МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П.Е.Троян**
«31» 05 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ СИГНАЛОВ (ММОС)
(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

**Направление подготовки** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

**Направленность (профиль) программы** Оптические системы и сети связи, Системы мобильной связи, Защищенные системы и сети связи, Цифровое телерадиовещание, Системы радиосвязи и радиодоступа
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

**Форма обучения** Очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет Радиотехнический (РТФ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра** Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс** 2 **Семестр** 3, 4

**Учебный план набора** 2013, 2014, 2015 **годов.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | | | 16 | 24 | | | | | 40 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | | | 12 | 12 | | | | | 24 | часов |
| 3. | Практические занятия | | | 12 | 8 | | | | | 20 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | 8 | | | | | 8 | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий : | | | 40 | 52 | | | | | 92 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | | | | | | | | | | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | | 50 | 110 | | | | | 160 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) | | | 90 | 162 | | | | | 252 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | | | 36 | | | | | 36 | часов |
| 10. | Общая трудоемкость) | | | 90 | 198 | | | | | 288 | часов |
| | (в зачетных единицах) | | | 2,5 | 5,5 | | | | | 8 | ЗЕ |

Зачет 3 семестр Диф. зачет 4 семестр

Экзамен 4 семестр

Томск

2016

Согласована на портале № 10383

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 8 » 11 2016 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки «**Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**, утвержденного 6 марта 2015 г. регистрационный номер 174.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «14» апреля 2016 г., протокол № 7.

Разработчик доцент каф. ТОР _____ В.Л. Каминский

Зав. кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович

Зав. кафедрой РТС _____ С.В. Мелихов

Зав. кафедрой РЗИ _____ А.С. Задорин

Зав. кафедрой ТУ _____ Т.Р. Газизов

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов

Эксперты:

Доцент каф. ТОР _____ К.Ю. Попова

Доцент каф. ТОР _____ С.И. Богомолов



Согласована на портале № 10383

**1. Цели и задачи дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины «Математические методы описания сигналов (ММОС)» является изучение общих принципов описания радиотехнических сигналов и цепей; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования сигналов и цепей, в их единстве и взаимосвязи; освоение методов расчета параметров сигналов и цепей; понимание принципов работы основных функциональных узлов радиоаппаратуры.

В результате изучения настоящей дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ процессов передачи, приема и обработки сигналов, происходящих в системах связи. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для грамотной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной. Студенты также должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие подготовку для усвоения последующих дисциплин.

Основной задачей дисциплины является освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины «Математические методы описания сигналов» способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ООП.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:**

2.1. В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ООП бакалавриата, дисциплина «Математические методы описания сигналов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 (Дисциплины (модули) Б1.В.ОД.3).

2.2. Перечень разделов дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения дисциплины «Математические методы описания сигналов»:

- **Математический анализ:** разделы: свойства непрерывных функций; дифференциальное и интегральное исчисление; теория интегрирования; теория функций комплексного переменного; ряды Фурье и преобразования Лапласа.
- **Линейная алгебра и аналитическая геометрия:** разделы: системы линейных уравнений; векторная алгебра; алгебра матриц; многочлены и вычисление корней; линейные пространства; эвклидовы пространства; числовые поля; уравнения линии и плоскости; простейшие поверхности второго порядка.
- **Физика**: раздел "Электричество и магнетизм";
- **Информатика**: разделы: "Вычислительные методы решения: систем линейных уравнений с вещественными и комплексными коэффициентами; дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков"; операций с матрицами; навыки работы с компьютером и в сети Интернет.
- **.Теория электрических цепей:** разделы: методы анализа линейных электрических цепей в установившемся и переходном режимах; комплексные и операторные функции цепей; частотные и временные характеристики цепей; резонансные цепи, четырехполюсники и фильтры.

2.3. Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоении данной дисциплины:

Удовлетворительное усвоение программ по указанных выше разделам математики, физики, информатики и теории электрических цепей .

