

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра радиотехники (РТ_ОР)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра радиотехники (РТ_ОР)

наименование кафедры

Саломатов Ю.П.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И
СИГНАЛЫ**

Дисциплина Б1.Б.16 Радиотехнические цепи и сигналы

Направление подготовки /
специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация
транспортного радиоборудования
Специализация 25 05 03 02

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2017

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

250000 «АЭРОНАВИГАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

Специализация 25.05.03.02 Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита 2017г.

Программу
составили _____

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» (РТЦиС) входит в базовую часть профессионального цикла направления подготовки специалистов.

Учитывая, что объектами профессиональной деятельности выпускников являются различные радиоэлектронные устройства, радиотехнические системы и комплексы, а также методы и средства их проектирования, моделирования и экспериментальной отработки – все это невозможно успешно выполнять без глубокого знания теории различных моделей сигналов и цепей, что и определяет основную цель преподавания дисциплины в системе подготовки специалистов в области радиотехники.

Главная цель преподавания дисциплины – изучение основных принципов описания и анализа сигналов, используемых в различных радиотехнических системах, освоение принципов работы и исследование типовых линейных, нелинейных и параметрических цепей, их характеристик и освоение методов анализа преобразований сигналов в этих цепях.

1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам изучения дисциплины, в соответствии с требованиями к формированию профессиональных компетенций, относятся:

- получение знаний о перспективных методах фундаментальных закономерностей, связанных с анализом и синтезом случайных сигналов, оценкой влияния различных случайных сигналов на передачу информационных сообщений, обработкой и преобразованием информационных сигналов и помех в типовых линейных, нелинейных и параметрических цепях, применительно к различным радиотехническим системам. При этом студенты должны правильно выбирать известный математический аппарат для анализа и синтеза различных сигналов, помех и цепей; широко использовать известные программные продукты и выявлять связи используемой математической и программной модели с физической стороной исследуемого процесса или устройства; иметь навыки эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных средств; проводить настройку используемых приборов и лабораторного оборудования различного назначения, оценивать погрешности результата измерения;

- умение использовать стандартные программные средства для анализа временных, спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов, составлять самостоятельно программы для

исследования вероятностных характеристик случайных сигналов, технически грамотно выбирать и применять на основе заданных моделей управляющих сигналов и помех необходимые преобразования, обеспечивающие передачу, приём и сохранение передаваемой информации;

- овладение современными методами моделирования сигналов и цепей, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, реализацией программ экспериментальных исследований, включая выбор технических средств, и обработкой результатов, составлением обзоров и отчётов по результатам проводимых исследований.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-4:готовностью к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, пониманием значимости своей будущей специальности	
Уровень 2	перспективных методах фундаментальных закономерностей, связанных с анализом и синтезом случайных сигналов, оценкой влияния различных случайных сигналов на передачу информационных сообщений
Уровень 2	правильно выбирать известный математический аппарат для анализа и синтеза различных сигналов, помех и цепей; широко использовать известные программные продукты и выявлять связи используемой математической и программной модели с физической стороной исследуемого процесса или устройства;
Уровень 1	навыками эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных средств; проводить настройку используемых приборов и лабораторного оборудования
Уровень 2	готовностью к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, понимание значимости своей будущей специальности

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс базируется на ранее изученных дисциплинах:

Дифференциальные и интегральные уравнения

Теория функций комплексного переменного

Физические основы электроники

Дискретная математика

Информационные технологии

Неорганическая химия

Основы радиоинженерной деятельности

Теория и практика эффективного речевого общения
Математический анализ
Электричество и магнетизм
Информатика

Знания и умения, приобретенные в процессе изучения этой дисциплины, используются в дисциплинах:

Метрология и радиоизмерения
Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств

Радиоавтоматика
Устройства генерирования и формирования сигналов
Электродинамика и распространение радиоволн
Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств

Устройства приёма и обработки сигналов
Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны
Радиолокационные системы
Радионавигационные системы
Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения
Основы теории радиосистем и комплексов управления

