



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

июня

2021 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
2021

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 решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», относится к общеинженерным дисциплинам и требует от студентов знаний, умений и навыков по дисциплинам математического и естественнонаучного характера 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: «Метрология и измерения в радиоэлектронике», «Электротехника и электроника».

Дисциплина «Теория радиотехнических цепей и сигналов» является обеспечивающей для дисциплин: «Общая теория радиоэлектронных систем», «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи», «Инженерно-технические средства навигации и посадки», «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем», «Схемотехника и микропроцессорные устройства», «Радиотехнические информационно-измерительные системы», а также для подготовки к сдаче и сдаче государственного экзамена и подготовке к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы.

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 |
|--------------------------------|--|
| ПК-1 | Способен оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех |
| ИД ¹ _{ПК1} | Определяет спектральные и временные характеристики сигналов и помех на основе аналитических методов расчета |
| ИД ² _{ПК1} | Проводит численное и имитационное моделирование спектральных и временных характеристик сигналов и помех |
| ИД ³ _{ПК1} | Применяет методы оценки спектральных и временных характеристик сигналов и помех на основе экспериментальных данных |
| ПК-2 | Способен оценивать частотные и временные характеристики электротехнических и радиотехнических систем |
| ИД ¹ _{ПК2} | Определяет требуемые частотные и временные характеристики электротехнических и радиотехнических систем на основе аналитических методов расчета |
| ИД ² _{ПК2} | Проводит численное и имитационное моделирование частотных и временных характеристики электротехнических и радиотехнических систем |
| ИД ³ _{ПК2} | Применяет методы оценки частотных и временных характеристик электротехнических и радиотехнических систем на основе экспериментальных данных |

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики;
- математические модели различных типов сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики;
- типы радиотехнических цепей;
- математические модели радиотехнических цепей;
- принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях на основе аналитических и численных решений;
- методы аналитического представления сигналов и помех.

Уметь:

- анализировать основные характеристики сигналов и радиотехнических цепей в профессиональной деятельности;
- рассчитывать влияние различных факторов на функционирование основных типов радиотехнических цепей;
- рассчитывать спектральные и временные характеристики сигналов и помех;
- рассчитывать частотные и временные характеристики радиотехнических цепей.

Владеть:

- навыками оценки спектральных и временных характеристик сигналов и помех;
- навыками оценки влияния различных факторов на функционирование основных типов радиотехнических цепей;
- навыками современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации в сфере профессиональной деятельности.

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, | | | | |
| курсовая работа | 4 | | 4 | |
| другие виды аудиторных занятий. | | | | |
| Самостоятельная работа студента | 110 | 27 | 29 | 54 |
| Промежуточная аттестация: | 54 | 9 | 9 | 36 |
| контактная работа | 3,1 | 0,3 | 0,3 | 2,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к (зачёту, экзамену) | 50,9 | 8,7 Зачет | 8,7 Зачет | 33,5 Экзамен |

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|--|------------------|-------------|------|----------------------------|--------------------|
| | | ПК-1 | ПК-2 | | |
| Тема 1. Введение | 4 | | | ВК,Л, ПЗ,СРС | У |
| Тема 2. Детерминированные сигналы и их основные характеристики | 50 | * | | ЛВ, АКС, ПЗ,СРС | У, СЗ, РЗ |
| Тема 3. Модулированные радиосигналы | 16 | * | | ЛВ, ПЗ,СРС | У |
| Тема 4. Сигналы в дискретном времени | 17 | * | | Л, ЛВ, ПЗ,СРС | У |
| Тема 5. Стохастические характеристики случайных сигналов | 12 | * | | ЛВ, ПЗ,СРС | У |
| Итого за 4 семестр | 99 | | | | |
| Тема 6. Линейные цепи с постоянными параметрами | 51 | * | * | Л, ЛВ, ПЗ,СРС | У, СЗ, РЗ |
| Тема 7. Преобразование радиосигналов в нелинейных цепях | 22 | * | * | ЛВ, ПЗ,СРС | У |
| Тема 8. Основы генерирования гармонических колебаний | 22 | * | * | ЛВ, ПЗ,СРС | У, ЗКР |
| Курсовая работа | 4 | * | * | | |
| ИТОГО в 5 семестре | 99 | | | | |
| Тема 9. Базовые принципы | 24 | * | * | Л, ЛВ, | У |