2.4. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Статистическая теория инфокоммуникационных систем;
- Основы статистической радиотехники;
- Общая теория связи;
- Цифровая обработка сигналов (ЦОС);



Согласована на портале № 10383

- Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей;
- Электромагнитные поля и волны;
- Схемотехника телекоммуникационных устройств;
- Теоретические основы современных технологий беспроводной связи;
- Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа;
- Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа.

## 1. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Математические методы описания сигналов» направлен на формирование у студентов следующих компетенций:

- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7);
- умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ (ПК-9).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

***знать:***

- основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах;
- тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- методы математического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования радиотехнических сигналов и цепей;
- алгоритмы расчета характеристик устройств и систем связи, в том числе, и с использованием самостоятельно создаваемых оригинальных программ;
- методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования;

***уметь:***

- проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики
- осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках;
- рассчитывать и измерять спектральные характеристики аналоговых сигналов и цепей;
- проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием;
- использовать методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования;

***владеть:***

- навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации;
- навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях;
- навыками теоретического и экспериментального исследований преобразований сигналов в радиотехнических цепях в рамках физического эксперимента и компьютерного моделирования;
- методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций;
- навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием.

## 2. Объем дисциплины ММОС и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины ММОС составляет 6 (шесть) зачетных единиц. Дисциплина изучается в 3-м и 4- семестрах.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 92 | 40 | 52 |



Согласована на портале № 10383

| | | | |
|---|---|---|---|
| В том числе: | - | - | - |
| Лекции | 40 | 16 | 24 |
| Практические занятия (ПЗ) | 20 | 12 | 8 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 24 | 12 | 12 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) студентов | 8 | | 8 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 160 | 50 | 110 |
| В том числе: | - | - | - |
| Курсовой проект (работа) | 64 | - | 64 |
| Расчетно-графические работы | 6 | 6 | |
| Выполнение домашних заданий и подготовка к лабораторным работам | 90 | 44 | 46 |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен, защита работы) | 36 | Зачет<br>- | Защита к.р.<br>Экзамен 36 |
| **Общая трудоемкость: час** | 288 | 90 | 198 |
| **Общая трудоемкость: зач. ед**. | 8 | 2,5 | 5,5 |

## 3. Содержание дисциплины ММОС

### 5.1. Разделы дисциплины ММОС и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины ММОС | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия. | Курсовой П/Р (КСР) | Самост. работа студента | Общая труд. час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение | 2 | - | 2 | - | 2 | 6 | ПК-7, ПК-9 |
| 2. | Математическое описание аналоговых периодических и непериодических сигналов | 6 | 8 | 4 | 2 | 20 | 40 | ПК-7, ПК-9 |
| 3 | Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | 4 | 4 | 4 | 2 | 20 | 34 | ПК-7, ПК-9 |
| 4 | Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции | 4 | - | 2 | - | 8 | 14 | ПК-7, ПК-9 |
| 5 | Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | 16 | 12 | 4 | - | 26 | 58 | ПК-7, ПК-9 |
| 6 | Математическое описание дискретных сигналов и цепей | 6 | - | 4 | 4 | 82 | 96 | ПК-7, ПК-9 |
| 7 | Заключение | 2 | - | - | - | 2 | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого: | | 40 | 24 | 20 | 8 | 160 | 252 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям).

| № п/п | Наименование тем дисциплины ММОС | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр изучения дисциплины ММОС (3 учебный семестр)** | | | | |
| Раздел 1. Введение | | | | |



