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

Радиопередающие устройства систем мобильной связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 26555

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 53 от «23» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Разработчик:

Доцент каф. ТУ _____ А. Г. Ильин

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры телевидения и управления (ТУ) _____ А. Н. Булдаков

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 26555

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа» (РУСРиР) является изучение методов создания первичных колебаний с необходимой стабильностью частоты, с требуемым видом модуляции и качественными показателями, с требуемой мощностью выходного сигнала.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение методов создания первичных колебаний с необходимой стабильностью частоты, с требуемым видом модуляции и качественными показателями, с требуемой мощностью выходного сигнала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиопередающие устройства систем мобильной связи» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Инженерная и компьютерная графика, Расчет элементов и устройств радиосвязи, Теория электрических цепей, Физические основы электроники, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций.

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-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • методы проектирования сетей и РУСРиР в соответствии с техническим заданием, правила оформления проектной и технической документации при проектировании РУСРиР (ПК-9 ПК-15), • основные принципы генерирования, формирования и усиления мощности радиосигналов при современных цифровых методах модуляции, используемых в системах радиосвязи и радиодоступа, методы расчёта основных каскадов радиопередатчиков с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных (ПК-9);

– **уметь** • проводить расчеты основных каскадов РУСРиР в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных (ПК-9); • разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию при проектировании РУСРиР (ПК-15);

– **владеть** • навыками проектирования отдельных каскадов радиопередатчиков и оформления структурных, функциональных и принципиальных схем радиопередающей аппаратуры (ПК-9, ПК-15).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24

Согласована на портале № 26555

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Выполнение индивидуальных заданий	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	11	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	47	47
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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
5 семестр						
1 Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ).	2	2	0	2	6	ПК-15, ПК-9
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	4	2	4	16	26	ПК-15, ПК-9
3 Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы	2	4	4	6	16	ПК-15, ПК-9
4 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители РУСРиР.	6	2	6	6	20	ПК-15, ПК-9
5 Модуляция	6	4	4	9	23	ПК-15, ПК-9
6 Энергетическая эффективность усилителей мощности РПдУ	2	2	0	15	19	ПК-15, ПК-9
7 Развитие современных технологий РУСРиР	2	2	0	30	34	ПК-15, ПК-9
Итого за семестр	24	18	18	84	144	
Итого	24	18	18	84	144	

Согласована на портале № 26555

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
5 семестр			
1 Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ).	1. Общие сведения о Радиопередающих устройствах (РПдУ) систем радиосвязи и радиодоступа. Основные нормативные документы, технические требования к РПдУ. Параметры РПдУ. Функциональные схемы РПдУ систем радиосвязи и радиодоступа.	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Активные элементы, аппроксимация их статических характеристик. Классификация режимов работы ГВВ по углу отсечки, по напряжённости режима активного элемента. Структурная схема ГВВ. Типы и области применения различных генераторных приборов, аппроксимация их статических характеристик. Гармонический анализ выходного тока генераторного прибора. Баланс мощностей в ГВВ. Динамические характеристики ГВВ. Недонапряжённый, критический и перенапряжённый режимы работы генератора. Ключевой режим. Нагрузочные характеристики ГВВ. Основы инженерного расчета ГВВ. Зависимости параметров транзисторов от частоты. Особенности инженерного расчета режимов и характеристик транзисторных ГВВ с учётом инерционных явлений. Использование ЭВМ при проектировании и расчёте режимов и характеристик ГВВ. ГВВ с параллельным соединением активных элементов. Двухтактные схемы генераторов.	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	
3 Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы	Общие принципы построения схем ГВВ. Межкаскадные и выходные цепи согласования. Коэффициент полезного действия колебательного контура. Частичное включение контура в коллекторную цепь транзистора. Фильтрация высших гармоник.Широкополосные РПдУ. Согласующие широкополосные трансформаторы. Мостовые схемы сложения мощностей.	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
4 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители РУСРиР.	Условия самовозбуждения и стационарного режима в автогенераторе. Обобщенная трёхточечная схема автогенератора. Выбор режима генераторного прибора. Автогенераторы на двухполюсниках с	6	ПК-15, ПК-9