| Темы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|--|------------------|-------------|------|----------------------------|--------------------|
| | | ПК-1 | ПК-2 | | |
| оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех | | | | ПЗ,СРС | |
| Тема 10. Основы дискретной обработки сигналов | 120 | * | * | Л, ЛВ, ПЗ,СРС | У |
| Итого за 6 семестр | 144 | | | | |
| Промежуточная аттестация | 54 | | | | |
| Итого по дисциплине | 396 | | | | |

Сокращения: Л – лекция, ЛВ – лекция визуализация, ПЗ- практические занятия, АКС – анализ конкретной ситуации, СЗ – ситуационная задача, РЗ – расчетная задача, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, ЗКР – защита курсовой работы,

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 гармонических колебаний | 4 | 6 | | | 12 | 2 | 24 |

| Наименование темы дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|-----------|------------|---|----|------------|----------|-------------|
| Итого за 5 семестр | 28 | 38 | | | 29 | 4 | 99 |
| Тема 9. Базовые принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех | 8 | 6 | | | 10 | | 24 |
| Семестр 6 | | | | | | | |
| Тема 10. Основы цифровой обработки сигналов | 28 | 48 | | | 44 | | 120 |
| Итого за 6 семестр | 36 | 54 | | | 54 | | 144 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | 54 |
| 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.

Применение компьютерных программ для инженерных расчетов и моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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.

Автоматизация расчета временных и частотных характеристик сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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: AP, CC, APCC.

Общие сведения о хаотических и фрактальных процессах.

Автоматизация расчета временных и частотных характеристик случайных сигналов и помех с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

Тема 6. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами

Понятие линейной цепи. Двухполюсники и четырехполюсники. Передаточная функция. Частотные и временные характеристики линейной цепи. Определения и основные свойства пассивной и активной цепи. Активный четырехполюсник как линейный усилитель. Аперидический усилитель, резонансный усилитель. Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилителя.

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

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

Метод интеграла наложения.

Автоматизация расчета временных и частотных характеристик линейных радиотехнических цепей сигналов с использованием современных методов

компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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.

Автоматизация расчета временных и частотных характеристик нелинейных радиотехнических цепей сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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 цифровой обработки сигналов

Преобразование аналог-цифра и цифра-аналог.

Шумы квантования.

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

Дискретные преобразования Лапласа. Передаточная функция дискретного 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

КИХ-фильтры, БИХ-фильтры.

Автоматизация расчета временных и частотных характеристик дискретных и цифровых фильтров с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

Оценка параметров сигналов по результатам экспериментальных наблюдений.

Блочный и рекурсивный МНК. Цифровой фильтр Калмана.

Общие сведения об адаптивных фильтрах.

Методы параметрического спектрального оценивания.

Автоматизация параметрического спектрального оценивания расчета радиотехнических сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