Согласована на портале № 10383

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение. Классификация сигналов и описание систем передачи информации | Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Основные задачи и назначение курса ММОС. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | | | | |
| 2 | Гармонический анализ периодических сигналов с помощью тригонометрических и комплексных рядов Фурье | Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представления. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| 3 | Преобразования Фурье и спектральный анализ непериодических сигналов | Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектры, спектральные плотности сигналов и их свойства. Границы применимости преобразований Фурье и их расширение с помощью обобщенных функций. Спектральная плотность периодического сигнала. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| 4 | Преобразования Фурье и Лапласа и их применение для описания изменений сигналов в узлах систем передачи информации | Обобщение преобразований Фурье - преобразования Лапласа. Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и соответствующими им преобразованиями спектров в частотной области. Теоремы о спектрах. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | | | | |
| 5 | Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ) | Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| 6 | Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ) | Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаимосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной передачи сигналов. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции | | | | |
| 7 | Радиосигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляциями | Основные свойства и особенности анализа радиосигналов. Спектральное, временное и векторное представления амплитудно-модулированных радиосигналов при тональной и сложной модуляции. Амплитудно - импульсно - модулированные сигналы и их спектры. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| 8 | Радиосигналы с угловой и квадратурной модуляциями. Широкополосные сигналы | Особенности анализа радиосигналов с угловой модуляцией. Спектры сигналов при тональной и сложной модуляции. Спектры сигналов со смешанной амплитудной и угловой модуляциями. Квадратурная модуляция. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за первый семестр обучения: | | | 16 | Зачет |
| **2 семестр изучения дисциплины ММОС (4 учебный семестр)** | | | | |
| Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | | | | |
| 9 | Основные методы расчета спектра тока на выходе нелинейной электрической цепи | Принципиальные отличия между линейными и нелинейными цепями. Применение полиноминальной и кусочно-линейной аппроксимаций вольтамперных характеристик, а также метода отсчетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях. | 3 | ПК-7, ПК-9 |
| 10 | Нелинейные резонансные усилители, умножители и преобразователи частоты | Нелинейное усиление и области его применения. Резонансные усилители, умножители частоты и преобразователи частоты. Временное и спектральное представления напряжений и токов в нелинейных резонансных усилителе, умножителе и преобразователе частоты. | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| № п/п | Наименование тем дисциплины ММОС | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
| 11 | Модуляторы амплитудные, угловые и квадратурные | Амплитудная и угловая модуляции. Способы осуществления. Их достоинства и недостатки. Временное и спектральное представления напряжений и токов. Принципы реализации квадратурной мо- | 3 | ПК-7, ПК-9 |



Согласована на портале № 10383

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | дуляции. Векторные диаграммы. | | |
| 12 | Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями | Детектирование амплитудно-модулированных колебаний в нелинейных цепях. Линейный, квадратичный и синхронный детекторы. Детектирование колебаний с угловой и квадратурной модуляциями. | 3 | ПК-7, ПК-9 |
| 13 | Автогенераторы гармонических колебаний | Определение автоколебательной системы.. Механизм возникновения и установления колебаний в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждений. Схемы автогенераторов. RC-генераторы гармонических колебаний. | 3 | ПК-7, ПК-9 |
| Раздел 6. Математическое описание дискретных сигналов и цепей | | | | |
| 21 | Дискретизация аналоговых сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. | Представление сообщений выборками. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Временное и спектральное представления дискретизированных сигналов. Аналоговые, дискретные, цифровые сигналы и связь между ними. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| 22 | Дискретные (ДПФ) преобразования Фурье и ***z***-преобразования | Прямое и обратное ДПФ. Восстановление аналогового сигнала по коэффициентам ДПФ. Свойства ДПФ. Прямое и обратное ***z***- преобразования. Свойства ***z*** **–** преобразований**.** | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Математическое описание цифровых фильтров | Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Дифференциальные разностные уравнения. Передаточные функции. Структурные схемы. Применение ***z***-преобразований к описанию цифровых фильтров. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Раздел 7. Заключение | | | | |
| 23 | Заключение | Перспективы развития средств и методов формирования и обработки сигналов | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за второй семестр обучения | | | 24 | Экзамен |
| Итого за два семестра обучения | | | 40 | |

