МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П. Е. Троян
«_6_» _____07_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства генерирования и формирования сигналов

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Направление подготовки (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»
Профили: Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов, Микроволновая техника и антенны
Форма обучения: очная
Факультет: РТФ (радиотехнический факультет)
Кафедры: **РЗИ** (радиоэлектроники и защиты информации), **СВЧ и КР** (сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники)
Курс 3
Семестры 5,6

Учебный план набора 2013 - 2015 годов.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1	Лекции					28				28	часов
2	Лабораторные работы					16				16	часов
3	Практические занятия					28	14			42	часов
4	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)						10			10	часов
5	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)					72	24			96	часов
6	Из них в интерактивной форме					-				-	часов
7	Самостоятельная работа студентов					18	30			48	часов
8	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)					90	54			144	часов
9	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена					36				36	часов
10	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)					126	54			180	часов
	(в зачетных единицах)					3,5	1,5			5	ЗЕТ

Экзамен 5 семестр

Диф. зачёт 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7647

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 25 от « 18 » 4 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 «Радиотехника», утвержденного 06.03.2015 № 179.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ТУ 18.04., протокол № 25.

Разработчик: доцент кафедры ТУ _____ А.Г. Ильин

Зав. кафедрой ТУ _____ Т.Р. Газизов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающими кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой РЗИ _____ А.С. Задорин

Зав. выпускающей кафедрой СВЧ и КР _____ С.Н. Шарангович

Эксперты:

профессор кафедры ТУ _____ В.А. Шалимов

доцент кафедры ТОР _____ С.И. Богомолов

Согласована на портале № 7647

1. Цели и задачи дисциплины. Целью дисциплины «**Устройства генерирования и формирования сигналов**» является 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 ООП: «Устройства генерирования и формирования сигналов» относятся к ВАРИАТИВНОЙ (Б1.В.ОД.8). Для изучения курса необходимо твердое знание студентами дисциплин «Физика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электроника».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Выпускник должен обладать следующими общекультурными (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями

ОПК-3	способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
ПК-6	готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-7	способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы

.В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные принципы построения устройств генерирования и формирования сигналов (УГФС), методы модуляции в современных радиопередающих устройствах (РПДУ), цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы (ОПК-3, ПК-6),
- методы расчёта каскадов УГФС, основы инженерного расчета генераторов с внешним возбуждением (ГВВ) (ОПК-3, ПК-6, ПК-7);
- причины нестабильности и методы стабилизации параметров излучаемых сигналов (ОПК-3);

уметь:

- составлять структурные и принципиальные схемы устройств генерирования и формирования сигналов (УГФС), формулировать требования к ним, проектировать их по заданным показателям качества (ОПК-3, ПК-6, ПК-7);
- рассчитывать режимы отдельных каскадов УГФС;
- выполнять расчет и проектирование принципиальных схем отдельных узлов УГФС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6);
- разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7);

владеть:

- современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; первичными навыками разработки проектной и технической документации (ПК-6, ПК-7).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры					
		2	3	4	5	6	7
Аудиторные занятия (всего)	96				72	24	
В том числе:							
Лекции	28				28		

Согласована на портале № 7647

Лабораторные работы (ЛР)	16				16		
Практические занятия (ПЗ)	42				28	14	
Курсовой проект (аудиторная нагрузка)	10					10	
Самостоятельная работа (всего)	48				18	30	
В том числе:							
Курсовой проект	10					10	
Расчетно-графические работы	20					20	
Подготовка к практическим занятиям	18				18		
Вид аттестации – экзамен	36				36		
Общая трудоемкость час	180				126	54	
Зачетные Единицы Трудоемкости	5				3,5	1,5	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия		Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
				5 сем.	6 сем.				
1.	Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств	2		2	2		6	12	ОПК-3
2.	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	6	8	2		2	9	27	ОПК-3, ПК-6, 7
3	Цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы.	4	2	4		2	8	20	ОПК-3, ПК-6, 7
4.	Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	6	2	2		2	10	22	ОПК-3, ПК- 6, 7
5.	Методы модуляции в современных радиопередающих устройствах	6	4	8	4	2	5	29	ОПК-3, ПК- 6, 7
6.	Проблематика и пути её разрешения в части построения высокоэффективного и качественного усиления мощности	2		8	8	2	5	25	ОПК-3, ПК- 6, 7
7.	Системы авторегулирования в радиопередающих	2		2			5	9	ОПК-3, ПК- 6, 7