5.4 Практические занятия

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 4 семестр | | |
| 2 | Практическое занятие № 1. Знакомство с рабочей средой моделирования программы MULTISIM и ее аналогами в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 8 |
| 2 | Практическое занятие № 2. Знакомство с рабочей средой моделирования программ Scilab, Octave, MATLAB, SIMULINK в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 8 |
| 2 | Практическое занятие № 3. Знакомство с рабочей средой моделирования MathCad в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 2 |
| 2 | Практическое занятие № 4 Генерация и визуализация простейших радиотехнических сигналов с помощью компьютерных программ | 8 |
| 2 | Практическое занятие № 5. Численное моделирование простейших радиотехнических | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (часы) |
|---------------------------|--|----------------------|
| | сигналов с помощью компьютерных программ | |
| 2 | Практическое занятие № 6. Генерация и визуализация простейших радиотехнических сигналов. 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 №9 Генерация и визуализация сигналов с амплитудной и угловой модуляцией | 4 |
| 3 | Практическое занятие № 10. Численное моделирование модулированных сигналов | 4 |
| 4 | Практическое занятие № 11. Дискретизация непрерывных сигналов | 4 |
| 4 | Практическое занятие № 12. Численное моделирование дискретных сигналов | 2 |
| 5 | Практическое занятие № 13 Генерация и визуализация шумовых сигналов. Автоматизация расчета временных и частотных характеристик сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 4 |
| 5 | Практическое занятие № 14. Численное моделирование случайных сигналов. Автоматизация расчета временных и частотных характеристик случайных сигналов и помех с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 2 |
| Итого за 4 семестр | | 54 |
| 5 семестр | | |
| 6 | Практическое занятие № 15. Исследование четырехполосника и его передаточной функции. | 2 |
| 6 | Практическое занятие № 16. Исследование временных и частотных характеристик простейших пассивных цепей | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (часы) |
|---------------------------|---|----------------------|
| 6 | Практическое занятие № 17. Исследование дифференцирующих и интегрирующих цепей | 4 |
| 6 | Практическое занятие № 18. Исследование пассивных электрических фильтров | 4 |
| 6 | Практическое занятие № 19. Исследование активных электрических фильтров | 2 |
| 6 | Практическое занятие № 20. Расчет характеристик цепей с обратной связью | 4 |
| 6 | Практическое занятие № 21. Определение условий устойчивости линейных цепей | 4 |
| 6 | Практическое занятие № 22. Определение временных и частотных характеристик цепей. Автоматизация расчета временных и частотных характеристик линейных радиотехнических цепей сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 4 |
| 7 | Практическое занятие № 23. Исследование процесса прохождения сигнала через безынерционные нелинейные цепи. | 2 |
| 7 | Практическое занятие № 24. Оценка основных характеристик сигналов, проходящих через нелинейные цепи. Автоматизация расчета временных и частотных характеристик нелинейных радиотехнических цепей сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности | 4 |
| 8 | Практическое занятие № 25. Исследование схем генерации автоколебаний. | 2 |
| 8 | Практическое занятие № 26. Анализ основных характеристик гармонических колебаний формируемых различными типами автогенераторов | 4 |
| Итого за 5 семестр | | 38 |
| 6 семестр | | |
| 9 | Практическое занятие № 27. Окрашенные шумы. Концепция формирующего фильтра | 2 |
| 9 | Практическое занятие № 28. Линейная оптимальная и | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (часы) |
|-----------------------|--|----------------------|
| | квазиоптимальная фильтрация | |
| 9 | Практическое занятие № 29. Сложные сигналы и коды Баркера | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 30. Погрешности дискретизации и квантования сигнала | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 31. ПФ дискретных цепей | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 32. АЧХ и ФЧХ дискретных цепей | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 33. Временные характеристики дискретных цепей | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 34. БИХ фильтры | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 35. КИХ фильтры | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 36. Моделирование типовых схем дискретных фильтров | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 37. Исследование аналоговых фильтров-прототипов. Фильтры Баттерворта | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 38. Исследование аналоговых фильтров-прототипов. Фильтры Чебышева | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 39. Исследование аналоговых фильтров-прототипов. Эллиптические фильтры | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 40. Расчет цифрового фильтра на основе аналоговых фильтров-прототипов | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 41. Автоматизация расчета временных и частотных характеристик дискретных и цифровых фильтров с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 42. Построение моделей нелинейных ВАХ на основе экспериментальных данных | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 43. Оценивание параметров сигналов и цепей на основе блочного МНК | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 44. Оценивание параметров сигналов и цепей на основе РМНК | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 45. Общие схемы реализации адаптивных фильтров | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 46. Моделирование адаптивных систем на основе обратной ПФ. | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоёмкость (часы) |
|----------------------------|---|---------------------|
| | (Выравнивание канала связи) | |
| 10 | Практическое занятие № 47. Моделирование адаптивных систем на основе прямой ПФ. (Фильтрация на фоне коррелированной помехи) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 48. Непараметрическое спектральное оценивание сигналов (БПФ и ОБПФ) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 49. Непараметрическое спектральное оценивание сигналов (Периодограмма) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 50. Автоматизация параметрического спектрального оценивания расчета радиотехнических сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. Параметрическое спектральное оценивание сигналов (АР) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 51. Автоматизация параметрического спектрального оценивания расчета радиотехнических сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. Параметрическое спектральное оценивание сигналов (СС) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 52. Автоматизация параметрического спектрального оценивания расчета радиотехнических сигналов с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности. Параметрическое спектральное оценивание сигналов (АРСС) | 2 |
| 10 | Практическое занятие № 53. Моделирование комплексных примеров линейных и нелинейных цепей | 2 |
| 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]: - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме. | 9 |
| 1-5 | Подготовка к практическим занятиям [1,3,4]: - практическое повторение примеров, содержащихся в пособии [1]; - самостоятельный поиск, анализ информации и разработка усложненных примеров по изучаемой теме. | 18 |
| Итого за 4 семестр | | 27 |
| | 5 семестр | |
| 1-6 | Выполнение курсовой работы [1,2,3,4] | 12 |
| 6-8 | Подготовка к лекциям [1] - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой | 4 |
| 6-8 | Подготовка к практическим занятиям [1,5,6] - практическое повторение примеров, содержащихся в пособии [1]; - самостоятельный поиск, анализ информации и разработка усложненных примеров по | 13 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| | изучаемой теме. | |
| Итого за 5 семестр | | 29 |
| | 6 семестр | |
| 9-10 | Подготовка к лекциям [1,5,6] - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); | 16 |
| 9-10 | Подготовка к практическим занятиям [1,3,4] - практическое повторение примеров, содержащихся в пособии [1]; - самостоятельный поиск, анализ информации и разработка усложненных примеров по изучаемой теме. | 38 |
| Итого за 6 семестр | | 54 |
| ИТОГО | | 110 |