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

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | | | |
| 1. | Математический анализ | + | + | + | + | + | + | + |
| 2. | Линейная алгебра | + | + | + | + | + | + | |
| 3. | Физика | + | + | + | + | + | + | + |
| 4. | Информатика | | + | + | + | + | + | + |
| 5. | Теория электрических цепей | | | + | | | + | |

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | |
| 1. | Статистическая теория инфокоммуникационных систем | + | + | + | + | + | + | + |



Согласована на портале № 10383

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. | Общая теория связи | + | + | + | + | + | + | + |
| 3. | Цифровая обработка сигналов | + | + | + | + | + | + | + |
| 4. | Схемотехника телекоммуникационных устройств | + | + | + | + | + | + | + |
| 5. | Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей | + | + | + | + | + | + | + |
| 6. | Электромагнитные поля и волны | + | + | + | + | + | | + |
| 7. | Теоретические основы современных технологий беспроводной связи | + | + | + | + | + | + | + |
| 8 | Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа | + | + | + | + | + | + | + |
| 9 | Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа | + | + | + | + | + | + | + |
| 10 | Основы статистической радиотехники | + | + | + | + | + | + | |

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

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | ПЗ | ЛР | КР/КП | СРС | |
| **ПК-7** | + | + | + | + | + | Тесты, отчеты по лабораторным работам, конспект лекций, защита курсовой работы |
| **ПК-9** | + | + | + | + | + | Тесты, отчеты по лабораторным работам, конспект лекций, защита курсовой работы |

Л – лекция, ПЗ – практические и семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. Методы и формы организации обучения

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

| Методы \ Формы | Лекции (час) | Практические/семинарские Занятия (час) | Тренинг Мастер-класс (час) | Всего |
|---|---|---|---|---|
| *IT*-методы | - | - | - | - |
| Работа в команде | - | 4 | - | 4 |
| *Case-study* (расчет простейших схем в подгруппах) | - | 4 | - | 4 |
| Игра | - | 4 | - | 4 |
| Поисковый метод | - | 2 | - | 2 |
| Решение ситуационных задач (введение в лекционный материал ошибки) | 2 | - | - | 2 |
| Исследовательский метод | - | 2 | - | 2 |
| Итого интерактивных занятий | 2 | 16 | - | 18 |

## 7. Лабораторный практикум

Для всех лабораторных работ первого и второго семестра предполагается форма отчетности в виде рабочей тетради студента или отчета, оформленного в соответствии с ГОСТ.

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Форма контроля, формируемая компетенция |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 | 2 | Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях | 4 | ПК-7,ПК-9 |
| 2 | 2 | Исследование спектров управляющих сигналов | 4 | ПК-7,ПК-9 |
| 3 | 3 | Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи | 4 | ПК-7,ПК-9 |



Согласована на портале № 10383

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| 1 | 2 | Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты | 4 | ПК-7,ПК-9 |
| 2 | 2 | Амплитудный модулятор | 4 | ПК-7,ПК-9 |
| 3 | 3 | Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний | 4 | ПК-7,ПК-9 |
| | ИТОГО: | | 24 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (час.) | Формируемая компетенция |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1. | 1 | Расчет физических характеристик сигналов | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 2. | 2 | Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 3. | 2 | Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 4. | 2 | Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 5. | 3 | Практика применения временных методов для расчета прохождения сигналов через ЛЭЦ | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 6. | 4 | Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| | Итого: | | 12 | |
| 4 семестр | | | | |
| 1. | 5 | Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 2. | 5 | Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 3. | 5 | Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| 4. | 6 | Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик | 2 | ПК-7,ПК-9 |
| | Итого: | | 8 | |

## 9. Самостоятельная работа (160 часов)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание и т.д.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | |
| 1 | 1 - 4 | Изучение теоретического материала | 8 | ПК-7,ПК-9 | Тесты, опрос |
| 2 | 2 - 3 | Подготовка к лабораторным работам. | 24 | ПК-7,ПК-9 | Опрос, отчеты по работам |
| 3 | 1 - 4 | Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе | 12 | ПК-7,ПК-9 | Контрольная работа, опрос, тест |
| 4 | 2 - 3 | Выполнение индивидуальных заданий. | 6 | ПК-7,ПК-9 | Проверка, опрос |
| Итого за семестр | | | 50 | | Зачет |