Согласована на портале № 7647

	устройствах								
	ВСЕГО	28	16	28	14	10	48	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ)	Общие сведения об устройствах генерирования и формирования сигналов в современных РПдУ. Основные нормативные документы, технические требования к РПдУ. Параметры РПдУ. Функциональные схемы РПдУ.	2	ОПК-3
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.	6	ОПК-3, ПК- 6, 7
3.	Цепи межкаскадной связи и выходные колебательн	Общие принципы построения схем ГВВ. Межкаскадные и входные цепи согласования. Коэффициент полезного действия колебательного контура. Частичное включение контура в	4	ОПК-3, ПК- 6, 7

Согласована на портале № 7647

	ые системы.	коллекторную цепь транзистора. Фильтрация высших гармоник. Широкополосные РПдУ. Согласующие широкополосные трансформаторы. Мостовые схемы сложения мощностей.		
4.	Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	Условия самовозбуждения и стационарного режима в автогенераторе. Обобщенная трёхточечная схема автогенератора. Выбор режима генераторного прибора. Автогенераторы на двухполюсниках с 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 РПдУ различного назначения.	6	ПК-6, 7
5.	Модуляция в современных РПдУ	Классификация видов модуляции, основные характеристики радиосигналов. Формирование радиосигналов с амплитудной модуляцией. Статические модуляционные характеристики. Основные энергетические показатели каскадов при амплитудной модуляции. Схемы	6	ОПК-3, ПК- 6, 7

Согласована на портале № 7647

		амплитудной модуляции. Усиление модулированных сигналов. Динамические модуляционные характеристики, искажения при амплитудной модуляции и их коррекция. Методы формирования сигналов с одной боковой полосой частот (ОБП). Основные элементы устройств формирования сигналов с ОБП. Интегральные схемы балансных модуляторов. Особенности усиления сигналов с ОБП. Методы формирования сигналов с частотной и фазовой модуляцией, схемы и их сравнительные характеристики. Квадратурная модуляция. Амплитудно-фазовая манипуляция. Цифровые методы модуляции в РПдУ: QAM-N, COFDM, GMSK и др. Особенности модуляторов для технологий связи MIMO.		
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.	2	ОПК-3, ПК- 6, 7
7.	Развитие современных технологий РПдУ	Комплексная микроминиатюризация РПдУ в соответствии с их дальнейшим развитием.	2	ОПК-3, ПК- 6, 7

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл. 5.1, • для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и • которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предыдущие дисциплины								
1	Физика	+	+				+	+
2	Радиотехнические цепи и сигналы	+		+	+			
3	Электроника					+	+	+
Последующие дисциплины								
1	Многоканальные цифровые системы передачи	+	+	+		+	+	
2	Устройства приема и обработки сигналов	+	+			+	+	+
3	Основы телевидения и	+		+	+			

Согласована на портале № 7647

	видеотехника							
4	Проектирование радиотехнических систем			+		+	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-3	+	+	+	+	+	Контрольная работа. Экзамен.
ПК-6	+	+	+	+	+	Опрос на лекции, на практическом занятии. Контрольная работа. Защита КП. Отчёт по Лаб. Экзамен
ПК-7	+	+	+	+	+	Отчёт на практическом занятии. Защита КП. Отчёт по Лаб

Л – лекция, Пр – практические занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Формы / Методы	Лекции (час)	Практические/ семинар-ские занятия (час)	Всего
Обсуждение материала в ходе презентаций	4	4	8
Коллективные решения творческих задач		10	10
Итого интерактивных занятий	4	14	18