5.7 Курсовая работа

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 | Трудо-емкость (часы) |
|---|----------------------|
| Этап 1. Выдача задания на курсовую работу | 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 | 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 27.01.2021).

8. **«Радиокот»** - виртуальный форум [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://radiokot.ru/forum> , свободный (дата обращения 27.01.2021).

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

9. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 27.01.2021).

10. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 27.01.2021).

11.**Scilab** [Программное обеспечение] - Режим доступа <http://www.scilab.org/> свободный (дата обращения: 27.01.2021).

12. **GNU Octave**[Программное обеспечение] – Режим доступа <http://gnu.org> свободный (дата обращения: 27.01.2021).

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

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

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения образовательного используются аудитории №250 и №242, характеристика материально-технического обеспечения которых приведена в ниже следующей таблице.

| № п\п | Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|---|--|---|--|
| 1 | Теория радиотехнических цепей и сигналов. | Ауд. 250 Аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория занятий семинарского типа | Комплект учебной мебели – 22 шт. Стационарный проектор CASIO Ноутбук Acer F80C Доска меловая Экран библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» фонд специальной литературы, фонд учебных пособий | Microsoft Windows 7 Professional (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) |
| 2 | Теория радиотехнических цепей и сигналов. | Ауд. 242 Аудитория для проведения занятий лекционного | Доска меловая 15 персональных компьютеров Проектор Acer X1261P | Scilab [Программное обеспечение] – Режим доступа |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| | | типа Аудитория занятий семинарского типа | Экран Библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Электроника и электротехника», фонд специальной литературы, фонд учебных пособий | http://www.scilab.org/ <u>свободный</u> (дата обращения: 11.01.2020). Программный пакет MULTISIM 10.1 для моделирования электронных схем [Программное обеспечение] (Госконтракт № SBR1010080401- 00001346-01 от 13 ноября 2010 года, ООО «Динамика») MATHCAD-14 [Программное обеспечение] (лицензия № 2566427 от 27 декабря 2010 года) |
|--|--|--|---|---|

8 Образовательные и информационные технологии

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

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. Лекции-визуализации сопровождаются демонстрацией работы реальных радиотехнических устройств или действующих имитационных моделей с использованием образовательной технологии – анализ конкретной ситуации на основе решения профессиональных ситуационных задач.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков в ходе решения расчетных и ситуационных задач профессиональной деятельности.

