

**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

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Разработка устройств для систем связи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	70	70	часов
5	Самостоятельная работа	38	38	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

ст. преподаватель каф. ТОР \_\_\_\_\_

Р. Р. Абенов

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_

Е. В. Рогожников

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_

А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ \_\_\_\_\_

К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_

А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_

С. И. Богомолов

Заведующий кафедрой телекомму-  
никаций и основ радиотехники  
(ТОР) \_\_\_\_\_

А. А. Гельцер

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Разработка устройств для систем беспроводной связи» является изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры систем беспроводной связи, этапов разработки и проектирования узлов систем беспроводной связи, методов расчета характеристик этих узлов, а также вопросов их технической эксплуатации и проектирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомление с российскими и международными стандартами в области разработки устройств для систем беспроводной связи.
- Формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить этап разработки и моделирования устройств для систем беспроводной связи. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для грамотной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Разработка устройств для систем связи» (Б1.В.ДВ.5.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Моделирование устройств для систем связи, Сигналы электросвязи, Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;
- ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** - основные возможности современных систем в области проектирования радиоэлектронных средств (РЭС) ВЧ и СВЧ диапазона; - методы и алгоритмы проектирования линейных и нелинейных радиотехнических устройств (РТУ) с сосредоточенными и распределенными параметрами и методологию их использования, - маршруты сквозного проектирования типовых узлов РЭС;
- **уметь** - решать задач моделирования, оптимизации и синтеза линейных и нелинейных РТУ ВЧ и СВЧ; - решать задачи смешанного моделирования аналого-цифровых устройств; - выполнять проектные процедуры по генерации топологических проектов и их верификации; - пользоваться системными подходами при построении и исследовании моделей сложных телекоммуникационных систем беспроводной связи;
- **владеть** - навыками практической работы с лабораторными макетами узлов системы беспроводной связи, а также с современной измерительной аппаратурой.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	70	70
Лекции	24	24

Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	38	38
Оформление отчетов по лабораторным работам	9	9
Проработка лекционного материала	15	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	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
8 семестр						
1 Введение	1	0	0	1	2	ПК-19, ПК-9
2 Входные цепи	2	4	4	5	15	ПК-19, ПК-9
3 Усилители радиосигналов	3	4	6	5	18	ПК-19, ПК-9
4 Преобразователи частоты	3	4	6	5	18	ПК-19, ПК-9
5 Детекторы радиосигналов	3	2	4	5	14	ПК-19, ПК-9
6 Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках	3	2	4	5	14	ПК-19, ПК-9
7 Помехи и устройства для ослабления их действия в радиоприемных устройствах	3	2	0	4	9	ПК-19, ПК-9
8 Особенности радиоприемных устройств различных систем радиосвязи	3	2	0	4	9	ПК-19, ПК-9
9 Радиоприемные устройства систем радиодоступа	2	2	0	4	8	ПК-19, ПК-9
10 Заключение	1	0	0	0	1	ПК-19, ПК-9
Итого за семестр	24	22	24	38	108	
Итого	24	22	24	38	108	

## 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
8 семестр			
1 Введение	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения систем беспроводной связи.	1	ПК-19, ПК-9
	Итого	1	
2 Входные цепи	Назначение входных цепей. Типовые схемы входных цепей. Основные параметры входных цепей. Эквиваленты приемных антенн. Эквивалентная схема входной цепи. Входные цепи при работе с ненастроенными антеннами. Входная цепь с емкостной связью с антенной. Входная цепь с индуктивной связью с антенной. Входная цепь с индуктивно-емкостной связью с антенной. Настройка входной цепи. Входные цепи при настроенной антенне. Входные цепи приемников СВЧ.	2	ПК-19, ПК-9
	Итого	2	
3 Усилители радиосигналов	Определение, назначение, основные параметры и классификация усилителей радиосигналов. Принципы работы и схемы УРС. Обобщенная эквивалентная схема УРС и его коэффициент передачи. Резонансный коэффициент усиления и полоса пропускания УРС (на примере УРС с ОЭ). Избирательные свойства УРС. Максимальный коэффициент усиления при произвольной полосе пропускания УРС с ОЭ. Максимальный коэффициент усиления при заданной полосе пропускания. Устойчивость УРС. Коэффициент шума каскада резонансного усилителя с ВЦ на входе. Искажения сигналов в УРС.	3	ПК-19, ПК-9
	Итого	3	
4 Преобразователи частоты	Определение, назначение, классификация и основные параметры ПЧ. Принцип работы и схемы ПЧ в умеренно высоком диапазоне. Прямое и обратное преобразование частоты. Эквивалентная схема ПЧ. Коэффициент преобразования и коэффициент шума ПЧ на транзисторах. Искажения сигналов в ПЧ. Особенности верхнего и нижнего преобразования и коэффициенты перекрытия по диапазону.	3	ПК-19, ПК-9
	Итого	3	
5 Детекторы радиосигналов	Детекторы амплитудно-модулированных, импульсных и дискретных сигналов. Определение, назначение, классификация и основные параметры	3	ПК-19, ПК-9

