоникам;
в) по нечетным гармоникам;
г) не имеет паразитных полос.
11) Зеркальный канал приемного устройства супергетеродинного типа находится на частоте, отстоящей от основного сигнала :
а) на 1 промежуточную частоту;
2) на 2 промежуточные частоты;
3) на 3 промежуточные частоты;
4) на 4 промежуточные частоты;
12) СВЧ фильтр на полуволновых резонаторах имеет паразитную полосу пропускания:
а) по второй гармонике;
б) по всем четным гармоникам;
в) по нечетным гармоникам;
г) не имеет паразитных полос.
13) Порядок электрической цепи определяется:
а) числом L элементов;
б) числом C элементов;
в) числом R,L,C элементов;
г) числом L,C элементов.
14) Линейным считается режим работы СВЧ усилителя при уменьшении (сжатии) коэффициента передачи на:
а) 3 дБ;
б) 2 дБ;
в) 1 дБ;
г) 0.5 дБ.
15) Отрицательная обратная в СВЧ усилителях используется:
а) для расширения полосы пропускания;
б) для выравнивания коэффициента передачи;
в) для повышения устойчивости;
г) для улучшения всех перечисленных факторов.
16) В каком режиме работы СВЧ усилителя мощности угол отсечки меньше 90 градусов:
а) в классе В;
б) в классе АВ;
в) в классе А;
г) в классе С.
17) Какое сопротивление эквивалентной модели полевого транзистора в большей степени влияет на коэффициент усиления:
а) сопротивление стока;
б) сопротивление затвора;
в) сопротивление затвор-исток;
г) сопротивление истока.
18) Какая из схем включения транзистора имеет самое низкое входное сопротивление в ВЧ и СВЧ диапазоне:
а) схема с общим эмиттером (ОЭ);

Согласована на портале № 35335

б) общим истоком (ОИ);
в) общей базой (ОБ);
г) общим затвором (ОЗ).
19) Какой из методов расчета нелинейных цепей используется в программах САПР СВЧ:
а) метод рядов Вольтерра;
б) метод степенного полинома;
в) метод гармонического баланса;
г) метод угла отсечки
20) Коэффициент полезного действия (PAE) в СВЧ усилителях мощности рассчитывается как:
а) отношение суммарной выходной мощности к мощности постоянного тока;
б) отношение мощности первой гармоники к мощности постоянного тока;
в) отношение мощности первой гармоники к мощности всех гармоник, включая постоянный ток;
г) отношение мощности первой гармоники минус входная мощность к мощности постоянного тока.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Параметры СВЧ четырехполюсников. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров. Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырехполюсников.

2. Пассивные СВЧ элементы . Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).

3. Активные СВЧ элементы. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР.

4. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольт -амперных характеристик.

5. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета.

6. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.

7. Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума.

8. Определение динамических характеристик на основе метода функциональных рядов Вольтерра. Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2) с помощью САПР.

9. Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы A, AB, B и C. Коэффициент полезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность.

10. Основные нелинейные искажения СВЧ усилителей: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. Основные схемы СВЧ усилителей.

11. Расчет выходной мощности, коэффициента полезного действия, коэффициента усиления методом угла отсечки для СВЧ усилителей мощности на биполярных и полевых транзисторах.

12. СВЧ смесители. Коэффициент преобразования, основные динамические характеристики, Схемы построения СВЧ смесителей на диодах и транзисторах.

13. Фазовый метод подавления зеркального канала. Схема балансного СВЧ смесителя с использованием направленных ответвителей для подавления зеркального канала фазовым методом.

14. Основные схемы построения СВЧ приемных устройств. Приемники прямого преобразования, приемники супергетеродинного типа, многоканальные приемники.

15 Определение сквозного коэффициента передачи приемника супергетеродинного типа. Расчет коэффициента шума и динамического диапазона.

16. Особенности анализа и расчета нелинейных характеристик СВЧ устройств. Достоинства

Согласована на портале № 35335

и недостатки методов численного и качественного анализа. Графические методы выбора рабочей точки.

17. Особенности супергетеродинного приема.Достоинства и недостатки.
18. Методы анализа и расчета нелинейных устройств.
19. Особенности метода рядов Вольтерра.
20. Способы повышения коэффициента полезного действия СВЧ усилителей.

14.1.3. Темы проектов ГПО

1.Расчет и проектирование СВЧ малошумящего усилителя
2.Расчет и проектирование СВЧ фильтров
3.Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности
4.Расчет и проектирование СВЧ приемного тракта
5.Расчет и проектирование СВЧ передающего тракта

14.1.4. Темы контрольных работ

ПАРАМЕТРЫ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров. Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырехполюсников.

ПАССИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).

АКТИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик.

ПАССИВНЫЕ СВЧ УСТРОЙСТВА. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета.

. СОГЛАСУЮЩИЕ ЦЕПИ. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров.
Расчет и проектирование согласующих цепей.
Расчет и проектирование МШУ.
Расчет и проектирование усилителя мощности.

14.1.6. Методические рекомендации

Обязательные аудиторные занятия по дисциплинам ГПО проводятся каждый четверг в единый день ГПО. На кафедрах составляется и утверждается график работы проектных групп, с указанием времени и места проведения занятий.

Руководитель проекта ставит каждому участнику индивидуальные задачи в соответствии с направлением (специальностью) обучения и профилем (специализацией) студента.

Каждый этап ГПО заканчивается защитой отчета с выставлением оценки за этап. Итоговые отчёты и отзывы руководителя прикрепляются к странице проекта в течение недели после защиты.

14.2. 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 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

Согласована на портале № 35335

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 № 35335