Курсовая работа по дисциплине представляет собой самостоятельную учебно-исследовательскую работу студента и ставит цель систематизировать, закрепить и углубить теоретические и практические знания, умения и навыки

по профилю подготовки с целью их применения для решения профессиональных задач.

Таким образом, лекции-визуализации, практические занятия и курсовая работа по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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. Разновидностью самостоятельной работы является курсовая работа. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения, закрепления и углубления полученных знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий.

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, также экзамена в шестом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы, расчетные/логические задачи, ситуационные задачи и темы курсовых работ. Для обеспечения более глубокого освоения дисциплины фонд оценочных средств по семестрам строится по принципу нарастающего итога, интегрируя темы текущего семестра с ранее освоенным материалом.

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 устный ответ на 1 теоретический вопрос, решение расчетной/логической задачи и решение ситуационной задачи из перечня типовых вопросов и задач п.9.6.

Экзамен предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, решение расчетной/логической задачи и решение ситуационной задачи из перечня типовых вопросов и задач п 9.6.

Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Не применяется.

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

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя, а также проанализировать, обосновать и оценить полученные результаты.

9.3 Темы курсовых работ 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

Обеспечивающие дисциплины: «Метрология и измерения в радиоэлектронике», «Электротехника и электроника».

Примерные вопросы входного контроля:

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. Преобразуйте следующее выражения в экспоненциальную форму $\cos(\omega t) + j\sin(\omega t) = \dot{i}$
10. Поясните суть метода комплексных амплитуд.
11. Приведите компонентные уравнения пассивных элементов цепи.
12. Перечислите законы Кирхгофа для электрической цепи. Приведите примеры их использования.
13. Выведите формулу для действующего значения напряжения.
14. Для цепи синусоидального тока, заданной принципиальной схемой, найдите токи, протекающие через элементы, указанные преподавателем.
15. На примере заданной электрической цепи продемонстрируйте применение метода эквивалентного источника.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|--|
| I этап (4-й семестр) | | |
| ПК-1 | ИД ¹ _{ПК1} ИД ² _{ПК1} | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - математические модели различных типов сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - методы аналитического представления сигналов и помех. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета основных характеристик сигналов различных типов; - навыками компьютерного моделирования радиотехнических сигналов. |
| II этап (5-й семестр) | | |
| ПК-2 | ИД ¹ _{ПК2} ИД ² _{ПК2} | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы радиотехнических цепей; - математические модели радиотехнических цепей; - принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях на основе аналитических и численных решений; <p>Умеет:</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; - рассчитывать частотные и временные характеристики радиотехнических цепей. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета основных типов радиотехнических цепей; - навыками компьютерного моделирования радиотехнических цепей; |

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций | Критерии оценивания |
|-------------------------------|--|--|
| | | - навыками расчета основных характеристик радиотехнических цепей. |
| III этап (6-й семестр) | | |
| ПК-1 ПК-2 | ИД ³ _{ПК1} ИД ³ _{ПК2} | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - математические модели различных типов сигналов, применяемых в радиотехнике, и их характеристики; - типы радиотехнических цепей; - математические модели радиотехнических цепей; - принципы обработки сигналов в радиотехнических цепях на основе аналитических и численных решений; - методы аналитического представления сигналов и помех. <p>Умеет:</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>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета основных характеристик сигналов различных типов; - методами расчета основных типов радиотехнических цепей; - навыками компьютерного моделирования радиотехнических цепей и сигналов. |

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации.

Для зачета в 4 семестре:

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя, а также проанализировать, обосновать и оценить полученные результаты.

Для зачета в 5 семестре:

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя, а также проанализировать, обосновать и оценить полученные результаты.

Для экзамена в 6 семестре.

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и

правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами.

При решении расчетной/логической задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает обоснованную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя.

При решении расчетной/логической задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает достаточно полную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя.

При решении расчетной/логической задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя при этом задача решается не полностью.

При решении ситуационной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя, методы имитационного и численного моделирования используются неуверенно и только после подсказок преподавателя, оценка итогов решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом является неполной.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных

понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах.