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика лабораторных практикумов	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОПК, ПК
1.	2	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ) в режиме с отсечкой коллекторного тока	2	ОПК-3, ПК-6, 7
2.	2	Нагрузочные характеристики ГВВ	2	ОПК-3, ПК-6, 7
3.	3	Настроечные характеристики ГВВ	4	ОПК-3, ПК-6, 7
4.	4	Исследование трёхточечных схем автогенераторов	2	ОПК-3, ПК-6, 7
5.	4	Исследование схем кварцевых автогенераторов	2	ОПК-3, ПК-6, 7
6.	5	Исследование схем модуляторов	4	ОПК-3, ПК-6, 7
Итого			16	ОПК-3, ПК-6, 7

8.1 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)		Компетенции ОПК, ПК
			5 сем.	6 сем.	
1	1	Выбор и обоснование функциональной схемы передатчика. Выбор	2	2	ОПК-3

Согласована на портале № 7647

		активных элементов			
2	2	Энергетический расчёт каскадов усиления мощности.	2		ОПК-3, ПК- 6, 7
3	3	Расчёт цепей согласования	4		ОПК-3, ПК- 6, 7
4	4	Выбор и расчёт принципиальной схемы автогенератора	2		ОПК-3, ПК- 6, 7
5	5	Расчёт каскада с амплитудной модуляцией. Расчёт статической модуляционной характеристики. Расчёт элементов схемы модулятора.	8	4	ОПК-3, ПК- 6, 7
6	6	Выбор и обоснование способа формирования рабочих частот и требуемых видов работы передатчика	8	8	ОПК-3, ПК- 6, 7
7	7	Расчёт скорости передачи данных при различных методах помехоустойчивого кодирования	2		ОПК-3, ПК- 6, 7
Итого			28	14	

8.2 Аудиторные занятия по КР

№ п/п	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	Выбор и обоснование функциональной схемы передатчика. Выбор активных элементов	2	ОПК-3, ПК- 6, 7
2	Расчёт отдельных каскадов передатчика	8	ОПК-3, ПК- 6, 7

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	1–5	Расчётно-графические работы в соответствии с индивидуальным заданием	10	ОПК-3, ПК-6, 7	Отчёт на практическом занятии.
2.	2	Подготовка доклада, тематика которого соответствует индивидуальному заданию. Реферат	8	ОПК-3, ПК-6, 7	Доклад на практическом занятии.

Согласована на портале № 7647

3.	2–5	Подготовка к лабораторным и контрольным работам	10	ОПК-3, ПК-6, 7	Защита отчёта по лабораторной работе
4.	1–7	Подготовка к практическим занятиям	10	ОПК-3, ПК-6, 7	Тесты на практических занятиях
5	1–7	Курсовой проект	10	ОПК-3, ПК-6, 7	Защита проекта
Итого без экзамена			48		
6	1–7	Подготовка и сдача экзамена	36	ОПК-3, ПК-6, 7	Оценка на экзамене

10. Примерная тематика курсовых проектов

1. Расчёт и конструирование радиовещательного передатчика.
2. Расчёт и конструирование передатчика для однополосной радиосвязи.
3. Расчёт и конструирование телевизионного передатчика сигналов изображения.
4. Расчёт и конструирование телевизионного передатчика сигналов звукового сопровождения.
5. Расчёт и конструирование передатчика для цифровой радиосвязи.
6. Расчёт и конструирование передатчика для УКВ ЧМ-стереовещания.
7. Модулятор передатчика базовой станции сотовой связи
8. Радиопередатчик абонентского терминала стандарта DECT
9. Возбудитель радиопередатчика стандарта Wi-Fi
10. Расчёт и конструирование передатчика для цифрового телевизионного вещания.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля.