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	9 (324)	5 (180)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	4 (144)	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)	
практикумы			
лабораторные работы	1,5 (54)	0,5 (18)	1 (36)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	3 (108)	2 (72)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	2 (72)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Теоретические основы управляющих сигналов, корреляционный анализ	16	2	8	16	ОПК-4
2	Узкополосные сигналы. Теоретические основы модулированных сигналов	8	2	8	16	ОПК-4
3	Линейные цепи с постоянными параметрами и преобразование детерминированных сигналов в линейных цепях	8	0	10	24	ОПК-4
4	Основы теории нелинейных цепей и методы нелинейной теории	4	8	12	16	ОПК-4
5	Основы теории параметрических цепей	12	0	0	16	ОПК-4
6	Основы теории случайных процессов	12	4	8	8	ОПК-4

7	Цифровая обработка сигналов, специальные функции, основы синтеза сигналов и цепей	12	2	8	12	ОПК-4
Всего		72	18	54	108	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Теоретические основы управляющих сигналов, корреляционный анализ	8	0	0

2	1	<p>Назначение и содержание дисциплины. Связь дисциплины РТЦиС с другими дисциплинами в подготовке радиоинженера. Информационно статистический подход к задачам радиотехники. Определение сигнала. Классификация сигналов. Основные характеристики радио и видео сигналов. Классификация радиоэлектронных цепей – линейные, нелинейные и параметрические цепи. Структура типового канала связи. магнетронного генератора. Общие понятия нормы, базиса, нормированной, ортонормированной системы функций. Энергия, мощность, ортогональность и когерентность сигналов. Векторное представление сигналов. Простейшие разрывные функции и описание сигналов с помощью разрывных функций. Выбор аппроксимирующих функций. Ряды Фурье. Погрешность аппроксимации сигналов рядом Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Гармонический анализ периодических сигналов. Спектры периодических сигналов. Распределение мощности в спектре. Гармонический анализ неперiodических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье.</p>	8	0	0
---	---	--	---	---	---

3	2	<p>Модуляция как форма кодирования информации. Сигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляцией (АМ и АИМ). Спектры АМ и АИМ сигналов.</p> <p>Векторное представление, мощностные характеристики, подавление несущей и боковых частот АМ сигналов.</p> <p>Угловая модуляция. Фаза и мгновенная частота колебаний. Колебания с частотной или фазовой модуляцией. Спектры сигналов с гармонической угловой модуляцией. Спектры сигналов с линейной частотной модуляцией. Аналитический сигнал. Основные характеристики сопряженных по Гильберту колебаний. Свойства преобразований Гильберта. Понятие комплексной огибающей узкополосных сигналов, её особенности и значение для представления модулированных сигналов.</p> <p>Автокорреляционные функции (АКФ) модулированных колебаний. Особенности АКФ колебаний с большой базой. Дискретизация узкополосных сигналов.</p>	8	0	0
---	---	---	---	---	---

4	3	<p>Линейные активные и пассивные цепи, основные определения. Сопряжение пассивных элементов с активными. Передаточная функция и импульсная характеристика активной линейной цепи. Примеры амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ) радиоэлектронных цепей. Свойства линейных цепей с обратной связью. Критерии устойчивости: Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста. Спектральный и временной методы анализа передачи сигналов через линейные цепи. Передача управляющих сигналов через апериодические цепи. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Прохождение модулированных колебаний через узкополосные избирательные цепи. Приближенные методы вычисления: спектральный, интеграла наложения, комплексной огибающей. Прохождение радиосигналов через избирательные цепи.</p>	8	0	0
---	---	---	---	---	---