Расчетная/логическая задача не решена даже при помощи преподавателя.

Ситуационная задача не решена даже при помощи преподавателя.

Шкала оценивания курсовой работы.

| Шкала оценивания | Составляющие | Признаки |
|------------------|----------------------------|---|
| Отлично | Практическая часть | Обучающийся показывает умения и навыки выполнения расчетов характеристик периодических сигналов и линейных цепей. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 90-100 %. |
| | Выводы | Выводы грамотно сформулированы и обоснованы. |
| | Использованные источники | Использованные источники подобраны грамотно. Указаны или выведены все необходимые для проведения расчетов формулы. Их количество соответствует требованиям к курсовой работе. |
| | Оформление | Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и грамматических ошибок. Высокое качество оформления графиков, схем и диаграмм. |
| | Своевременность выполнения | Курсовая работа выполнена и сдана на проверку своевременно. |
| | Защита | Доступно и ясно представляет результаты курсовой работы. Ответы на вопросы полные, глубокие. Обучающийся всесторонне оценивает и интерпретирует полученные результаты, доказывает их |

| Шкала оценивания | Составляющие | Признаки |
|-------------------|----------------------------|---|
| | | значимость. Грамотно и аргументировано представляет комментарии к расчетам. |
| Хорошо | Практическая часть | Обучающийся показывает умения и навыки выполнения расчетов характеристик периодических сигналов и линейных цепей. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 80-90 %. |
| | Выводы | Выводы сформулированы с небольшими неточностями. |
| | Использованные источники | Использованные источники подобраны грамотно. Их количество соответствует требованиям к курсовой работе. Указаны или выведены практически все необходимые для проведения расчетов формулы. |
| | Оформление | Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических и грамматических ошибок. Достаточно высокое качество оформления графиков, схем и диаграмм. |
| | Своевременность выполнения | Курсовая работа выполнена и сдана на проверку своевременно. |
| | Защита | Доступно и ясно представляет результаты курсовой работы. Ответы на вопросы полные. Обучающийся оценивает и интерпретирует полученные результаты с незначительными неточностями, демонстрирует самостоятельное мышление. |
| Удовлетворительно | Практическая часть | Обучающийся показывает слабые навыки выполнения расчетов характеристик периодических сигналов и линейных цепей. Расчеты обоснованы и выполнены правильно на 70-80 %. |
| | Выводы | Выводы сформулированы со |

| Шкала оценивания | Составляющие | Признаки |
|---------------------|----------------------------|--|
| | | значительными неточностями или не все выводы сформулированы. |
| | Использованные источники | Использованные источники подобраны небрежно. Их количество меньше, чем соответствует требованиям к курсовой работе. Указано или выведено большинство необходимых для проведения расчетов формул. |
| | Оформление | Курсовая работа оформлена неаккуратно с большим количеством орфографических и грамматических ошибок. Среднее качество оформления графиков, схем и диаграмм. |
| | Своевременность выполнения | Курсовая работа выполнена и сдана на проверку позже указанного срока. |
| | Защита | Обучающийся с трудом докладывает результаты курсовой работы. Ответы на вопросы неполные. Обучающийся не может оценить полученные результаты и интерпретирует их со значительными неточностями. |
| Неудовлетворительно | Практическая часть | Обучающийся не демонстрирует умения и навыки расчетов характеристик периодических сигналов и линейных цепей, расчеты выполнены с большим количеством ошибок или не в полном объеме. |
| | Выводы | Выводы не сформулированы. |
| | Использованные источники | Использованные источники не соответствуют теме. Указано недостаточное количество или допущены ошибки в выводе необходимых для проведения расчетов формул. |
| | Оформление | Оформление курсовой работы не соответствует требованиям. Большое количество орфографических и грамматических ошибок. Низкое качество оформления графиков, схем и диаграмм. |

| Шкала оценивания | Составляющие | Признаки |
|------------------|--------------|---|
| | Защита | Обучающийся не может представить результаты курсовой работы. Не отвечает на вопросы или отвечает неверно. |

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 проведения промежуточной аттестации в форме 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 расчетных и логических задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 4 семестре

1. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести аналитическую оценку амплитудного спектра.
2. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести аналитическую оценку фазового спектра.
3. Путем аналитических расчетов продемонстрировать отличие амплитудных спектров амплитудно-моделированного сигнала при двухсторонней модуляции, односторонней модуляции и модуляции с подавленной несущей.

Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 4 семестре

1. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести численную оценку амплитудного спектра.
2. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести численную оценку фазового спектра.
3. Путем имитационного численного моделирования продемонстрировать отличие амплитудных спектров амплитудно-моделированного сигнала при двухсторонней модуляции, односторонней модуляции и модуляции с подавленной несущей.

Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме 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 расчетных и логических задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 5 семестре

1. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета произвести оценку амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик.
2. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета произвести оценку полосы пропускания.

3. На основе аналитического расчета продемонстрировать принцип переноса частоты (гетеродирования) при использовании нелинейных элементов с квадратичной вольт-амперной характеристикой.

Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 5 семестре

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

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

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

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" изменения огибающей и фазы модулированного колебания?
16. Что такое аналитический сигнал?
17. В чем состоит сущность АМ и АИМ?
18. Что такое четырехполосник?
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.Внутриимпульсная 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.Двухполосники и четырехполосники 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.

Перечень типовых расчетных и логических задач для текущего контроля в форме устного опроса, оценки сформированности компетенций и промежуточной аттестации в форме экзамена в 6 семестре

1. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета произвести оценку амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик.

2. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета 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 временной функцией, произвести оценку аналитическую оценку амплитудного спектра.

5. Путем аналитического расчета продемонстрировать отличие амплитудных спектров амплитудно-моделированного сигнала при двухсторонней модуляции, односторонней модуляции и модуляции с подавленной несущей.

6. На основе аналитических расчетов продемонстрировать принцип переноса частоты (гетеродирования) при использовании нелинейных элементов с квадратичной вольт-амперной характеристикой.

Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля в форме устного опроса, оценки сформированности компетенций и промежуточной аттестации в форме экзамена в 6 семестре

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

2. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем 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 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.

На практических занятиях отрабатываются решения расчетных/логических задач и ситуационных по материалу изучаемой дисциплины. Осваиваются методы аналитического решения расчетных/логических задач и вырабатываются навыки использования имитационного и численного моделирования ситуационных задач. Значительная часть практических занятий связана с приростом компетенций в использовании цифровых технологий в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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 курсовой работы и выполнения заданий практических занятий, а по семестрам – в виде зачета и экзамена.

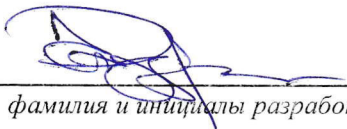
Примерный перечень вопросов для зачетов по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» приведен в п. 9.6. Оценочная шкала для курсовой работы описана в п. 9.5. Примерный перечень вопросов для экзамена по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов», а также типовые задачи для экзамена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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» специализации «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Радиоэлектронных систем (№12) «25» мая 2021 года, протокол №8.

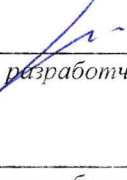
Разработчики:

Д.т.н., с.н.с.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

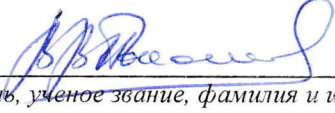
Кудряков С.А.

К.т.н.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Рубцов Е. А.

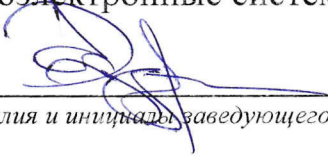
К.т.н.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Пономарев В. В.

Заведующий кафедрой №12 «Радиоэлектронные системы»

Д.т.н., с.н.с.

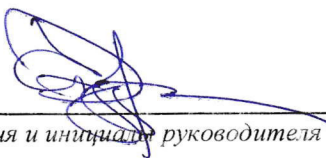

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Кудряков С.А.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО

Д.т.н., с.н.с.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Кудряков С.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 16 » июня 2021 года, протокол № 7 .