Согласована на портале № 26555

	отрицательным дифференциальным сопротивлением. Принципиальные схемы автогенераторов.Современные требования к стабильности частоты автогенераторов. Основные дестабилизирующие факторы и их влияние на частоту генерируемых колебаний. Кратковременная и долговременная нестабильности частоты, их связь со спектральными характеристиками сигнала автогенератора. Влияние нестабильности частоты на работу радиотехнических устройств и систем.Стабилизация частоты. Схемы автогенераторов с кварцевой стабилизацией частоты и особенности их расчета. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Интегральные схемы автогенераторов. Автогенераторы с резонаторами и линиями задержки на поверхности акустических волнах.Диапазонно-кварцевая стабилизация частоты. Основные характеристики синтезаторов частот. Методы синтеза сетки дискретных частот. Синтезаторы частот с ФАПЧ. Прямой цифровой синтез частот. Возбудители радиопередатчиков. Основные требования, предъявляемые к возбудителям. Особенности формирования радиосигналов возбудителя РУСРиР		
	Итого	6	
5 Модуляция	Классификация видов модуляции, основные характе-ристики радиосигналов. Формирование радиосигналов с ам-плитудной модуляцией. Статические модуляционные характе-ристики. Основные энергетические показатели каскадов при амплитудной модуляции. Схемы амплитудной модуляции. Усиление модулированных сигналов. Динамические модуля-ционные характеристики, искажения при амплитудной моду-ляции и их коррекция.Методы формирования сигналов с одной боковой по-лосой частот (ОБП). Основные элементы устройств формиро-вания сигналов с ОБП. Интегральные схемы балансных моду-ляторов. Особенности усиления сигналов с ОБП. Методы формирования сигналов с частотной и фазо-вой модуляцией, схемы и их сравнительные характеристики. Квадратурная модуляция. Амплитудно-фазовая манипуляция.Цифровые методы модуляции в РПдУ систем радио-связи и радиодоступа: QAM-N, COFDM, GMSK и др.	6	ПК-15, ПК-9
	Итого	6	
6 Энергетическая эффективность усилителей мощности РПдУ	Специфика работы усилителей мощности при OFDM-сигналах. Пути повышения энергетической эффективности усилителей мощности многочастотных сигналов типа OFDM. Системы авторегулирования мощности в РПдУ мобильной связи и радиодоступа стандартов Wi-Fi, WiMAX.	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	

Согласована на портале № 26555

7 Развитие современных технологий РУСРиР	Специфика работы усилителей мощности при OFDM-сигналах. Пути повышения энергетической эффективности усилителей мощности многочастотных сигналов типа OFDM. Системы авторегулирования мощности в РПдУ мобильной связи.- Комплексная микроминиатюризация РПдУ в соответствии с дальнейшим развитием РУСРиР	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
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
Предшествующие дисциплины							
1 Инженерная и компьютерная графика					+		
2 Расчет элементов и устройств радиосвязи		+	+	+	+		
3 Теория электрических цепей			+	+	+		
4 Физические основы электроники	+	+		+			
5 Электроника	+	+		+	+	+	
Последующие дисциплины							
1 Общая теория связи	+						
2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций						+	

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.	

Согласована на портале № 26555

ПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест, Реферат
ПК-15	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест, Реферат

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
5 семестр			
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ) в режиме с отсечкой коллекторного токаНагрузочные характеристики ГВВ	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	
3 Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы	Настроечные характеристики ГВВ	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	
4 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители РУСРиР.	Исследование трёхточечных схем автогенераторовИсследование схем кварцевых автогенераторов	6	ПК-15, ПК-9
	Итого	6	
5 Модуляция	Исследование схем модуляторов	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 26555

Итого за семестр		18	

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
5 семестр			
1 Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ).	Выбор и обоснование функциональной схемы передатчика. Выбор активных элементов	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Энергетический расчёт каскадов усиления мощности.	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
3 Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы	Расчёт цепей согласования	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	
4 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители РУСРиР.	Выбор и расчёт принципиальной схемы автогенератора	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
5 Модуляция	Расчёт каскада с амплитудной модуляцией. Расчёт статической модуляционной характеристики. Расчёт элементов схемы цифрового модулятора.	4	ПК-15, ПК-9
	Итого	4	
6 Энергетическая эффективность усилителей мощности РПдУ	Выбор и обоснование способа формирования рабочих частот и требуемых видов работы передатчика	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
7 Развитие современных технологий РУСРиР	Расчёт скорости передачи данных при различных методах модуляции и помехоустойчивого кодирования	2	ПК-15, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 26555