Согласована на портале № 10383

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | | |
| 7 | 5 - 7 | Изучение теоретического материала | 12 | ПК-7,ПК-9 | Тесты, опрос |
| 8 | 5 | Подготовка к лабораторным работам. | 24 | ПК-7,ПК-9 | Опрос, отчеты по работам |
| 9 | 5 - 6 | Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе | 10 | ПК-7,ПК-9 | Контрольная работа, опрос, тест |
| 10 | 2, 3, 6 | Подготовка и защита курсовой работы | 64 | ПК-7,ПК-9 | Защита работы |
| Итого за семестр | | | 110 | | |
| | | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Оценка на экзамене |
| | Итого | | 160/36 | | |

**10. Темы контрольных работ:**

№ 1 Расчет отклика на выходе линейной электрической цепи.

№ 2 Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи

**11.Индивидуальные расчетные задания:**

**№1**«Гармонический анализ периодического сигнала и его восстановление с помощью усеченного ряда Фурье»;

**№2:** «Расчет прохождения аналогового непериодического сигнала через ЛЭЦ»

**12.Примерная тематика курсовых работ.**

Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

**13. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов.**

Контроль освоения дисциплины осуществляется путем применения рейтинговой системы оценки успеваемости. Итоговый контроль в 3-м семестре завершается зачетом. Итоговый контроль в 4-ом семестре осуществляется на экзамене и при защите курсовой работы.

**13.1 Распределение баллов в течение 1-го семестра изучения дисциплины**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 6 | 4 | 2 | 12 |
| Тестовый контроль | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Контрольные работы на практических занятиях | - | 8 | 8 | 16 |
| Выполнение и защита лабораторных работ | 6 | 12 | - | 18 |



Согласована на портале № 10383

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Устный опрос | - | 8 | 10 | 18 |
| Компонент своевременности | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Итого максимум за период: | 24 | 44 | 32 | 100 |
| С нарастающим итогом | 24 | 68 | 100 | 100 |

**13.2 Распределение баллов во 2-м семестре изучаемой дисциплины**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Тестовый контроль | 3 | 3 | 3 | 6 |
| Выполнение и защита лабораторных работ | - | 12 | 24 | 36 |
| Компонент своевременности | 4 | 6 | 6 | 16 |
| Итого максимум за период: | 10 | 24 | 36 | 70 |
| Сдача экзамена (максимум) | - | - | - | 30 |
| Нарастающим итогом | 10 | 34 | 70 | 100 |

**13.3 Распределение баллов за отдельные этапы выполнения курсовой работы во 2-ом семестре изучаемой дисциплины**

| Этапы работы над курсовой работой | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Получение задания на КР | 2 | - | - | 2 |
| Расчет спектра сигнала и его оценка рядом Фурье | 12 | | | 12 |
| Расчет характеристик линейной аналоговой цепи | 6 | 6 | | 12 |
| Расчет отклика на выходе аналоговой цепи | 6 | 6 | | 12 |
| Оформление пояснительной записки | 10 | 10 | | 20 |
| Компонент своевременности | 8 | 4 | - | 12 |
| Итого максимум за период | 44 | 26 | | 70 |
| Защита работы (максимум) | | | 30 | 30 |
| Нарастающим итогом | 44 | 70 | 100 | 100 |

**13.4 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки**

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

**13.5 Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку**

| **Оценка (ГОС)** | **Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен** | **Оценка (ECTS)** |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |



Согласована на портале № 10383

| | | |
|---|---|---|
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | **65 – 69** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |

**14. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

**14.1. Основная литература:**

1. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012.-261с Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2798
2. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012. – 257 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2799.