1	1-17 неделя	Посещение лекций.	10 баллов
2	2-17 неделя	Опрос по темам лекций.	10 баллов
3	1-17 неделя	Доклады.	30 баллов
7		Экзамен	50 баллов
	ИТОГО		100 баллов

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 50% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 50 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

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),	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 7647

(не зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература.

1. Ильин А.Г. Устройства формирования сигналов. Генераторы с внешним возбуждением. Автогенераторы. Часть 1: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 91 с. Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/i2.doc

2. Бордус А.Д. Устройства формирования сигналов. Часть 2. Модуляция: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 98 с. Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b9.doc

3. Ильин А.Г. Автогенераторы и синтезаторы. Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 68 с. Режим доступа: http://tu.tusur.ru/upload/posobia/i3.doc

12.2. Дополнительная литература

1. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2003. – 560 с. **(136)**

2. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: Учебник. – НГТУ, 2005, часть 1, 480 с. **(31)**, часть 2, 548 с. **(31)**

3. Проектирование радиопередатчиков / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003. – 656 с. **(100)**

4. Бордус А.Д., Ильин А.Г., Казанцев Г.Д., Пороховниченко А.М. Устройства формирования сигналов. Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2011. – 142 с. **(13)**

12.3. Перечень методических указаний (УМП) по проведению лабораторных работ, практических занятий и по самостоятельной работе студентов

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. Режим доступа: http://192.168.210.1/upload/posobia/i4.doc

2. А.Д. Бордус. Руководство для выполнения лабораторных работ по курсу «УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ». – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 46 с. Дата создания: 1.11.2012. Режим доступа: – http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b16.doc

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. Дата создания: 1.11.2012. Режим доступа: – http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b15.doc

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

1. Лекционные аудитории, оснащённые техникой для мультимедийных презентаций.
2. Лабораторные залы с промышленными радиопередатчиками, со стендами и макетами отдельных узлов радиопередающих устройств и контрольно-измерительной аппаратурой для фронтального проведения занятий.
3. Классы с персональными компьютерами для проведения групповых занятий.

Согласована на портале № 7647

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«6» 07 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Устройства генерирования и формирования сигналов

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Направление(я) подготовки (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»
Профили: Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов, Микроволновая техника и антенны

Форма обучения очная

Факультет: РТФ (радиотехнический факультет)

Кафедра РЗИ (радиоэлектроники и защиты информации), СВЧ и КР (сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники)

Курс 3 **Семестр 5, 6**

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Экзамен пятый семестр

Диф. зачет шестой семестр

Разработчик доцент Ильин А.Г.

Томск 2016

Согласована на портале № 7647

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	*Должен знать* - основные принципы построения устройств генерирования и формирования сигналов (УГФС), -методы модуляции в современных радиопередающих устройствах (РПДУ), - цепи межкаскадной связи и выходные колебательные системы, - методы расчёта каскадов УГФС, -основы инженерного расчета генераторов с внешним возбуждением (ГВВ). *Должен уметь* - составлять структурные и принципиальные схемы устройств генерирования и формирования сигналов (УГФС), - формулировать требования к ним, проектировать их по заданным показателям качества, - рассчитывать режимы отдельных каскадов УГФС, - выполнять расчет и проектирование принципиальных схем отдельных узлов УГФС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; - разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы. *Должен владеть* - современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем
ПК-6	Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	
ПК-7	Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	

Согласована на портале № 7647

		- первичными навыками разработки проектной и технической документации.

2 1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-3: **способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции ОПК-3 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает: • **методы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей,** • физические процессы в устройствах генерирования и формирования сигналов (УГФС), • основные принципы генерирования, формирования и усиления мощности радиосигналов при современных методах модуляции, • методы расчёта основных каскадов радиопередатчиков	Умеет: • решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей. • использовать теоретические знания при расчётах отдельных каскадов УГФС • составлять принципиальные и структурные схемы УГФС, формулировать требования к ним, проектировать их по заданным показателям качества	Владеет: • **методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей,** • навыками проектирования УГФС
Виды занятий	Лекции. Практические занятия Групповые консультации.	Лабораторные работы. Выполнение домашнего задания. Самостоятельная работа студентов	Курсовой проект
Используемые средства оценивания	Тест. Контрольная работа. Выполнение	Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита курсового проекта, экзамен