	<p>амплитудных детекторов. Принципы работы и схемы. Эквивалентная схема амплитудного детектора и его коэффициент передачи. Параметры детектора в режиме детектирования больших и малых сигналов. Искажения сигналов в диодных детекторах. Частотные искажения при детектировании. Воздействие на амплитудный детектор двух сигналов с различными несущими частотами. Совместное действие сигнала и шума на АД.</p>		
	Итого	3	
6 Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках	<p>Назначение и основные виды ручных и автоматических регулировок. Регулировки усиления. Системы настройки; использование синтезаторов частот. Частотная и фазовая автоподстройка частоты. Регулировка ширины полосы пропускания. Дистанционное и автоматическое управление приемной аппаратурой. Применение микроЭВМ, микропроцессорных и других цифровых устройств для настройки и регулировки. Индикаторы и дисплеи в радиоприемной аппаратуре. Системы контроля характеристик приемника в процессе эксплуатации. Адаптация приемника к изменениям электромагнитной обстановки в радиолинии.</p>	3	ПК-19, ПК-9
	Итого	3	
7 Помехи и устройства для ослабления их действия в радиоприемных устройствах	<p>Виды и основные свойства помех: внешние и внутренние, промышленные, сосредоточенные, импульсные, флуктуационные. Виды помех по характеру взаимодействия с сигналом: аддитивные и мультипликативные. Понятие о помехоустойчивости радиоприемных устройств, потенциальная помехоустойчивость. Методы борьбы с помехами.</p>	3	ПК-19, ПК-9
	Итого	3	
8 Особенности радиоприемных устройств различных систем радиосвязи	<p>Область применения, виды и требования к основным показателям приемников аналоговых и дискретных сигналов с АМ, ЧМ, АМ-стерео, ЧМ-стерео, многоканальных приемников с частотным и временным разделением каналов. Искажения аналоговых (АМ, ОМ, ЧМ) и дискретных (АТ, ЧТ, ДЧТ, ОФТ) сигналов в радиоприемных устройствах и способы их устранения. Особенности структурных схем и характеристик приемников систем спутниковой связи, радиорелейных линий, магистральных приемников декаметрового диапазона, приемников систем радиодоступа.</p>	3	ПК-19, ПК-9
	Итого	3	
9 Радиоприемные устройства систем радиодоступа	<p>Области применения, назначение, основные функции, составные элементы и функциональные схемы радиоприемных устройств в системах радиосвязи и радиодоступа. Виды сигналов и основные процессы в радиоприемных устройствах. Классификация радиоприемников по назначению, диапа-</p>	2	ПК-19, ПК-9

	зонам частот, видам модуляции сигналов, особенностям управления.		
	Итого	2	
10 Заключение	Основные тенденции в развитии радиоприемной техники. Направления комплексной микроминиатюризации радиоприемных устройств, развитие цифровых методов обработки сигналов и управления приемниками. Совершенствование техники радиоприема в миллиметровом, субмиллиметровом и оптическом диапазонах. Научные и практические проблемы дальнейших исследований и разработок.	1	ПК-19, ПК-9
	Итого	1	
Итого за семестр		24	

### 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	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Моделирование устройств для систем связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Сигналы электросвязи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 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-9	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

ПК-19	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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
8 семестр			
2 Входные цепи	Моделирование электрических фильтров.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	
3 Усилители радиосигналов	Исследование воздействия радиосигналов на линейный усилитель.	6	ПК-19, ПК-9
	Итого	6	
4 Преобразователи частоты	Исследование СВЧ параметров смесителей.	6	ПК-19, ПК-9
	Итого	6	
5 Детекторы радиосигналов	Амплитудные детекторы.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	
6 Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках	Индикация в радиоприёмниках.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