5	4	<p>Общая характеристика методов анализа нелинейных цепей. Резистивные и реактивные нелинейные элементы и их основные характеристики. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Преобразование спектра колебаний в цепи с резистивным нелинейным элементом. Нелинейное резонансное усиление. Цепи с нелинейными реактивными элементами. Резонанс в нелинейном колебательном контуре. Основные нелинейные преобразования сигналов: умножение частоты, детектирование АМ, ЧМ и ФМ колебаний. Преобразование частоты сигнала. Синхронное детектирование. Получение АМ, ЧМ и ФМ сигналов. Определение автоколебательной системы. Основные принципы реализации автогенераторов сигналов. Механизм и условия возникновения колебаний. Принцип работы LC-автогенератора. Баланс амплитуд и фаз. Квазилинейная теория автогенератора. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения.</p>	4	0	0
---	---	--	---	---	---

6	5	<p>Параметрические элементы. Свойства параметрических цепей. Передаточная функция и импульсная характеристика линейной параметрической цепи. Энергетические соотношения в цепи с параметрическими реактивными элементами. Преобразование спектра, усиление и генерирование сигналов. Теорема Мэнли-Роу. Параметрические усилители (ПУ). Одноконтурный и двухконтурный ПУ. Параметрическое возбуждение колебаний. Уравнение Матье. Параметрические генераторы.</p>	12	0	0
7	6	<p>Основные закономерности и способы количественного описания случайных событий. Случайные величины. Функции распределения. Основные модели законов распределения. Нормальный закон распределения. Числовые характеристики. Основные правила преобразования числовых характеристик. Случайные процессы, основные модели, корреляционный анализ случайных процессов.</p>	12	0	0

8	7	<p>Общая структурная схема цифровой обработки сигналов и цифрового фильтра (ЦФ). Алгоритм дискретной свертки. Применение дискретных преобразований Фурье и Лапласа. Импульсная характеристика и передаточная функция трансверсального и рекурсивного фильтров. Структурные схемы простейших ЦФ и их анализ. Применение Z-преобразований для анализа дискретных сигналов и цепей. Преобразование аналог-цифра и шумы квантования. Оценка быстродействия арифметических устройств ЦФ. Спектральный анализ сигналов на основе ЦФ. Использование алгоритмов быстрого преобразования Фурье. Обзор наиболее распространенных для аппроксимации сигналов, полиномов и функций. Ортогональные полиномы и функции непрерывного типа. Выбор рациональной системы функций в зависимости от характера аппроксимируемых сигналов и решаемой задачи. Кусочно-непрерывные функции Уолша, Хаара и Радемахера. Основные этапы синтеза сигналов и цепей. Особенности ¹⁴ синтеза четырехполюсников по заданной амплитудно-частотной</p>	12	0	0
---	---	---	----	---	---

Всего		72	0	0
-------	--	----	---	---

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Простейшие сигналы и описание сигналов с помощью простейших сигналов. Преобразование видео и радиосигналов в линейных цепях с постоянными параметрами.	2	0	0
2	2	Спектральный анализ сигналов. Дискретизация сигналов. Корреляционный анализ.	2	0	0
3	4	Передаточные функции и импульсные характеристики линейных цепей. Свойства цепей с обратной связью.	8	0	0
4	6	Исследование и расчёт вероятностных характеристик случайных процессов.	4	0	0
5	7	Цифровая обработка сигналов, цифровые фильтры. Функции Уолша. Вейвлет анализ сигналов.	2	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Ознакомительная с лабораторными макетами и приборами. Исследование свойств ортогональности гармонических сигналов.	8	0	0

2	2	Дискретизация непрерывных сигналов. Спектральный анализ управляющих сигналов. Исследование сигналов с амплитудой и амплитудно-импульсной модуляцией. Исследование сигналов с угловой модуляцией.	8	0	0
3	3	Аналитический сигнал. Радиосигналы с амплитудной и угловой модуляцией.	2	0	0
4	3	Преобразование сигналов в линейных цепях. Преобразование формы и спектра сигналов безинерционным нелинейным элементом.	8	2	0
5	4	Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Преобразование частоты сигналов. Исследование работы модулятора АМ. Детектирование АМ – сигналов. Исследование детектора ЧМ– сигналов. Исследование параметрических усилителей и генераторов	12	0	0
6	6	Исследование случайных процессов.	8	8	0
7	7	Исследование цифровых фильтров.	8	8	0
Итого			54	18	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Патюков В. Г.	Радиотехнические цепи и сигналы: метод. указ. к расч.- граф. заданию для студентов радиотехн. спец.	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002