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ).	Проработка лекционного материала	2	ПК-15, ПК-9	Домашнее задание, Опрос на занятиях
	Итого	2		
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Оформление отчетов по лабораторным работам	6	ПК-15, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Собеседование, Тест
	Выполнение индивидуальных заданий	10		
	Итого	16		
3 Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы	Проработка лекционного материала	2	ПК-15, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Реферат, Собеседование, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
4 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители РУСРиР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-15, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
5 Модуляция	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-15, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
6 Энергетическая эффективность усилителей мощности РПдУ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-15, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Проверка контрольных работ, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10		
	Проработка лекционного материала	3		

Согласована на портале № 26555

	Итого	15		
7 Развитие современных технологий РУСРиР	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-15, ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	27		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	30		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10		10	20
Отчет по индивидуальному заданию	10			10
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Расчетная работа			10	10
Тест			10	10
Итого максимум за период	20	10	40	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	30	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

Согласована на портале № 26555

< 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. 1. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2003. – 560 с.: Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 136 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: Учебник. – НГТУ, 2005, часть 1, 480 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

2. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: Учебник. – НГТУ, 2005, часть 2, 548 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Ильин А.Г., Бордус А.Д., Казанцев Г.Д., Пороховниченко А.М. Устройства формирования сигналов: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 142 с. (по самостоятельной работе – разделы 1 – 5). [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b9.doc, дата обращения: 21.05.2018.

2. А.Д. Бордус. Руководство для выполнения лабораторных работ по курсу «УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ». – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b16.doc, дата обращения: 21.05.2018.

3. 3 А.Д. Бордус, Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин. Методическое пособие по практическим занятиям и проверочные тесты по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов». – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 44 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b15.doc, дата обращения: 21.05.2018.

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.

Согласована на портале № 26555

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. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.
2. www.elibrary.ru
3.
4. Научно-образовательный портал ТУСУР

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 лаборатория цифрового телерадиовещания

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 (5 шт.);
- Генератор Г3-109 (5 шт.);
- Вольтметр В7-26 (5 шт.);
- Макет №1 (5 шт.);
- Макет №2 (5 шт.);
- Осциллограф G05-620 (5 шт.);
- Цифровой телевизионный передатчик (9 шт.);
- Телевизор «Рубин» (8 шт.), Samsung 51;
- Анализатор сигналов IT - 15T2 (8 шт.);
- Компьютеры: Ci3, моноблок 21,5” (8 шт.);
- ТВ приставка (8 шт.);
- Доска маркерная, доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Microsoft Office 2007
- TALGAT201У6

Согласована на портале № 26555

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория цифрового телерадиовещания

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 (5 шт.);
- Генератор Г3-109 (5 шт.);
- Вольтметр В7-26 (5 шт.);
- Макет №1 (5 шт.);
- Макет №2 (5 шт.);
- Осциллограф G05-620 (5 шт.);
- Цифровой телевизионный передатчик (9 шт.);
- Телевизор «Рубин» (8 шт.), Samsung 51;
- Анализатор сигналов IT - 15T2 (8 шт.);
- Компьютеры: Ci3, моноблок 21,5” (8 шт.);
- ТВ приставка (8 шт.);
- Доска маркерная, доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Microsoft Office 2007
- TALGAT201У6

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

Согласована на портале № 26555

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

Тестовые задания:

• 1. Автогенератор – это устройство, преобразующее энергию …

-источника питания в энергию ВЧ-колебаний используя внешнее возбуждение на входе.

-источника питания в энергию ВЧ-колебаний без внешнего воздействия.

-внешнего возбуждения в энергию ВЧ-колебаний.

-источника питания в энергию ВЧ-колебаний и управления этими колебаниями с целью передачи информации.

• 2. Плавное нарастание колебаний в автогенераторе при включении питания возможно в случае, когда…

-увеличение энергии в контуре меньше, чем поступление её от транзистора.

-потери энергии в контуре больше, чем поступление её от транзистора.