### 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
8 семестр			
2 Входные цепи	Входные цепи.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	
3 Усилители радиосигналов	Усилители радиосигналов.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	
4 Преобразователи частоты	Преобразователи частоты.	4	ПК-19, ПК-9
	Итого	4	



5 Детекторы радиосигналов	Детекторы радиосигналов.	2	ПК-19, ПК-9
	Итого	2	
6 Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках	Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках.	2	ПК-19, ПК-9
	Итого	2	
7 Помехи и устройства для ослабления их действия в радиоприемных устройствах	Помехи и устройства для ослабления их действия в радиоприемных устройствах	2	ПК-19, ПК-9
	Итого	2	
8 Особенности радиоприемных устройств различных систем радиосвязи	Особенности радиоприемных устройств различных систем радиосвязи.	2	ПК-19
	Итого	2	
9 Радиоприемные устройства систем радиодоступа	Радиоприемные устройства систем радиодоступа.	2	ПК-19
	Итого	2	
Итого за семестр		22	

### 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
8 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	1		
2 Входные цепи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
3 Усилители радиосигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		

	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	5		
4 Преобразователи частоты	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
5 Детекторы радиосигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
6 Ручные и автоматические регулировки и индикация в радиоприемниках	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
7 Помехи и устройства для ослабления их действия в радиоприемных устройствах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
8 Особенности радиоприемных устройств различных систем радиосвязи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
9 Радиоприемные устройства систем радиодоступа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		

Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

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
8 семестр				
Опрос на занятиях	3	3	4	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	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

#### 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. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. А. Травин. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком, 2009. - 592 с. : ил. - (Учебное пособие. Специальность для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 588-589. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Аналоговое и цифровое радиовещание : Учебное пособие для вузов / Сергей Всеволодович Мелихов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2002. - 251 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 79 экз.)

2. Микроволновые приборы и устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ж. М. Соколова - 2009. 272 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/106> (дата обращения: 10.07.2018).

3. Электроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Коновалов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2011. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 275. (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Шибельгут А. А., Дмитриев В. Д., Рогожников Е. В. - 2014. 37 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4027> (дата обращения: 10.07.2018).

2. Разработка устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов радиотехнического факультета 210700 – “Инфокоммуникационные технологии и системы связи” / Рогожников Е. В. - 2014. 24 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4026> (дата обращения: 10.07.2018).

#### **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:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

### **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.);
- Стойки с телекоммуникационным оборудованием "TETRA" (оборудование транкинговой беспроводной связи) с системой питания и вентиляции;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- 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.);
- Стойки с телекоммуникационным оборудованием "TETRA" (оборудование транкинговой беспроводной связи) с системой питания и вентиляции;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- 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 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**

1) Обобщенная функциональная\ схема сотового радиотелефона содержит:

- 1 Антенный блок, передатчик, логический блок
- 2 Демодулятор, декодер, антенный блок
- 3 Модулятор, кодер, динамик
- 4 Антенный блок, приемо-передатчик, блок управления

2) Блок управления включает:

- 1 микрофон, динамик, логический блок, приемник
- 2 динамик, клавиатуру, синтезатор, антенну
- 3 клавиатуру, микрофон, динамик, дисплей
- 4 дисплей, микрофон, передатчик, синтезатор

- 3) Приемно-передающий блок содержит:
- 1 приемник, передатчик, антенну, дуплексер
  - 2 приемник, логический блок, передатчик, антенну
  - 3 антенну, логический блок, передатчик, синтезатор
  - 4 приемник, логический блок, передатчик, синтезатор

- 4) Обобщенная функциональная схема передатчика цифрового радиотелефона содержит:
- 1 ЦАП, декодер речи, декодер канала, демодулятор
  - 2 АЦП, кодер речи, декодер речи, модулятор
  - 3 АЦП, кодер речи, кодер канала, модулятор
  - 4 ЦАП, кодер канала, демодулятор, декодер речи

- 5) Обобщенная функциональная схема приемника цифрового радиотелефона содержит:
- 1 АЦП, декодер речи, декодер канала, демодулятор
  - 2 ЦАП, кодер речи, декодер речи, демодулятор
  - 3 АЦП, кодер речи, декодер канала, демодулятор
  - 4 ЦАП, декодер речи, декодер канала, демодулятор

- 6) Основными элементами пейджера являются:

