

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор-проректор по
учебной работе
Н.Н.Сухих

2017 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория радиотехнических цепей и сигналов

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

«Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов»

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2017

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов» являются:

-дать студентам систематические знания по методам описания и анализа радиотехнических сигналов и цепей, способам аналоговой и цифровой обработки сигналов;

-дать студентам систематические знания по основам теории радиотехнических преобразований, а также по основным положениям теории согласованной фильтрации сигналов, синтеза линейных, дискретных и цифровых цепей;

-прививать студентам навыки инженерного мышления, основанного на знании основных характеристик сигналов, и понимании сущности процессов, происходящих в радиотехнических цепях при прохождении сигналов.

Задачами освоения дисциплины являются:

-формирование представлений о характеристиках детерминированных колебаний и случайных сигналов;

-изучение основ теории синтеза линейных цепей и воздействию случайных процессов на нелинейные и параметрические цепи;

-изучение основ теории основных радиотехнических преобразований (генерирование колебаний, модуляция, детектирование, преобразование частоты, умножение частоты);

-формирование навыков расчета основных характеристик радиосигналов и их воздействию на частотно-избирательные системы;

-формирование представлений о принципах согласованной фильтрации сигналов и их дискретной и цифровой обработки.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологической деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» представляет собой дисциплину базовой части профессионального цикла дисциплин и относится к общеинженерным дисциплинам и требует от студентов знаний по дисциплинам математического и естественнонаучного цикла в объеме, определяемом соответствующими программами. Вопросы применения радиоэлектронных систем для целей навигации, посадки, связи и управления воздушным движением и конкретные типы этих систем изучаются в соответствующих специальных дисциплинах на последующих курсах.

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Иностранный язык (Английский язык)».

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» является обеспечивающей для дисциплин: «Общая теория радиоэлектронных систем», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Радиотехнические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения», «Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах», «Авиационная электросвязь».

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» изучается в 4, 5 и 6 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>Способность использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математические модели различных типов сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - математические модели радиотехнических цепей; - принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях на основе аналитических и численных решений; - методы аналитического представления сигналов и помех. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать основные характеристики сигналов и радиотехнических цепей в профессиональной деятельности; - оценивать влияние различных факторов на функционирование основных типов радиотехнических цепей; - оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех; - рассчитывать частотные и временные характеристики радиотехнических цепей. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета основных характеристик сигналов различных типов; - методами расчета основных типов радиотехнических цепей; - навыками компьютерного моделирования

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	радиотехнических цепей и сигналов; - навыками расчета основных характеристик радиотехнических цепей.
Способность оценивать спектрально-временные характеристики сигналов и помех (ПСК-4.1)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - типы радиотехнических цепей; - принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях; - методы аналитического представления сигналов и помех. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать основные характеристики сигналов и радиотехнических цепей в профессиональной деятельности; - оценивать влияние различных факторов на функционирование основных типов радиотехнических цепей; - оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех; - оценивать частотные и временные характеристики радиотехнических цепей. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами оценки основных характеристик сигналов различных типов; - методами оценки основных характеристик радиотехнических цепей.
Способность рассчитывать основные характеристики сигналов и помех (ПСК 4.2)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - типы радиотехнических цепей; - принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях; - методы аналитического представления сигналов и помех. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить необходимые радиотехнические измерения и расчёты.

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	Владеть: - методами расчета основных характеристик сигналов различных типов; - методами расчета основных типов радиотехнических цепей.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры		
		4	5	6
Общая трудоемкость дисциплины	396	108	108	180
Контактная работа:	235,1	72,3	70,3	92,5
лекции,	82	18	28	36
практические занятия,	146	54	38	54
семинары,				
лабораторные работы,				
курсовой проект (работа)	4		4	
другие виды аудиторных занятий.				
Самостоятельная работа студента	101	27	20	54
Контрольные работы				
в том числе контактная работа				
Промежуточная аттестация:	63	9	18	36
контактная работа	3,1	0,3	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к (зачёту, экзамену)	59,9	8,7 Зачет	17,7 Зачет КР	33,5 Экза мен

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПСК-4.1	ПСК-4.2		
Тема 1. Введение	4	*			ВК,Л,	У

ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПК-4.1	ПК-4.2		
					ПЗ,СРС	
Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики	50	*	*	*	ВК, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Тема 3. Модулированные радиосигналы	16	*	*	*	ВК, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Тема 4. Сигналы в дискретном времени	17	*	*	*	ВК,Л, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов	12	*	*	*	ВК, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Итого за 4 семестр	99					
Тема 6. Линейные цепи с постоянными параметрами	51	*	*	*	ВК,Л, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях	22	*	*	*	ВК, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Тема 8. Основы генерирования гармонических колебаний	13	*	*	*	ВК, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Курсовая работа	4	*	*	*		
ИТОГО в 5 семестре	90					
Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех	24	*	*	*	ВК,Л, ЛВ, ПЗ,СРС	У

ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПСК-4.1	ПСК-4.2		
Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов	120	*	*	*	ВК,Л, ЛВ, ПЗ,СРС	У
Итого за 6 семестр	144					
Промежуточная аттестация	63					
Итого по дисциплине	396					

Сокращения: Л – лекция, ЛВ – лекция визуализация, ПЗ- практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос.

5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Семестр 4							
Тема 1. Введение	2				2		4
Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики.	6	34			10		50
Тема 3. Модулированные радиосигналы	4	8			4		16
Тема 4. Сигналы в дискретном времени	4	6			7		17
Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов	2	6			4		12
Итого за 4 семестр	18	54			27		99
Семестр 5							
Тема 6. Линейные цепи с постоянными параметрами	16	26			9	2	53
Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях.	8	6			8		22
Тема 8. Основы генерирования	4	6			3	2	15

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
гармонических колебаний							
Итого за 5 семестр	28	38			20	4	90
Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех	8	6			10		24
Семестр 6							
Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов	28	48			44		120
Итого за 6 семестр	36	54			54		144
Промежуточная аттестация							63
Итого по дисциплине	82	146			101	4	333
Всего по дисциплине							396

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторные работы, КР – курсовая работа.