**14.2. Дополнительная литература:**

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (69 экз.).
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Дрофа, 2006. - 717 с. (3 экз.).
3. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012.-261с Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2798
4. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012. – 257 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2799.
5. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с.,Ч2.360с.(71 экз.), Ч 1 -1988, 336с -39 экз.; ч 2 -1988, 360с-32 экз.

**14.3. Методические пособия каф. ТОР**

1. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012.-261 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2798.
2. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012. – 257 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2799.
3. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное методическое пособие. Каратаева Н.А, Киселев П. Томск: ТУСУР, 2012.-33с Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2790.
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2. Нелинейная радиотехника Учебное методическое пособие Каминский В.Л., Тельпуховская Л.И. Томск: ТУСУР, 2012.-26с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2791.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Методические указания по выполнению курсовой работы «Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация» Каратаева Н.А. 2012. -70 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2792.
6. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум. Ч.1: Теория сигналов/ С.И. Богомолов, Н.А. Каратаева; Томск: ТУСУР, 2013. -36 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/3417.
7. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум. Ч.2: Нелинейные цепи/ С.И. Богомолов, В.Л. Каминский; Томск: ТУСУР, 2013. -29 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/3418.
8. Богомолов С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: методические указания по организации самостоятельной работы. Томск: ТУСУР, 2012. 25 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1638.

Методические указания по **практическим занятиям** и **самостоятельной работе**, необходимой для успешного изучения теоретического материала, выполнения расчетно-графических заданий, приведены в учебно-методических пособиях (см. пункт 14.3. [3,4]) и учебных пособиях (см. пункт 14.3. [1]):

Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи Практические приложения **2.9** стр.46-55; **5.6** стр.114-121; **6.4** стр.132-145; **7.5** стр.162-166; **11.5 6** стр.217-222.

**14.4. Программное обеспечение**



Согласована на портале № 10383

1. Компьютерный лабораторный практикум по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" – М.: ВНТИЦ, 2008. - №50200800874 (Свидетельство № 10434 об отраслевой регистрации разработки в «Отраслевом фонде алгоритмов и программ» от 25.04.2008 Москва) Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/1760
2. MathCad 13.

**14.5. Перечень тестов, применяемых во время практических занятий и лабораторных работ, для проверки уровня остаточных знаний**

1 Физические характеристики сигналов.
2 Периодические сигналы.
3 Непериодические сигналы.
4 Теоремы о спектрах.
5 Частотные и временные характеристики линейных цепей.
6 Расчет отклика на выходе линейной цепи.
7 Нелинейный резонансный усилитель и умножитель частоты.
8 Амплитудный модулятор.
9 Амплитудный детектор.

**15. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Аудитории 318 и 314 кафедры ТОР оборудованы компьютерами и лабораторными стендами. Для проведения лекций применяется мультимедиа проектор. У лектора имеется комплект демонстрационных материалов.

**17. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

В качестве внеаудиторных занятий планируется проводить экскурсии в крупнейшие научно-производственные предприятия г. Томска, такие как НПФ Микран, НПЦ Полюс и др. Ряд практических занятий по дисциплине будут проводить приглашенные специалисты.



Согласована на портале № 10383

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ СИГНАЛОВ

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

**Направление подготовки** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(полное наименование направления подготовки (специальности))

**Профиль(и) :** Оптические системы и сети связи, Системы мобильной связи, Защищенные системы и сети связи, Цифровое телерадиовещание, Системы радиосвязи и радиодоступа

**Форма обучения** очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Факультет** РТФ (Радиотехнический)

(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра** ТОР (Телекоммуникаций и основ радиотехники)