- 1 приемник, кодер, устройство обработки и хранения информации, устройство отображения информации
- 2 приемник, модулятор, устройство обработки и хранения информации, устройство отображения информации
- 3 приемник, декодер, устройство обработки и хранения информации, устройство отображения информации
- 4 приемник, демодулятор, устройство обработки и хранения информации, устройство отображения информации

- 7) Дуплексный разнос частот синтезатора приемно-передающего блока  $\Delta f$  равен:

- 1 10 МГц
- 2 30 МГц
- 3 45 МГц
- 4 250 кГц

- 8) Обобщенная функциональная схема передатчика аналогового радиотелефона:

- 1 компрессор, корректор АЧХ, модулятор
- 2 компрессор, корректор АЧХ, демодулятор
- 3 экспандер, корректор АЧХ, модулятор
- 4 экспандер, корректор АЧХ, демодулятор

- 9) Обобщенная функциональная схема приемника аналогового радиотелефона:

- 1 экспандер, корректор АЧХ, модулятор
- 2 компрессор, корректор АЧХ, демодулятор
- 3 компрессор, корректор АЧХ, модулятор
- 4 экспандер, корректор АЧХ, демодулятор

- 10) Кодер речи стандарта GSM передает:

- 1 параметры ФКП, параметры ФДП, параметры генератора импульсов
- 2 параметры ФКП, параметры ФДП, параметры сигнала возбуждения
- 3 параметры ФКП, параметры сигнала возбуждения
- 4 параметры ФДП, параметры сигнала возбуждения

11) В стандарте GSM для 20-миллисекундного сегмента речи передаётся 260 бит информации, из них:

- 1 (32 бит –параметры ФКП, 40 бит – параметры ФДП, 188 – параметры сигнала возбуждения)
- 2 (86 бит –параметры ФКП, 46 бит – параметры ФДП, 128 – параметры сигнала возбуждения)
- 3 (36 бит –параметры ФКП, 36 бит – параметры ФДП, 188 – параметры сигнала возбуждения)
- 4 (46 бит –параметры ФКП, 46 бит – параметры ФДП, 168 – параметры сигнала возбуждения)

12) Динамический диапазон амплитудного распределения речи:

- 1 35 дБ,
- 2 47 дБ,
- 3 40 дБ,
- 4 37 дБ

13) Какой вид информации не может быть передан:

- 1 тактильный
- 2 звуковой
- 3 текстовый
- 4 видеосигнал

14) Кодер канала используется для:

- 1 уменьшение избыточности
- 2 увеличение скорости передачи данных
- 3 улучшение помехоустойчивости
- 4 преобразования аналогового сигнала в цифровой

15) Кодер речи используется для:

- 1 уменьшения избыточности
- 2 преобразования аналогового сигнала в цифровой
- 3 улучшение помехоустойчивости
- 4 переноса сигнала на радиочастоту

16) Диапазон частот речи в радиотелефоне:

- 1 300 Гц - 4000 Гц
- 2 300-3400 Гц
- 3 200 Гц - 4500 Гц
- 4 100 Гц - 3600 Гц

17) Темп передачи информации кодека ИКМ:

- 1 8 кбит/с
- 2 13 кбит/с
- 3 32 кбит/с
- 4 64 кбит/с

18) Темп передачи информации кодека АИКМ:

- 1 8 кбит/с
- 2 13 кбит/с
- 3 32 кбит/с
- 4 64 кбит/с



19) Темп передачи информации кодека стандарта GSM:

1 8 кбит/с

2 13 кбит/с

3 32 кбит/с

4 64 кбит/с

20) Вокодеры речи передают:

1 параметры речевого сигнала, используя ИКМ

2 параметры речевого сигнала, используя ДИКМ

3 параметры источника сигнала

4 параметры речевого сигнала, используя ДМ

#### **14.1.2. Экзаменационные вопросы**

Типовые схемы входных цепей. Основные параметры входных цепей. Эквиваленты приемных антенн. Эквивалентная схема входной цепи. Входная цепь с емкостной связью с антенной. Входная цепь с индуктивной связью с антенной. Входная цепь с индуктивно-емкостной связью с антенной. Настройка входной цепи. Входные цепи при настроенной антенне. Входные цепи приемников СВЧ.