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Краткая история развития авиационных радиотехнических систем. Информация и сигналы. Классификация сигналов. Радиотехнические цепи и их классификация.

Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики

Классификация сигналов. Динамическое представление сигналов. Геометрические методы в теории сигналов. Теория ортогональных сигналов.

Гармонический анализ периодических и непериодических колебаний. Спектры простейших периодических и непериодических колебаний. Распределение мощности в спектрах колебаний. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра.

Представление сигналов на плоскости комплексной переменной.

Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала.

Когерентность сигналов.

Тема 3. Модулированные сигналы

Спектры радиосигналов с амплитудной и угловой модуляцией. Общие соотношения.

Квадратурная модуляция.

Спектр радиоимпульса с частотно-модулированным заполнением.

Спектр колебания при смешанной амплитудно-фазовой модуляции. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала.

Аналитический сигнал. Корреляционная функция модулированного колебания.

Манипуляция (цифровая модуляция) сигналов.

Тема 4. Сигналы в дискретном времени

Дискретизация и квантование аналогового сигнала. Решетчатая функция. Дискретное преобразование Фурье. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Восстановление сигнала по последовательности значений. Быстрое преобразование Фурье. Растекание спектра. Дополнение нулями. Разностные уравнения дискретных сигналов.

Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов

Понятие случайного процесса. Вероятностные характеристики случайного процесса. Стационарность и эргодичность. Корреляционные функции и спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Узкополосный случайный процесс. Вероятностные характеристики дискретных сигналов. Временные ряды как дискретные модели сигналов: АР, СС, АРСС.

Общие сведения о хаотических и фрактальных процессах.

Тема 6. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами

Понятие линейной цепи. Двухполосники и четырехполосники. Передаточная функция. Частотные и временные характеристики линейной цепи. Определения и основные свойства пассивной и активной цепи. Активный четырехполосник как линейный усилитель. Аперiodический усилитель, резонансный усилитель. Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилителя.

Устойчивость линейных активных цепей с обратной связью. Прохождение дискретных сигналов через аперiodический усилитель.

Дифференцирование и интегрирование сигналов. Особенности анализа радиосигналов в избирательных цепях.

Приближенный спектральный метод. Упрощенный метод интеграла наложения.

Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях

Нелинейные цепи и их характеристики. Математическое моделирование нелинейных цепей и аппроксимация их характеристик. Прохождение гармонического сигнала через безынерционный нелинейный элемент. Преобразование частоты сигнала. Амплитудное модулирование и детектирование. Частотное и фазовое детектирование. Прохождение случайного сигнала через безынерционный нелинейный элемент.

Тема 8. Основы генерирования гармонических колебаний

Автоколебательная система. Возникновение колебания в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора. Баланс фаз. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения. Примеры схем автогенераторов.

Нелинейное уравнение автогенератора. Приближенное решение нелинейного уравнения автогенератора.

Автогенераторы с внутренней обратной связью. Автогенератор с линией задержки в цепи обратной связи.

Действие гармонической э.д.с. на цепи с положительной обратной связью.

Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех

Понятие согласованной фильтрации. Применение согласованной фильтрации. Изменение соотношения "сигнал/шум" на входе и выходе фильтра. Фильтр Винера. Основные понятия. Фильтр Калмана. Основные понятия. Оптимальная и квази-оптимальная фильтрация при окрашенных шумах.

Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов

Алгоритм дискретной свертки (во временной области). Дискретные преобразования Фурье. Погрешность дискретизации сигналов конечной длительности.

Дискретные преобразования Лапласа. Передаточная функция дискретного фильтра. Передаточная функция рекурсивного фильтра.

Применение метода z-преобразования для анализа дискретных сигналов и цепей. z-преобразование временных функций. z-преобразование передаточных функций дискретных цепей.

Примеры анализа дискретных фильтров на основе метода z-преобразования Преобразование аналог-цифра. Шумы квантования.

КИХ-фильтры, БИХ-фильтры.

Оценка параметров сигналов по результатам экспериментальных наблюдений.

Блочный и рекурсивный МНК. Цифровой фильтр Калмана.

Общие сведения об адаптивных фильтрах.

Методы параметрического спектрального оценивания.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
-----------------------	---	---------------------

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
4 семестр		
2	Практическое занятие №1. Знакомство с рабочей средой моделирования программы SimOne (аналог MULTISIM)	8
2	Практическое занятие №2. Знакомство с рабочей средой моделирования программы Scilab (аналог MATLAB, SIMULINK)	8
2	Практическое занятие №3 Генерация и визуализация простейших радиотехнических сигналов с помощью компьютерных программ	8
2	Практическое занятие № 4. Знакомство с рабочей средой моделирования MathCad.	2
2	Практическое занятие № 5. Численное моделирование простейших радиотехнических сигналов с помощью компьютерных программ	2
2	Практическое занятие № 6. Генерация и визуализация простейших радиотехнических. Декомпозиция сигналов в заданной системе функций.	2
2	Практическое занятие № 7. Аналитический расчет коэффициентов ряда Фурье для периодических сигналов. Численный расчет коэффициентов ряда Фурье для периодических сигналов.	2
2	Практическое занятие № 8. Вычисление преобразования Фурье для непериодических сигналов.	2
3	Практическое занятие №4 Генерация и визуализация сигналов с амплитудной и угловой модуляцией	4
3	Практическое занятие № 9. Численное моделирование модулированных сигналов	4
4	Практическое занятие № 10. Дискретизация непрерывных сигналов	4
4	Практическое занятие № 11. Численное моделирование дискретных сигналов	2
5	Практическое занятие № 12 Генерация и визуализация шумовых сигналов	4
5	Практическое занятие № 13. Численное моделирование случайных сигналов	2
Итого за 4 семестр		54