(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс** 2 **Семестр** 3, 4

**Учебный план набора** 2013, 2014, 2015 **г.г.**

**Зачет** 3 **семестр** **Диф. зачет** 4 **семестр**

**Экзамен** 4 **семестр**

**Разработчик(и)** доцент каф. ТОР Каминский В.Л.

**Томск 2016**

Согласована на портале № 10383

# 1. Введение

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

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

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за практикой компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ПК-7** | готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта | *Должен знать:*<br>основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах;<br>тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.<br>*Должен уметь:*<br>проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики<br>осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках.<br>*Должен владеть:*<br>навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации;<br>навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях. |
| **ПК-9** | умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ | *Должен знать:*<br>алгоритмы расчета характеристик устройств и систем связи, в том числе, и с использованием самостоятельно создаваемых оригинальных программ;<br>методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования.<br>*Должен уметь:*<br>проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием;<br>использовать методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования.<br>*Должен владеть:*<br>методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций;<br>навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием. |

# 2. Реализация компетенций

### 2.1. Компетенция ПК-7

**ПК-7: готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.**



Согласована на портале № 10383

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

**Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах; тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. | проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики; осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках. | навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях. |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Практические занятия;<br>• Групповые консультации. | • Лабораторные работы<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа студентов. | • Лабораторные работы;<br>• Курсовой проект;<br>• Самостоятельная работа студентов. |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Контрольная работа;<br>• Зачет;<br>• Экзамен. | • Оформление и защита лабораторных работ;<br>• Контрольная работа;<br>• Зачет. | • Защита лабораторных работ;<br>• Защита курсовой работы;<br>• Экзамен. |

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

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

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

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



Согласована на портале № 10383

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • анализирует связи между различными понятиями в области передачи информации;<br>• интерпретирует приемы и результаты анализа технической информации. | • умеет грамотно выражать и доказывать положения предметной области знания с использованием аргументов;<br>• свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях | • уверенно владеет навыками работы с литературными источниками<br>• свободно владеет разными способами представления информации |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает связи между различными понятиями в области передачи информации;<br>• представляет приемы и результаты анализа технической информации. | • корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания;<br>• самостоятельно подбирает методы решения проблем. | • владеет навыками работы с литературными источниками<br>• владеет разными способами представления информации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • дает определения основных понятий в области передачи информации;<br>• воспроизводит основные положения анализа технической информации. | • умеет работать со справочной литературой;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией в предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания и информацию |

### 2.2. Компетенция ПК-9

**ПК-9: умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 5.



Согласована на портале № 10383

**Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | алгоритмы расчета характеристик средств инфокоммуникаций; методики проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; использовать методики проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций; навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием. |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Практические занятия;<br>• Групповые консультации. | • Лабораторные работы<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа студентов. | • Лабораторные работы;<br>• Курсовой проект;<br>• Самостоятельная работа студентов. |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Контрольная работа;<br>• Зачет;<br>• Экзамен. | • Оформление и защита лабораторных работ;<br>• Контрольная работа;<br>• Зачет. | • Защита лабораторных работ;<br>• Защита курсовой работы;<br>• Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

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

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

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



Согласована на портале № 10383

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • обосновывает алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• анализирует методики проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | • грамотно проводит расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием;<br>• уверенно применяет алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | • уверенно владеет навыками расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• свободно использует приемы проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• аргументирует порядок проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | • самостоятельно проводит расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием;<br>• корректно применяет алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | • владеет навыками расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• использует приемы проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • воспроизводит основные положения расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• имеет представление о методиках проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. | • умеет представлять результаты расчетов характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• умеет работать со справочной литературой; | • владеет терминологией в области проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций;<br>• способен корректно представить результаты расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций. |

## 3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

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



Согласована на портале № 10383

Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»:

**Вопрос 1**: На рисунке 1 показан сигнал *s(t)*. Определить аналитическое временное представление сигнала *s(t)*.

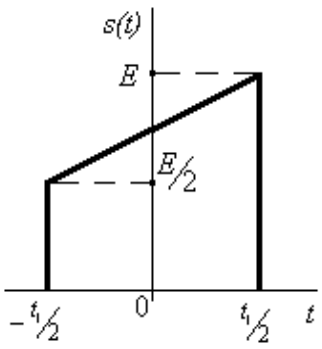



Рисунок 1

Варианты ответов

**(1)** $s(t)=\begin{cases} E/2, & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0, & t < -t_1/2,\ t > t_1/2 \end{cases}$