-потери энергии в контуре больше, чем поступление её от источника питания.

-потери энергии в контуре меньше, чем поступление её от транзистора.

• 3. Как уменьшить нелинейные искажения огибающей АМ-сигнала при коллекторной модуляции?

-Увеличить UΩ.

-Увеличить R1

-Уменьшить ЕК.

-Уменьшить R1.

• 4. Перестраиваемые генераторы, управляемые напряжением (ГУН), выполняют по схеме …

-ёмкостной трёхточки с контуром между коллектором и базой.

-индуктивной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором.

-ёмкостной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором.

-индуктивной трёхточки с контуром между коллектором и базой.

• 5. Радиопередающее устройство – комплекс радиотехнических средств, предназначенный для преобразования энергии….

-источника питания в энергию ВЧ-колебаний используя внешнее возбуждение на входе.

-источника питания в энергию ВЧ-колебаний без внешнего воздействия.

-внешнего возбуждения в энергию ВЧ-колебаний.

-источников питания в энергию ВЧ-колебаний и управления этими колебаниями с целью передачи информации.

• 6. В каком режиме работает генератор с внешним возбуждением, если колебательный

Согласована на портале № 26555

контур в цепи транзистора настроен на n≥2 гармонику импульсов коллекторного тока.

-усилитель мощности.

-автогенератор.

-синтезатор частоты.

-умножитель частоты.

• 7. Динамическими характеристиками генератора с внешним возбуждением называются зависимости …

-напряжения одного из электродов активного элемента от тока соответствующего электрода в динамическом режиме.

-тока одного из электродов активного элемента от тока соответствующего электрода в динамическом режиме.

-напряжения одного из электродов активного элемента от напряжения соответствующего электрода в динамическом режиме.

-тока одного из электродов активного элемента от напряжения на соответствующем электроде в динамическом режиме.

• 8. При однополосной модуляции изменяются одновременно…

-амплитуда и частота ВЧ колебания.

-амплитуда и фазовый угол ВЧ колебания.

-частота и фазовый угол ВЧ колебания.

-фазовый угол ВЧ колебания.

• 9. В выходной цепи генератора с внешним возбуждением, полезная мощность высокочастотных колебаний, передаваемых в контур P=xUI, где x – коэффициент, U – амплитуда переменного напряжения на коллекторе, I – амплитуда первой гармоники коллекторного тока

- x=1/2.

- x=1.

- x=3/2.

- x=2.

• 10. В каком режиме работает устройство, если колебательный контур в цепи транзистора настроен на первую гармонику импульсов коллекторного тока?

-усилитель мощности.

-автогенератор.

-синтезатор частоты.

-умножитель частоты.

• 11. Определите мощность, рассеиваемую стоком транзистора, если подводимая мощность равна 200 Вт, а электронный КПД равен:

- η=80%;

- 85%;

- 90%;

- 95%.

• 12. Электронный КПД генератора равен 60%, мощность питания коллекторной цепи 36 Вт, сопротивление ветвей нагруженного контура равно rн = 3 Ом. Определите колебательную мощность.

- 21,6 Вт

- 49 Вт

- 216 Вт

- 4 Вт.

• 13. Усилитель работает на колебательную систему с резонансным сопротивлением 90 Ом. Измерены: постоянная составляющая коллекторного тока 0,2 А, напряжение питания коллекторной цепи 35 В, амплитуда коллекторного напряжения 30 В. Определите электронный КПД.

- 0,71

- 0,5

- 0,94

- 0,3.

• 14. Определите мощность в нагрузке усилителя, если колебательная мощность 84 Вт, эф-

Согласована на портале № 26555

фективное значение тока контура 2 А, сопротивление потерь контура 4 Ом.

- 68 Вт
- 8 Вт
- 6 Вт
- 6,8 Вт.

• 15. Определите КПД генератора, если напряжение питания коллектора равно 20 В, постоянная составляющая тока коллектора 1,5 А, резонансное сопротивление нагруженного контура 7,6 Ом, эффективное напряжение на контуре 13,5 В, мощность в нагрузке 21,6 Вт.

- 0,72
- 0,2
- 0,52
- 0,79.

• 16. Мощность потерь на аноде лампы равна 600 Вт, амплитуда тока в контуре 20 А, постоянная составляющая анодного тока 1 А, напряжение анодного питания 3000 В. Определите колебательную мощность.