Определение, назначение, основные параметры и классификация усилителей радиосигналов. Принципы работы и схемы УРС. Обобщенная эквивалентная схема УРС и его коэффициент передачи. Резонансный коэффициент усиления и полоса пропускания УРС (на примере УРС с ОЭ). Избирательные свойства УРС. Коэффициент шума каскада резонансного усилителя с ВЦ на входе. Искажения сигналов в УРС.

Определение, назначение, классификация и основные параметры ПЧ. Принцип работы и схемы ПЧ в умеренно высоком диапазоне. Прямое и обратное преобразование частоты. Эквивалентная схема ПЧ. Коэффициент преобразования и коэффициент шума ПЧ на транзисторах. Искажения сигналов в ПЧ. Особенности верхнего и нижнего преобразования и коэффициенты перекрытия по диапазону.

Детекторы амплитудно-модулированных, импульсных и дискретных сигналов. Определение, назначение, классификация и основные параметры амплитудных детекторов. Эквивалентная схема амплитудного детектора и его коэффициент передачи. Искажения сигналов в диодных детекторах. Частотные искажения при детектировании. Воздействие на амплитудный детектор двух сигналов с различными несущими частотами. Совместное действие сигнала и шума на АД.

Назначение и основные виды ручных и автоматических регулировок. Регулировки усиления. Системы настройки; использование синтезаторов частот. Частотная и фазовая автоподстройка частоты. Регулировка ширины полосы пропускания. Применение микроЭВМ, микропроцессорных и других цифровых устройств для настройки и регулировки. Индикаторы и дисплеи в радиоприемной аппаратуре.

Виды и основные свойства помех: внешние и внутренние, промышленные, сосредоточенные, импульсные, флуктуационные. Виды помех по характеру взаимодействия с сигналом: аддитивные и мультипликативные. Понятие о помехоустойчивости радиоприемных устройств, потенциальная помехоустойчивость. Методы борьбы с помехами.

Искажения аналоговых (АМ, ОМ, ЧМ) и дискретных (АТ, ЧТ, ДЧТ, ОФТ) сигналов в радиоприемных устройствах и способы их устранения.

#### **14.1.3. Темы опросов на занятиях**

Основные параметры входных цепей. Эквиваленты приемных антенн. Эквивалентная схема входной цепи. Входная цепь с емкостной связью с антенной. Входная цепь с индуктивной связью с антенной. Входная цепь с индуктивно-емкостной связью с антенной. Настройка входной цепи. Входные цепи при настроенной антенне. Входные цепи приемников СВЧ.

Принципы работы и схемы УРС. Обобщенная эквивалентная схема УРС и его коэффициент передачи. Резонансный коэффициент усиления и полоса пропускания УРС (на примере УРС с ОЭ). Избирательные свойства УРС. Коэффициент шума каскада резонансного усилителя с ВЦ на входе. Искажения сигналов в УРС.

Принцип работы и схемы ПЧ в умеренно высоком диапазоне. Прямое и обратное преобразование частоты. Эквивалентная схема ПЧ. Коэффициент преобразования и коэффициент шума

ПЧ на транзисторах. Искажения сигналов в ПЧ. Особенности верхнего и нижнего преобразования и коэффициенты перекрытия по диапазону.

Детекторы амплитудно-модулированных, импульсных и дискретных сигналов. Эквивалентная схема амплитудного детектора и его коэффициент передачи. Искажения сигналов в диодных детекторах. Частотные искажения при детектировании. Воздействие на амплитудный детектор двух сигналов с различными несущими частотами. Совместное действие сигнала и шума на АД.

Регулировки усиления. Системы настройки; использование синтезаторов частот. Частотная и фазовая автоподстройка частоты. Регулировка ширины полосы пропускания. Применение микро-ЭВМ, микропроцессорных и других цифровых устройств для настройки и регулировки. Индикаторы и дисплеи в радиоприемной аппаратуре.

Виды и основные свойства помех: внешние и внутренние, промышленные, сосредоточенные, импульсные, флуктуационные. Методы борьбы с помехами.

Искажения аналоговых (АМ, ОМ, ЧМ) и дискретных (АТ, ЧТ, ДЧТ, ОФТ) сигналов в радиоприемных устройствах и способы их устранения.

#### **14.1.4. Темы лабораторных работ**

Моделирование электрических фильтров.

Исследование воздействия радиосигналов на линейный усилитель.

Исследование СВЧ параметров смесителей.

Амплитудные детекторы.

Индикация в радиоприёмниках.

### **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
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 доступ-

ная 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.