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
6	Практическое занятие № 14. Исследование четырехполосника и его передаточной функции.	2
6	Практическое занятие № 15. Исследование временных и частотных характеристик простейших пассивных цепей	2
6	Практическое занятие № 16. Исследование дифференцирующих и интегрирующих цепей	4
6	Практическое занятие № 17. Исследование пассивных электрических фильтров	4
6	Практическое занятие № 18. Исследование активных электрических фильтров	2
6	Практическое занятие № 19. Расчет характеристик цепей с обратной связью	4
6	Практическое занятие № 20. Определение условий устойчивости линейных цепей	4
6	Практическое занятие № 21. Определение временных и частотных характеристик цепей	4
7	Практическое занятие № 22. Исследование процесса прохождения сигнала через безынерционные нелинейные цепи.	2
7	Практическое занятие № 23. Оценка основных характеристик сигналов, проходящих через нелинейные цепи	4
8	Практическое занятие № 24. Исследование схем генерации автоколебаний.	2
8	Практическое занятие № 25. Анализ основных характеристик гармонических колебаний формируемых различными типами автогенераторов	4
Итого за 5 семестр		38
6 семестр		
9	Практическое занятие № 26. Расчет согласованного фильтра.	6
10	Практическое занятие № 27. Расчет цифрового фильтра на основе непрерывного аналога	6
10	Практическое занятие № 28. Исследование аналоговых фильтров-прототипов, используемых для расчета цифровых фильтров (фильтры Баттерворта, Чебышева, Бесселя, эллиптические фильтры)	12

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
10	Практическое занятие № 29. Исследование фильтров с БИХ и КИХ характеристиками	6
10	Практическое занятие № 32. Спектральное оценивание сигналов на основе БПФ.	12
10	Практическое занятие № 33. Параметрические методы спектрального оценивания сигналов	12
Итого за 6 семестр		54
Итого по дисциплине		146

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	4 семестр	
1-5	Подготовка к лекциям [1]	9
1-5	Подготовка к практическим занятиям [1,3,4]	18
Итого за 4 семестр		27
	5 семестр	
1-6	Выполнение курсового проекта [1,2,3,4]	12
6-8	Подготовка к лекциям [1]	4
6-8	Подготовка к практическим занятиям [1,5,6]	4
Итого за 5 семестр		20
	6 семестр	
9-10	Подготовка к лекциям [1,5,6]	16
9-10	Подготовка к практическим занятиям [1,3,4]	38
Итого за 6 семестр		54
ИТОГО		101

5.7 Курсовые работы

При изучении дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов» выполняется курсовая работа «Линейные цепи и сигналы: исследование детерминированных периодических сигналов и процесса их прохождения через линейные цепи» [2].

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудо-емкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу (проект)	2
Этап 2. Расчет характеристик сигнала	2
Этап 3. Расчет характеристик цепи	2
Этап 4. Расчет результата прохождения сигнала через цепь	2
Этап 5. Составление письменного отчета	4
Этап 6. Подготовка электронных файлов результатов моделирования	2
Защита курсовой работы (проекта)	2
Итого по курсовой работе:	16
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсовой работы	12
контактная работа	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кудряков С.А. **Основы теории радиотехнических сигналов и цепей.** [Текст]: учеб.пособие.- СПб.: Из-во «Свое издательство», 2014, -325 с. ISBN 978-5-4386-0267-5. Количество экземпляров 45.

2.Кудряков С.А. **Теория радиотехнических цепей и сигналов.**[Текст]: методические указания по выполнению курсовой работы// Университет ГА, СПб, 2016,-22 с. Количество экземпляров 50.

б) дополнительная литература:

3. Зырянов, Ю.Т. **Основы радиотехнических систем:** Учеб.пособ. для студентов вузов. Реком. УМО [Текст] / Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин. - 2-е изд.,перераб. и доп. - СПб. : ЛАНЬ, 2015. - 192с. - ISBN 978-5-8114-1903-6. Количество экземпляров 7.

4. **Радиотехнические цепи и сигналы:** Учеб.для вузов.Допущ.Минобр.РФ [Текст] / О. А. Стеценко. - М. : Высш.шк., 2007. - 432с. Количество экземпляров 10.

5.**Радиотехника: Энциклопедия** [Электронный ресурс] : энцикл. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 944 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61003> ISBN: 978-5-94120-216-4— Загл. с экрана.

6. Мощенский, Ю.В. **Теоретические основы радиотехники.** Сигналы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 216 с. ISBN: 978-5-8114-2230-2 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87585> — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

7. **«Отечественная радиотехника»** - виртуальный музей [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://rwbase.narod.ru>, свободный (дата обращения 28.01.2017).

8. **«Радиокот»** - виртуальный форум [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://radiokot.ru/forum>, свободный (дата обращения 28.01.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

9. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 28.01.2017).

10. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 28.01.2017).

11. **Scilab** [Программное обеспечение] - Режим доступа <http://www.scilab.org/> свободный (дата обращения: 28.01.2017).

12. **SimOne** [Программное обеспечение] – Режим доступа <http://schem.net/software/simone.php> свободный (дата обращения: 28.01.2017).

13. **Программный пакет MULTISIM 10.1 для моделирования электронных схем** [Программное обеспечение] - Госконтракт № SBR1010080401-00001346-01 от 13 ноября 2010 года ООО «Динамика».

14. **MATCAD-14** [Программное обеспечение] - Лицензия №2566427 от 27 декабря 2010 года.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.242.
2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры. Ауд.250

8 Образовательные и информационные технологии

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

При изучении дисциплины проводится лекции, в том числе интерактивные.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематическое и последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Учебным планом предусмотрено 64 часа для проведения интерактивных занятий.

Все интерактивные занятия проводятся в форме лекций-визуализаций.

Лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

Лекции-визуализации проводятся по следующим темам:

Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики – 6 часов.

Тема 3. Модулированные радиосигналы -4 часа.

Тема 4. Сигналы в дискретном времени -4 часа.

Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов – 2 часа.

Тема 6. Линейные цепи с постоянными параметрами – 12 часов.

Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях - 8 часов.

Тема 8. Основы генерирования гармонических колебаний – 4 часа.

Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех – 6 часов.

Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов -18 часов.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков.