- 2400 Вт
- 240 Вт
- 24 Вт
- 300 Вт

• 17. Постоянная составляющая тока коллектора равна 1А, Uк = 25 В, Ек = 27 В, угол отсечки коллекторного тока 90 градусов. Определите мощность, рассеиваемую коллектором.

- 7,4 Вт
- 7,1 Вт
- 4,4 Вт
- 0,4 Вт.

• 18. Определите мощность, рассеиваемую анодом лампы усилителя, если мощность питания анодной цепи равна 5 кВт, мощность в нагрузке 4 кВт, амплитуда анодного напряжения 3 кВ, резонансное сопротивление ненагруженного анодного контура равно 20 кОм.

- 775 Вт
- 7,75 Вт
- 77 Вт
- 75 Вт.

• 19. Определите амплитуду тока в контуре, если амплитуда напряжения на контуре равна 10 кВ, емкость контура равна 500 пФ, резонансная частота 2 МГц.

- 63 А
- 3 А
- 6,3 А
- 0,63 А.

• 20. Транзисторный генератор потребляет ток 0,8 А при напряжении питания 25 В. Мощность потерь в транзисторе равна 4 Вт, из них 1 Вт составляют потери в цепи базы. Определите колебательную мощность при коэффициенте использования коллекторного напряжения 0,9.

- 17 Вт
- 1,7 Вт
- 170 Вт
- 0,17 Вт.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Структурная схема и основные параметры передатчика с амплитудной модуляцией
2. Структурная схема основные параметры передатчика с частотной модуляцией
3. Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Назначение цепей согла-сования
4. Транзисторный генератор с внешним возбуждением в режиме с отсечкой коллекторного тока. Оптимальные углы отсечки
5. Баланс мощностей в выходной цепи генератора с внешним возбуждением
6. Баланс мощностей во входной цепи генератора с внешним возбуждением. Цепь ав-тома-

Согласована на портале № 26555

тического базового смещения

7. Динамические характеристики генератора с внешним возбуждением

8. Режимы работы генератора с внешним возбуждением.

9. Динамические характеристики для недонапряженного, критического и перенапря-женного режимов генератора с внешним возбуждением

10. Нагрузочные характеристики генератора с внешним возбуждением

11. Зависимости амплитуды переменного напряжения на коллекторе и первой гармо-ники коллекторного тока от величины сопротивления коллекторной нагрузки

12. Зависимости мощностей от величины сопротивления коллекторной нагрузки

13. Настроечные характеристики ГВВ

14. Влияние питающих напряжений на режим ГВВ.

15. Статические модуляционные характеристики при базовой и коллекторной модуля-ции

16. Коэффициент полезного действия контура

17. Коэффициент использования коллекторного напряжения в критическом режиме.

18. Преимущества и недостатки режима транзистора с отсечкой коллекторного тока по сравнению с линейным режимом.

19. Основные требования к контуру в коллекторной цепи транзистора. Основные параметры контура.

20. Нарисуйте согласованные по фазе импульсы коллекторного тока и напряжения на коллекторе в режиме утроения частоты. Как влияет добротность контура на форму коллекторного напряжения?

21. Расчет элементов цепей питания и смещения в генераторе с внешним возбуждением

22. Основные требования к цепям согласования (ЦС).

23. Частичное включение контура в коллекторную цепь транзистора

24. Схемы связи контура с нагрузкой.

25. Г-образные и П-образные цепи согласования

26. Фильтрация высших гармоник в выходных цепях согласования.

27. Транзисторные умножители частоты

28. Параллельное и двухтактное включение активных элементов

29. Мостовые схемы сложения мощностей

30. Условия самовозбуждения и стационарного режима автогенераторов

31. Эквивалентные трёхточечные схемы автогенераторов

32. Стабильность частоты автогенераторов

33. Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов

34. Пассивные синтезаторы (метод прямого синтеза частот)

35. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты (косвенный метод)

36. Базовая модуляция смещением. Форма коллекторного напряжения за период мо-дулирующего сигнала. Коэффициент полезного действия.

37. Коллекторная модуляция. Форма коллекторного напряжения за период модули-рующего сигнала. Коэффициент полезного действия.