Согласована на портале № 7647

	домашнего задания. Экзамен	Оформление и защита домашнего задания. Конспект самостоятельной работы	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОПК-3 **на этапах**

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	2.1 **Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей,** основные принципы генерирования,	Умеет решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, использовать теоретические	Свободно владеет методами анализа и расчета характеристик электрических цепей, навыками решения задач исследований и проектирования УГФС

Согласована на портале № 7647

	формирования и усиления мощности радиосигналов при современных методах модуляции, методы расчёта основных каскадов радиопередатчиков	знания на практике составлять принципиальные и структурные схемы УГФС, формулировать требования к ним	
Хорошо (базовый уровень)	Знает методы расчёта характеристик электрических цепей, понимает основные принципы генерирования, формирования и усиления мощности радиосигналов	Умеет решать задачи расчета характеристик электрических цепей, составлять принципиальные и структурные схемы УГФС	Владеет навыками проектирования электрических цепей
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области генерирования и формирования сигналов	Умеет работать со справочной литературой	Владеет терминологией в области генерирования и формирования сигналов

Согласована на портале № 7647

1.2. Компетенция ПК-6: готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции ПК-6 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает: - методы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; - основы инженерного и автоматизированного расчета генераторов с внешним возбуждением (ГВВ), каскадов модуляции в современных радиопередающих устройствах, цепей межкаскадной связи и выходных колебательных систем	Умеет: - выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, - рассчитывать режимы отдельных каскадов УГФС, - выполнять расчет и проектирование принципиальных схем отдельных узлов УГФС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	Владеет методами расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	Лекции; Практические занятия Групповые консультации;	Лабораторные работы. Выполнение домашнего задания. Самостоятельная работа студентов	Лабораторные работы. Курсовой проект
Используемые средства оценивания	Тест; Контрольная работа; Выполнение домашнего задания; Экзамен	Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление и защита домашнего задания; Конспект самостоятельной работы	Защита лабораторных работ. Защита курсового проекта. Экзамен

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-6 по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 7647

Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-6 **на этапах**

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает: - методы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; -основы инженерного и автоматизированного расчета генераторов с внешним возбуждением (ГВВ), каскадов модуляции в современных радиопередающих устройствах, цепей межкаскадной связи и выходных колебательных систем	Умеет: -выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, -рассчитывать режимы отдельных каскадов УГФС, выполнять расчет и проектирование принципиальных схем отдельных узлов УГФС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	Свободно владеет: -методами расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования - навыками исследований и проектирования УГФС

Согласована на портале № 7647

Хорошо (базовый уровень)	Знает методы и понимает результаты расчёта каскадов в современных радиопередающих устройствах	Умеет выполнять расчет и проектирование устройств радиотехнических систем, принципиальных схем отдельных узлов УГФС	Владеет навыками проектирования электрических принципиальных схем УГФС
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области электрических принципиальных схем УГФС	Умеет интерпретировать результаты расчётов	Владеет терминологией в области электрических принципиальных схем УГФС

1.3. Компетенция ПК-7: **способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы**

Таблица 8 – Этапы формирования компетенции ПК-7 и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	2.2 **Знает, как разработать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.** Знает правила и основные положения стандартов на разработку проектной и конструкторской документации	**2.3** 2.4 **Умеет: -разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы** **2.5** 2.6 **-оформлять законченные проектно-конструкторские работы**	Владеет навыками -разработки проектной и технической документации; -оформления конструкторской документации
Виды занятий	Лекции; Практические занятия Групповые консультации;	Выполнение домашнего задания; курсового проекта, Самостоятельная работа студентов	Курсовой проект
Используемые средства оценивания	Тест; Контрольная работа; Выполнение домашнего задания; Экзамен	Оформление и защита домашнего задания; Конспект самостоятельной работы	Защита курсового проекта, Экзамен