Самостоятельная работа студента реализуется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также в активизации собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе [1,2]. Разновидностью самостоятельной работы является курсовая работа.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета в четвертом и пятом семестрах, та также экзамена в шестом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы и темы курсовых работ.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится для входного контроля по вопросам (п. 9.4).

Курсовая работа – авторский научно- исследовательский проект студента, направленный на выработку исследовательских навыков, опыта работы с научными источниками и создание законченного самостоятельного исследования. Оценочным средством являются варианты задания для курсовой работы (п.9.3). Написание и защита курсовой работы запланирована на 5 семестр.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов» проводится в четвертом и пятом семестрах в форме зачета и в шестом семестре в форме экзамена. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачет предполагает устные ответы на 3 теоретических вопроса, тогда как экзамен – устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня экзаменационных вопросов и письменного решения одной задачи из перечня экзаменационных задач.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на лекциях и практических занятиях, участие студентов в конференциях и подготовку ими публикаций, что отражено в балльно-рейтинговой оценке текущего контроля успеваемости и знаний студентов в п. 9.1. Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

4 семестр

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
Обязательные виды занятий					
	Тема 1. Введение			18	
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Лекции (1)	1	3	18	
	Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики				
<i>Аудиторные занятия</i>					
2	Лекции (3)	4	9	18	ЛВ
3	ПР (8)	18	24	18	
	Тема 3. Модулированные радиосигналы				
<i>Аудиторные занятия</i>					
4	Лекции (2)	4	6	18	ЛВ
5	ПР (2)	4	6	18	
	Тема 4. Сигналы в дискретном времени				
<i>Аудиторные занятия</i>					
6	Лекции (2)	4	6	18	ЛВ
7	ПР (2)	4	6	18	
	Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов				
<i>Аудиторные занятия</i>					
8	Лекции (1)	2	4	18	ЛВ
9	ПР(2)	4	6	18	
	Итого по обязательным видам занятий	45	70		
	Зачет	15	30		
	Итого по дисциплине	60	100		
	Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	Итого дополнительно премияльных баллов		20		

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Приме чание
		Минималь- ное значение	Максималь- ное значение		
Итого баллов за 4 семестр		60	120		
Перевод балльно-рейтинговой системы в зачетную оценку					
Количество баллов по балльно-рейтинговой оценке		Результат сдачи зачета			
60 баллов и более		Зачтено			
менее 60 баллов		Не зачтено			

5 семестр

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Приме чание
		минимальн ое значение	максималь ное значение		
Обязательные виды занятий					
Тема 6. Линейные цепи с постоянными параметрами					
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Лекции (8)	9	20	14	ЛВ
2	ПР(8)	18	20	14	
Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях					
<i>Аудиторные занятия</i>					
3	Лекции (4)	8	12	14	ЛВ
4	ПР(2)	4	6	14	
Тема 8. Основы генерирования гармонических колебаний					
<i>Аудиторные занятия</i>					
5	Лекции (2)	2	6	14	ЛВ
6	ПР (2)	4	6	14	
Итого по обязательным видам занятий		45	70		
Зачет		15	30		
Итого по дисциплине		60	100		
Премияльные виды деятельности (для учета при определении					

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Приме чание
		минимальн ое значение	максималь ное значение		
	рейтинга)				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	Итого баллов за 5 семестр	60	120		
Перевод балльно-рейтинговой системы в зачетную оценку					
Количество баллов по балльно-рейтинговой оценке		Результат сдачи зачета			
60 баллов и более		Зачтено			
менее 60 баллов		Не зачтено			

6 семестр

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Приме чание
		минимальн ое значение	максималь ное значение		
Обязательные виды занятий					
	Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех				
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Лекции (4)	4	12	18	ЛВ
2	ПР (2)	2	6	18	
	Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов.				
<i>Аудиторные занятия</i>					
3	Лекции (14)	29	40	18	ЛВ
4	ПР (4)	10	12	18	
	Итого по обязательным видам занятий	45	70		
	Экзамен	15	30		
	Итого по дисциплине	60	100		
	Премиальные виды деятельности				

№ п/п	Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		минимальное значение	максимальное значение		
	(для учета при определении рейтинга)				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	Итого баллов за 6 семестр	60	120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти балльной «академической» шкале					
Количество баллов по балльно-рейтинговой системе		Оценка (по 5-ти балльной «академической» шкале)			
90 и более		5 - «отлично»			
75-89		4 - «хорошо»			
60-74		3 - «удовлетворительно»			
менее 60		2 - «неудовлетворительно»			

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Устный опрос: предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины.

Курсовая работа: предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по материалу дисциплины.

Зачет, экзамен: промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за семестр и за весь период изучения дисциплины.

Посещение лекционного занятия обучающимся оценивается в 1 балл. Подготовка электронного конспекта лекционного занятия дополнительно оценивается в 1 балл. Посещение всех занятий темы практических занятий обучающимся оценивается в 1 балл. Активная работа обучающегося на занятии оценивается до 3 баллов в соответствии с методикой, приведенной в п.9.5.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

При изучении дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов» выполняется курсовая работа «Линейные цепи и сигналы: исследование детерминированных периодических сигналов и процесса их прохождения через линейные цепи».

Исходные данные для выполнения курсовой работы определяются исходя из номера зачетной книжки студента или порядкового номера студента в

группе по правилам, изложенным в методических указаниях по выполнению курсовой работы [2].

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам в форме устного опроса

1. Дайте определение гармонического сигнала.
2. Для каких целей используется метод комплексных амплитуд?
3. Какие формы представления комплексных чисел вам известны?
4. Что такое норма вектора?
5. Что такое собственные числа матрицы?
6. Какие компьютерные программы для инженерных расчетов и моделирования вам известны?
7. Что такое резонанс в электрической цепи?
8. Приведите пример использования закона Ома для цепи переменного тока.
9. Вычислите значения следующих математических выражений:

$$\begin{aligned}\cos(\alpha + \beta) &= \\ \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} &= \\ \frac{\partial}{\partial x} (\cos(y + 3) + x^2) &= \\ \int_0^5 (x + 2e^x) dx &= \end{aligned}$$

10. В коробке находится 3 белых и 4 черных кубика. Какова вероятность, что из двух вынутых кубиков по крайней мере один будет черным. (Кубики в коробку не возвращаются).
11. Монету подбрасывают три раза. Подсчитайте, какова вероятность двух последовательных выпадений «орла» при таком опыте.
12. Перечислите законы Кирхгофа для электрической цепи. Приведите примеры их использования.
13. Переведите на русский язык выражение «current controlled current source».
14. Переведите на русский язык выражение «digital clock».