Л1.2	Патюков В. Г.	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов всех форм обучения направлений 200101.65 Приборостроение, 210302.65 Радиотехника, 210303.65 Бытовая радиоэлектронная аппаратура, 210304.65 Радиоэлектронные системы, 160905.65 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования 200100.62, 210300	Красноярск: СФУ, 2012
------	---------------	---	-----------------------

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Гоноровский И. С.	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие для вузов	Москва: Дрофа, 2006
Л1.2	Иванов М. Т., Сергиенко А. Б., Ушаков В. Н.	Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения	Санкт-Петербург: Питер, 2014
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Жуков В.П., Карташев В.Г., Николаев А.М.	Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы": учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Радиотехника"	Москва: Высшая школа, 1986
Л2.2	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы: руководство к решению задач	Москва: Высшая школа, 1987
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Патюков В. Г.	Радиотехнические цепи и сигналы: метод. указ. к расч.- граф. заданию для студентов радиотехн. спец.	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002

ЛЗ.2	Патюков В. Г.	Радиотехнические цепи и сигналы. Исследование цифровых и оптимальных фильтров: Ч. 3: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для спец. 200101.65 Приборостроение, 210302.65 Радиотехника, 210303.65 Бытовая радиоэлектронная аппаратура, 210304.65 Радиоэлектронные системы, 160905.65 Техническая эксплуатация трансп. радиооборудования]	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.3	Патюков В. Г., Патюков Е. В., Баскова А. А.	Радиотехнические цепи и сигналы: Ч. 1: учебно-методическое пособие для лабораторных работ студентам всех форм обучения направлений 200100.62, 210300.62, 200101.65, 210302.65, 210303.65, 210304.65, 160905.65	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.4	Патюков В. Г., Патюков Е. В., Баскова А. А.	Радиотехнические цепи и сигналы: Ч. 2: учебно-методическое пособие для лабораторных работ студентам всех форм обучения напр. 200100.62, 210300.62, 200101.65, 210302.65, 210303.65, 210304.65, 160905.65	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.5	Патюков В. Г.	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов всех форм обучения направлений 200101.65 Приборостроение, 210302.65 Радиотехника, 210303.65 Бытовая радиоэлектронная аппаратура, 210304.65 Радиоэлектронные системы, 160905.65 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования 200100.62, 210300	Красноярск: СФУ, 2012

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронная версия курса лекций	http://www.ire.krgtu.ru
Э2		http://bik.sfu-kras.ru/
Э3	Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы	http://ibooks.ru/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В часы, отведенные под самостоятельную работу студент должен изучать теоретический курс и оформлять отчет о выполнении лабораторной работы.

На самостоятельное изучение теоретического курса отводится – 1 зачетная единица.

Самостоятельная работа включает теоретическую подготовку к практическим занятиям, решение задач, подготовку к зачёту и самостоятельное более углублённое изучение отдельных разделов дисциплины.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	MatLab,
9.1.2	MathCad,
9.1.3	SpectrAn

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы http://ibooks.ru/
-------	---

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Практические занятия по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» проводятся в кафедральной специализированной учебной лаборатории с 10-ю специализированными стендами, изготовленными С.Петербургским институтом телекоммуникаций и в классе информационно-вычислительного центра. Широко используются виртуальные приборы на ПК, бельгийской фирмы Velleman Instrument, позволяющие работать в режимах – осциллографа, анализатора спектра, измерителя АЧХ и ФЧХ и др.

Практические занятия в классе информационно-вычислительного центра выполняются на ПК с достаточным количеством одновременно используемых рабочих мест.

Приборы:

- 1) Вольтметры универсальные цифровые GDM-8135, GDM-8145.
- 2) Частотомеры электронно-счетные GFC-8131H, GFC-8270H.
- 3) Осциллографы сервисные универсальные ОСУ-20.