Согласована на портале № 7647

Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции ПК-7 **по этапам**

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-7 на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	2.7 **Обладает знаниями, как разработать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.** Знает правила и основные положения стандартов на разработку проектной и конструкторской документации	2.8 **Умеет разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы**	Свободно владеет навыками проектирования и оформления проектной и конструкторской документации, структурных, функциональных и принципиальных схем УГФС

Согласована на портале № 7647

Хорошо (базовый уровень)	Понимает основные положения стандартов на разработку проектной и конструкторской документации	2.9 **Умеет разрабатывать техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы**	Владеет навыками проектирования структурных, функциональных и принципиальных схем УГФС
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями в области проектирования УГФС	Умеет оформлять законченные проектно-конструкторские работы УГФС	Владеет терминологией в области оформления документации на разработку УГФС

2. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Тесты:

1. Генераторы с внешним возбуждением.
2. Автогенераторы
3. Модуляция.

Содержание тестов представлено в пособии:

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. Дата создания: 1.11.2012. Режим доступа: – http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b15.doc

Контрольная работа:

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

Выполнение домашнего задания:

1. Расчёт усилителя мощности в режиме с отсечкой коллекторного тока.
2. Расчёт принципиальной схемы автогенератора.
3. Расчёт каскада с амплитудной модуляцией, расчёт статической модуляционной характеристики и элементов схемы модулятора.

Темы лабораторных работ:

1. Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ) в режиме с отсечкой коллекторного тока
2. Нагрузочные характеристики ГВВ
3. Настроечные характеристики ГВВ
4. Исследование трёхточечных схем автогенераторов
5. Исследование схем кварцевых автогенераторов
6. Исследование схем модуляторов

Темы для самостоятельной работы:

Согласована на портале № 7647

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

Темы курсового проекта:

11. Расчёт и конструирование радиовещательного передатчика.
12. Расчёт и конструирование передатчика для однополосной радиосвязи.
13. Расчёт и конструирование телевизионного передатчика сигналов изображения.
14. Расчёт и конструирование телевизионного передатчика сигналов звукового сопровождения.
15. Расчёт и конструирование передатчика для цифровой радиосвязи.
16. Расчёт и конструирование передатчика для УКВ ЧМ-стереовещания.
17. Модулятор передатчика базовой станции сотовой связи
18. Радиопередатчик абонентского терминала стандарта DECT
19. Возбудитель радиопередатчика стандарта Wi-Fi
20. Расчёт и конструирование передатчика для цифрового телевизионного вещания.

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 согласования
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 автоматического базового смещения
7. Динамические характеристики генератора с внешним возбуждением
8. Режимы работы генератора с внешним возбуждением.
9. Динамические характеристики для недонапряженного, критического и перенапряженного режимов генератора с внешним возбуждением
10. Нагрузочные характеристики генератора с внешним возбуждением
11. Зависимости амплитуды переменного напряжения на коллекторе и первой гармоники 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 модуляции
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

Согласована на портале № 7647

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 модулирующего сигнала. Коэффициент полезного действия.
37. Коллекторная модуляция. Форма коллекторного напряжения за период модулирующего сигнала. Коэффициент полезного действия.
38. Однополосная модуляция. Фильтровый метод. Метод повторной балансной модуляции
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

3. Перечень методических указаний (УМП) по проведению лабораторных работ, практических занятий и по самостоятельной работе студентов (п. 12.3 программы).

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. Режим доступа: http://192.168.210.1/upload/posobia/i4.doc
2. А.Д. Бордус. Руководство для выполнения лабораторных работ по курсу «УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ». – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 46 с. Дата создания: 1.11.2012. Режим доступа: – http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b16.doc
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. Дата создания: 1.11.2012. Режим доступа: – http://tu.tusur.ru/upload/posobia/b15.doc

Согласована на портале № 7647