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для бально-рейтинговой оценки

Характеристика шкал оценивания приведена ниже:

1. Для оценивания сформированности компетенций обучающегося на интерактивных лекционных и практических занятиях с помощью БРС используется методика приведенная в нижеследующей таблице

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p>Знать: -типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики</p>	<p>описывает понятие, приводит обобщенную структурную схему радиотехнической системы и дает классификацию сигналов и их характеристики</p>	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
<p>- математические модели различных типов сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики;</p>	<p>Приводит математические модели радиотехнических сигналов и их характеристики</p>	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
<p>- типы радиотехнических цепей</p>	<p>описывает понятие, дает классификацию и характеристики радиотехнических цепей</p>	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловые связи между ними</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
- математические модели радиотехнических цепей	приводит математические модели, дает классификацию и характеристики радиотехнических цепей	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловые связи между ними</p>
- принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях;	описывает принципы обработки сигналов и приводит классификацию, а также основные временные и частотные характеристики сигналов	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
- принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях на основе аналитических и численных решений;	приводит классификацию и описывает принципы обработки сигналов на основе аналитических и численных решений;	<p>1 балл: правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p>- методы аналитического представления сигналов и помех.</p>	<p>описывает методы аналитического представления и приводит основные временные и частотные характеристики сигналов и помех</p>	<p>1 балл: правильно описывает понятие и характеристики, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
<p>Уметь: - анализировать основные характеристики сигналов и радиотехнических цепей в профессиональной деятельности;</p>	<p>изображает обобщенную схему радиотехнической системы, выделяет в ней сигналы, цепи и связи между ними</p>	<p>1 балл: правильно изображает схему, описывает понятия сигналов и цепей, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями</p>
<p>- оценивать влияние различных факторов на функционирование основных типов радиотехнических цепей;</p>	<p>для заданной радиотехнической цепи способен определить его временные и частотные характеристики по графическому изображению и аналитической записи, а также оценить влияние различных факторов на ее функционирование</p>	<p>1 балл: правильно определяет частотные и временные характеристики сигнала по графическому изображению и аналитической записи, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p>вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями</p>
<p>- оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех</p>	<p>для заданного сигнала способен аналитическим путем находить его основные характеристики</p>	<p>1 балл: правильно определяет аналитическим путем характеристики сигнала, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями</p>
<p>- рассчитывать частотные и временные характеристики радиотехнических цепей.</p>	<p>Для заданной цепи способен аналитически рассчитать временные и частотные характеристики</p>	<p>1 балл: правильно определяет рассчитывает временные и частотные характеристики, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p>- производить необходимые радиотехнические измерения и расчёты.</p>	<p>способен производить необходимые радиотехнические измерения и расчеты по определению временных и частотных характеристик цепей и сигналов</p>	<p>1 балл: правильно измеряет и рассчитывает основные характеристики стохастического сигналов и цепей, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями</p>
<p>Владеть:</p> <p>- методами расчета основных характеристик сигналов различных типов;</p>	<p>практически способен выполнить задание по компьютерному моделированию сигналов с помощью средств программ «SimOne», «Scilab», «MathCAD», (или их аналогов «MULTISIM», «MATLAB», «SIMULINK»);</p>	<p>1 балл: правильно выполняет практическое компьютерное моделирование, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>
<p>- методами расчета основных типов радиотехнических цепей;</p>	<p>практически способен выполнить задание по компьютерному расчету модулированных сигналов с помощью средств программ «SimOne», «Scilab», «MathCAD», (или их аналогов «MULTISIM»,</p>	<p>1 балл: правильно выполняет практическое компьютерное моделирование, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p>2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
	«MATLAB», «SIMULINK»);	логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов 3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях
- навыками компьютерного моделирования радиотехнических цепей и сигналов	практически способен выполнить задание по компьютерному моделированию сигналов и цепей с помощью средств программ «SimOne», «Scilab», «MathCAD», (или их аналогов «MULTISIM», «MATLAB», «SIMULINK»);	1 балл: правильно выполняет практическое компьютерное моделирование, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов 2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов 3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях
- навыками расчета основных типов радиотехнических цепей	практически способен выполнить задание по компьютерному расчету радиотехнических цепей с помощью средств программ «SimOne», «Scilab», «MathCAD», (или их аналогов «MULTISIM», «MATLAB», «SIMULINK»);	1 балл: правильно выполняет практическое компьютерное моделирование, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов 2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов 3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях
- методами оценки основных характеристик сигналов различных типов	практически способен выполнить задание по оценке спектрально-временных характеристик сигналов	1 балл: правильно выполняет практическое измерение или компьютерное виртуальное моделирование, но допускает незначительные ошибки в

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
	и помех с помощью реальных приборов или виртуальных средств измерения программ «SimOne», «Scilab», (или их аналогов «MULTISIM», «SIMULINK»);	установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов 2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов 3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях
- методами оценки основных характеристик радиотехнических цепей	практически способен выполнить задание по оценке временных и частотных характеристик радиотехнических цепей с помощью реальных приборов или виртуальных средств измерения программ «SimOne», «Scilab», (или их аналогов «MULTISIM», «SIMULINK»);	1 балл: правильно выполняет практическое измерение или компьютерное виртуальное моделирование, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов 2 балла: демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов 3 балла: демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях

2. Характеристики шкал оценивания курсовой работы показаны в таблице, приведенной ниже:

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Максимальное количество баллов	Шкала оценивания
Этап1. Выдача задания на курсовую работу		