38. Однополосная модуляция. Фильтровый метод. Метод повторной балансной моду-ляции

39. Однополосная модуляция. Фазокомпенсационный метод

40. Прямые методы частотной модуляции

41. Косвенные методы частотной модуляции.

42. Квадратурная модуляция

43. Схемы балансных модуляторов

44. Особенности телевизионных передатчиков

14.1.3. Темы контрольных работ

1. Выбор и обоснование функциональной схемы передатчика.

2. Энергетический расчёт каскадов усиления мощности.

3. Расчёт цепей согласования

14.1.4. Зачёт

Зачёт не предусмотрен учебным планом

Согласована на портале № 26555

14.1.5. Темы домашних заданий

Расчёт каскада с амплитудной модуляцией. Расчёт статической модуляционной характеристики. Расчёт элементов схемы цифрового модулятора.

14.1.6. Темы индивидуальных заданий

Индивидуальные задания указаны в разделе "Темы расчётных работ"

14.1.7. Вопросы на собеседование

Вопросы на собеседования выбираются преподавателем из списка вопросов на самоподготовку

14.1.8. Темы рефератов

Методы проектирования сетей и РУСРиР

Стандартные методы и средства автоматизации проектирования сетей и радиопередатчиков

Современные цифровые методы модуляции, используемые РУСРиР

Передатчики систем связи с подвижными объектами

Интегральные схемы для возбудителей РУСРиР

Интегральные схемы усилителей мощности РУСРиР

14.1.9. Темы опросов на занятиях

Общие принципы построения схем ГВВ. Межкаскадные и выходные цепи согласования. Коэффициент полезного действия колебательного контура. Частичное включение контура в коллекторную цепь транзистора. Фильтрация высших гармоник.

Широкополосные РПдУ. Согласующие широкополосные трансформаторы. Мостовые схемы сложения мощностей.

Классификация видов модуляции, основные характе-ристики радиосигналов. Формирование радиосигналов с ам-плитудной модуляцией. Статические модуляционные характе-ристики. Основные энергетические показатели каскадов при амплитудной модуляции. Схемы амплитудной модуляции. Усиление модулированных сигналов. Динамические модуля-ционные характеристики, искажения при амплитудной моду-ляции и их коррекция.

Методы формирования сигналов с одной боковой по-лосой частот (ОБП). Основные элементы устройств формиро-вания сигналов с ОБП. Интегральные схемы балансных моду-ляторов. Особенности усиления сигналов с ОБП.

Методы формирования сигналов с частотной и фазо-вой модуляцией, схемы и их сравнительные характеристики. Квадратурная модуляция. Амплитудно-фазовая манипуляция.

Цифровые методы модуляции в РПдУ систем радио-связи и радиодоступа: QAM-N, COFDM, GMSK и др.

14.1.10. Темы докладов

Расчёт скорости передачи данных при различных методах модуляции и помехоустойчивого кодирования

14.1.11. Темы контрольных работ

1. Выбор и обоснование функциональной схемы передатчика.
2. Энергетический расчёт каскадов усиления мощности.
3. Расчёт цепей согласования.

14.1.12. Вопросы на самоподготовку

1. Современные требования к стабильности частоты автогенераторов.
2. Диапазонно-кварцевая стабилизация частоты
3. Цифровые методы модуляции в РПдУ
4. Интегральные схемы балансных модуляторов.
5. Специфика работы усилителей мощности при OFDM-сигналах
6. Системы авторегулирования мощности в РПдУ
7. Особенности модуляторов для технологий связи MIMO

14.1.13. Темы расчетных работ

1. Расчёт усилителя мощности в режиме с отсечкой коллекторного тока.
2. Расчёт принципиальной схемы автогенератора.

Согласована на портале № 26555

3. Расчёт каскада с амплитудной модуляцией, расчёт статической модуляционной характеристики и элементов схемы модулятора.

14.1.14. Темы лабораторных работ

Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ) в режиме с отсечкой коллекторного тока
Нагрузочные характеристики ГВВ
Настроечные характеристики ГВВ
Исследование трёхточечных схем автогенераторов
Исследование схем кварцевых автогенераторов
Исследование схем модуляторов

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 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;

Согласована на портале № 26555

– 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 № 26555