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Максимальное количество баллов	Шкала оценивания
Этап 2. Расчет характеристик сигнала	10	1-2 балла снимаются за каждую небрежность (неточность) допущенную при расчете характеристик
Этап 3. Расчет характеристик цепи	10	
Этап 4. Расчет результата прохождения сигнала через цепь	10	
Этап 5. Составление письменного отчета	20	1-3 балла снимаются за каждую небрежность оформления отчета, 1-2 балла снимаются за каждую небрежность оформления использованных источников
Этап 6. Подготовка электронных файлов результатов моделирования	10	5 баллов снимаются за каждую ошибку моделирования, 1-2 балла снимаются за каждую небрежность оформления скриптов и сканов программ
Своевременность представления материалов	10	За каждый просроченный день по неуважительной причине снимается 1 баллу.
Итого выполнение курсовой работы	70	
Защита курсовой работы	30	5 баллов – исследовательский характер; 5 баллов – актуальность работы; 10 баллов – ответы на вопросы четкие, ясные и полные; 5 баллов – системная интерпретация полученных в курсовой работе результатов; 5 баллов – грамотное ведение полемики.
Всего по курсовую работу	100	
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале		
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)	

90 и более	5 – «отлично»
75÷89	4 – «хорошо»
60÷74	3 – «удовлетворительно»
менее 60	2 – «неудовлетворительно»

Если обучающийся за защиту курсовой работы получил менее 10 баллов, то эта оценка приравнивается к нулю. В этом случае курсовая работа подлежит повторной защите в установленном СПбГУГА порядке.

2. Максимальное количество баллов, полученных как за зачет, так и экзамен – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан», «экзамен сдан») – 15 баллов.

Неудовлетворительной сдачей как зачета, так и экзамена считается оценка менее 15 баллов. При неудовлетворительной сдаче зачета и экзамена или неявке по неуважительной причине как на зачет, так и на экзамен экзаменационная составляющая приравнивается к нулю. В этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет (экзамен).

Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на три вопроса билета. Экзаменационная оценка выставляется как сумма набранных баллов за ответы на два вопроса билета и за решение задачи.

Ответы на вопросы билета по результатам семестра (или всей дисциплины для экзамена) оцениваются следующим образом:

- *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
- *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
- *3 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
- *4 балла*: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- *5 баллов*: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- *6 баллов*: ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

- 7 баллов: ответ хороший, но студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, но требовались наводящие вопросы;
- 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность;
- 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.

3. Решение экзаменационной задачи оценивается следующим образом:

- 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;
- 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;
- 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;
- 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;
- 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, не полная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, не

полная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса и зачета в 4 семестре

1. Какова связь между информацией и сигналом?

2. Объяснить необходимость высокочастотных сигналов для реализации процесса передачи информации.

3. Почему сигналы, несущие информацию, относятся к классу случайных сигналов?

4. Изобразить обобщенную структурную схему радиотехнической системы передачи информации.

5. В чем сущность процессов модуляции и демодуляции?

6. По каким признакам классифицируют радиотехнические сигналы?

7. В чем разница между аналоговыми, дискретными и цифровыми сигналами?

8. В чем разница между детерминированными и случайными сигналами?

9. Что такое обобщенный ряд Фурье?

10. Каковы свойства спектра периодического сигнала?

11. В чем состоит физический смысл спектральной плотности сигнала на определенной частоте?

12. Изобразите спектр одиночного импульса и последовательности идентичных импульсов.

13. Что такое корреляционная функция сигнала?

14. Перечислите виды модуляции сигналов.

15. В чем заключается условие "медленности" огибающей и фазы модулированного колебания?

16. Что такое аналитический сигнал?

17. В чем состоит сущность АМ и АИМ?

Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса и зачета в 5 семестре

1. Какова связь между информацией и сигналом?
2. Объяснить необходимость высокочастотных сигналов для реализации процесса передачи информации.
3. Почему сигналы, несущие информацию, относятся к классу случайных сигналов?
4. Изобразить обобщенную структурную схему радиотехнической системы передачи информации.
5. В чем сущность процессов модуляции и демодуляции?
6. По каким признакам классифицируют радиотехнические сигналы?
7. В чем разница между аналоговыми, дискретными и цифровыми сигналами?
8. В чем разница между детерминированными и случайными сигналами?
9. Что такое обобщенный ряд Фурье?
10. Каковы свойства спектра периодического сигнала?
11. В чем состоит физический смысл спектральной плотности сигнала на определенной частоте?
12. Изобразите спектр одиночного импульса и последовательности идентичных импульсов.
13. Что такое корреляционная функция сигнала?
14. Перечислите виды модуляции сигналов.
15. В чем заключается условие "медленности" огибающей и фазы модулированного колебания?
16. Что такое аналитический сигнал?
17. В чем состоит сущность АМ и АИМ?
18. Что такое четырехполюсник?
19. Что такое передаточная функция?
20. Какова связь комплексного коэффициента передачи и передаточной функции?
21. Сформулируйте критерии устойчивости Гурвица, Найквиста и Михайлова.
22. Перечислите методы анализа радиотехнических систем.
23. Каковы особенности прохождения модулированных сигналов через узкополосные линейные цепи?
24. Какие цепи относятся к нелинейным?
25. Продемонстрировать нарушение принципа суперпозиции в нелинейных цепях.
26. Что такое параметрические цепи?
27. Назначение и области применения автогенераторов.
28. Что такое баланс фаз и амплитуд?
29. Перечислите известные режимы самовозбуждения автогенераторов.
30. Что такое случайный сигнал?
31. Что такое помеха?

32. В чем разница между случайным сигналом и помехой?
33. Каковы свойства стационарного процесса?
34. Что такое эргодичность?
35. В чем состоит практическая значимость теоремы Винера-Хинчина?
36. Каким образом определяется спектральная плотность мощности случайного сигнала на выходе линейной цепи?

Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 6 семестре

1. Какова связь между информацией и сигналом?
2. Объяснить необходимость высокочастотных сигналов для реализации процесса передачи информации.
3. Почему сигналы, несущие информацию, относятся к классу случайных сигналов?
4. Изобразить обобщенную структурную схему радиотехнической системы передачи информации.
5. В чем сущность процессов модуляции и демодуляции?
6. По каким признакам классифицируют радиотехнические сигналы?
7. В чем разница между аналоговыми, дискретными и цифровыми сигналами?
8. В чем разница между детерминированными и случайными сигналами?
9. Что такое обобщенный ряд Фурье?
10. Каковы свойства спектра периодического сигнала?
11. В чем состоит физический смысл спектральной плотности сигнала на определенной частоте?
12. Изобразите спектр одиночного импульса и последовательности идентичных импульсов.
13. Что такое корреляционная функция сигнала?
14. Перечислите виды модуляции сигналов.
15. В чем заключается условие "медленности" огибающей и фазы модулированного колебания?
16. Что такое аналитический сигнал?
17. В чем состоит сущность АМ и АИМ?
18. Что такое четырехполюсник?
19. Что такое передаточная функция?
20. Какова связь комплексного коэффициента передачи и передаточной функции?
21. Сформулируйте критерии устойчивости Гурвица, Найквиста и Михайлова.
22. Перечислите методы анализа радиотехнических систем.
23. Каковы особенности прохождения модулированных сигналов через узкополосные линейные цепи?
24. Какие цепи относятся к нелинейным?

- 25.Продемонстрировать нарушение принципа суперпозиции в нелинейных цепях.
- 26.Что такое параметрические цепи?
- 27.Назначение и области применения автогенераторов.
- 28.Что такое баланс фаз и амплитуд?
- 29.Перечислите известные режимы самовозбуждения автогенераторов.
- 30.Что такое случайный сигнал?
- 31.Что такое помеха?
- 32.В чем разница между случайным сигналом и помехой?
- 33.Каковы свойства стационарного процесса?
- 34.Что такое эргодичность?
- 35.В чем состоит практическая значимость теоремы Винера-Хинчина?
- 36.Каким образом определяется спектральная плотность мощности случайного сигнала на выходе линейной цепи?
- 37.Как определить корреляционную функцию на выходе цепи?
- 38.Что такое оптимальный фильтр?
- 39.Что такое согласованный фильтр?
- 40.Что такое КИХ-фильтр?
- 41.Что такое БИХ-фильтр?
- 42.Изобразите основные структурные схемы цифровых фильтров.
- 43.В чем суть работы адаптивных цифровых фильтров?

Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» в форме экзамена в 6 семестре

- 1.Краткая история развития авиационных радиотехнических систем.
- 2.Информация и сигналы. Классификация сигналов.
- 3.Радиотехнические цепи и их классификация.
- 4.Сигналы и их модели.
- 5.Гармонический сигнал.
- 6.Пространство сигналов.
- 7.Декомпозиция сигналов в системе базисных функций.
- 8.Периодические сигналы и ряд Фурье.
- 9.Примеры спектров периодических сигналов.
- 10.Преобразование Фурье и его свойства.
- 11.Преобразование Фурье для некоторых сингулярных функций.
- 12.Корреляционная функция детерминированных сигналов.
- 13.Энергетические соотношения представления сигналов во временной и частотной областях.
- 14.Модуляция. Базовые понятия.
- 15.Амплитудная модуляция и ее разновидности.
- 16.Угловая модуляция и ее разновидности.
- 17.Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляции.

18. Внутримпульсная модуляция.
19. Спектральные характеристики модулированных сигналов.
20. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.
21. Комплексная огибающая радиосигнала.
22. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы.
23. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов.
24. Спектральные характеристики дискретного сигнала.
25. Теорема Котельникова-Шеннона.
26. Восстановление сигнала по наборам дискретных значений.
27. Разностные уравнения дискретных сигналов.
28. Понятие случайного процесса.
29. Вероятностные характеристики случайного процесса.
30. Стационарность и эргодичность.
31. Корреляционные функции и спектральные характеристики случайных процессов.
32. Теорема Винера-Хинчина.
33. Узкополосный случайный процесс.
34. Вероятностные характеристики дискретных сигналов.
35. Временные ряды как дискретные модели сигналов
36. Общие сведения о хаотических и фрактальных процессах.
37. Двухполюсники и четырехполюсники как базовые структурные элементы радиотехнических цепей.
38. Методы анализа прохождения сигналов через детерминированные цепи.
39. Преобразование Лапласа и его основные свойства.
40. Понятие передаточной функции.
41. Временные и частотные характеристики линейных цепей.
42. Модели цепей в пространстве состояний.
43. Фундаментальная матрица и методы ее вычисления.
44. Прохождение сигналов через простейшие RC и RL цепи.
- Интегрирующие и дифференцирующие цепи.
45. Последовательный колебательный контур и его основные характеристики.
46. Параллельный колебательный контур и его основные характеристики.
47. Частотно-избирательные характеристики линейных цепей. Понятие электрического фильтра.
48. Классификация электрических фильтров и основы методологии их расчета.
49. Однонаправленные цепи и цепи с обратной связью.
50. Устойчивость в линейных цепях.
51. Прохождение случайного сигнала через линейные цепи.
52. Нелинейные цепи и их характеристики.
53. Математическое моделирование нелинейных цепей и аппроксимация их характеристик.

54. Прохождение гармонического сигнала через безынерционный нелинейный элемент. Преобразование частоты сигнала.
55. Амплитудное модулирование и детектирование.
56. Частотное и фазовое детектирование.
57. Прохождение случайного сигнала через безынерционный нелинейный элемент.
58. Положительная и отрицательная обратная связь. Возникновение автоколебательной системы.
59. Возникновение колебаний в автогенераторе. Режимы самовозбуждения.
60. Баланс амплитуд и баланс фаз.
61. Нелинейное уравнение автогенератора.
62. Анализ простейших схем автогенераторов.
63. Понятие согласованной фильтрации.
64. Применение согласованной фильтрации.
65. Изменение соотношения "сигнал/шум" на входе и выходе фильтра.
66. Фильтр Винера. Основные понятия.
67. Фильтр Калмана. Основные понятия.
68. Оптимальная и квази-оптимальная фильтрация при окрашенных шумах.
69. Дискретные уравнения линейной цепи.
70. Z-преобразование и его основные свойства.
71. Дискретная свертка и дискретная передаточная функция. Временные и частотные характеристики.
72. Дискретное преобразование Фурье.
73. Быстрое преобразование Фурье. Основы цифрового спектрального оценивания сигналов.
74. Структурные схемы цифровых фильтров.
75. Простейшие фильтры с конечной импульсной характеристикой.
76. Простейшие фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.
77. Эффекты конечной разрядности в цифровых фильтрах.
78. Общие сведения об адаптивных фильтрах.
79. Трансверсальная и решетчатая структура адаптивных цифровых фильтров.
80. Общие сведения об адаптивных антенных решетках и адаптивном формировании луча.

Типовые задачи для промежуточной аттестации в форме экзамена в 6 семестре

1. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета, имитационного моделирования, численного моделирования (по указанию комиссии) произвести оценку амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик.

2. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета, имитационного моделирования, численного моделирования (по указанию комиссии) произвести оценку полосы пропускания.

3. Для сигнала, представленного дискретной выборкой значений произвести оценку амплитудного спектра одним из методов непараметрического спектрального оценивания.

4. Для сигнала представленного дискретной выборкой значений произвести оценку амплитудного спектра одним из методов параметрического спектрального оценивания.

5. Путем имитационного или численного моделирования продемонстрировать отличие амплитудных спектров амплитудно-моделированного сигнала при двухсторонней модуляции, односторонней модуляции и модуляции с подавленной несущей.

6. Путем имитационного или численного моделирования сформировать помеху в виде белого гауссовского шума, оценить ее автокорреляционную функцию и спектральную плотность мощности.

7. На основе аналитических расчетов, имитационного или численного моделирования (по указанию комиссии продемонстрировать принцип переноса частоты (гетеродирования) при использовании нелинейных элементов с квадратичной вольт-амперной характеристикой.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая в 4 семестре к изучению дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов», студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Студенту следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от его активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. В этом процессе важное значение имеет самостоятельная работа, направленная на вовлечение студента в самостоятельную познавательную деятельность с целью формирования самостоятельности мышления, способностей к профессиональному саморазвитию.

В начале 5 семестра студент выбирает тему курсовой работы в соответствии с правилом указанным в методическом пособии [2], согласовывает ее с преподавателем и приступает к самостоятельному выполнению, используя типовую примеры, а также консультации, которые преподаватель проводит один раз в неделю. Защита курсовой работы проводится в конце 5 семестра и оценивается согласно п. 9.5.

В 6 семестре особое внимание уделяется развитию способностей студента в решении нестандартных задач на основе ранее изученного материала. В конце 6 семестра проводится промежуточная аттестация в форме экзамена.

При проведении всех видов занятий основное внимание уделяется рассмотрению принципов построения, работы, анализу радиоэлектронных систем и их элементов, а также места применения изучаемого материала в системе радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов.

Теоретическая подготовка студентов по дисциплине обеспечивается на лекциях. На лекциях обучаемым даются систематизированные основы научных знаний по состоянию и основным научно-техническим проблемам развития радиоэлектронных систем.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Теория радиотехнических цепей и сигналов», ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;

- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;

- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;

- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в области авиационных радиотехнических цепей.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Для повышения эффективности лекционных занятий рекомендуется до начала занятий самостоятельно провести предварительное ознакомление с материалом предстоящей лекции по пособию [1] и оформить краткий предварительный конспект.

Теоретические положения, излагаемые в лекциях, иллюстрируются примерами их практической реализации в радиоэлектронных системах и средствах авиационной электросвязи и передачи данных. Для облегчения восприятия студентом сложного и разнообразного материала рекомендуется изучение новых разделов курса начинать с краткого введения, в котором устанавливается связь с предыдущими и смежными дисциплинами учебного плана.

Входной контроль в форме устного опроса преподаватель проводит в начале изучения каждой новой темы.

Проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений инженерных исследований.

Практические занятия призваны обеспечить получение студентами практических навыков и умений по проведению инженерных расчетов, а также изучение методов построения и расчета характеристик радиоэлектронных систем и их элементов.

Все виды учебных занятий проводятся с активным использованием технических средств обучения и имеющихся в наличии образцов.

Изучение дисциплины построено таким образом, чтобы обеспечивалось наилучшее усвоение материала.

На самостоятельное изучение выносятся наиболее простые вопросы изучаемых тем. Самостоятельное изучение позволяет привить навык поиска интересующих вопросов в источниках, в том числе и дополнительных.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды работы (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала;
- подготовку к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6);
- выполнение курсовой работы (темы курсовой работы в п. 9.3).

Итоговый контроль знаний студентов по темам дисциплины проводится в формах защиты курсового проекта и выполнения заданий практических занятий, а по семестрам – в виде зачета и экзамена.

Примерный перечень вопросов для зачетов по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» приведен в п. 9.6. Оценочная шкала для курсовой работы описана в п. 9.5. Примерный перечень вопросов для экзамена по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов», а также типовые задачи для экзамена также приведены в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 12 «Радиоэлектронных систем» «12» января 2017 года, протокол № 6.

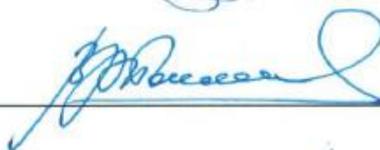
Разработчики:

Д.т.н., с.н.с.



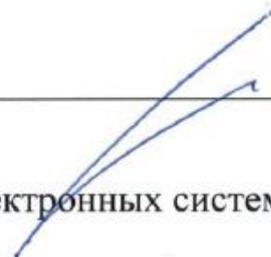
Кудряков С.А.

К.т.н.



Пономарев В.В.

К.т.н.



Рубцов Е.А.

Заведующий кафедрой радиоэлектронных систем (№12)

Д.т.н., с.н.с.

Кудряков С.А.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.т.н., с.н.с.



Кудряков С.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «15» февраля 2017 года, протокол № 5.

С изменениями и дополнениями (в соответствии с Приказом от 14 июля 2017г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «30» августа 2017 года, протокол №10.