**(2)** $s(t)=\begin{cases} E/2 \cdot \left( t/t_1 + 3/2 \right), & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0, & t < -t_1/2 \end{cases}$

**(3)** $s(t)=\begin{cases} E, & t \ge 0 \\ E/2 \cdot \left( t/t_1 + 3/2 \right), & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0, & t < -t_1/2,\ t > t_1/2 \end{cases}$

**(4)** $s(t)=\begin{cases} E/2, & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ E, & t > 0 \\ 0, & t < -t_1/2 \end{cases}$

**(5)** $s(t)=\begin{cases} E/2 \cdot \left( t/t_1 + 3/2 \right), & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0, & t < -t_1/2,\ t > t_1/2 \end{cases}$

**Вопрос 2**: На рисунке 2 показан сигнал *s(t)*. Определить нечетную относительно нуля составляющую $s_{неч}(t)$ сигнала *s(t)*.

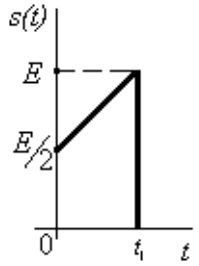
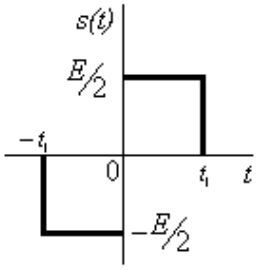


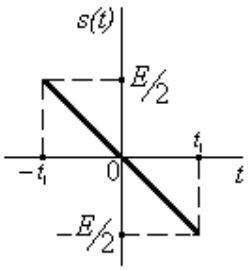

**Рисунок 2**

Варианты ответов

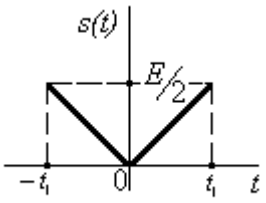
**(1)**



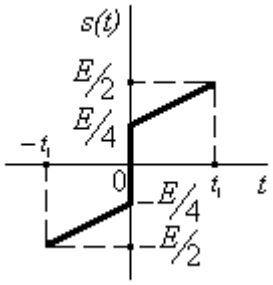

**(2)**



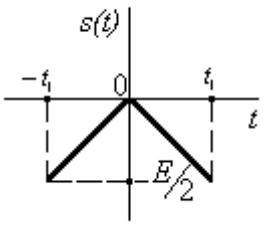

**(3)**




**(4)**




**(5)**






Согласована на портале № 10383

**Вопрос 3**: На рисунке 3 показан сигнал *s(t)*. Определить энергию Э сигнала *s(t)*.

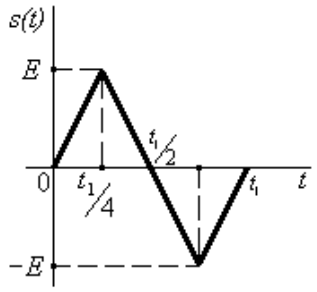



**Рисунок 3**

| Варианты ответов | | | |
|---|---|---|---|
| **(1)** | $Э = \frac{E^2 t_1}{3}$ | **(2)** | $Э = \frac{2E^2 t_1}{3}$ |
| **(3)** | $Э = 0$ | **(4)** | $Э = E^2 t_1$ |
| **(5)** | $Э = \frac{E^2 t_1}{4}$ | | |

**Вопрос 4**: Дано аналитическое временное представление сигнала. Определить энергию $Э_{чет}$ четной относительно нуля составляющей сигнала *s(t)*.

$$s(t) = \begin{cases} E \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right), & 0 \le t \le T \\ 0, \quad t < 0, \quad t > T \end{cases}$$

| Варианты ответов | | | |
|---|---|---|---|
| **(1)** | $Э_{чет} = \frac{E^2}{4}$ | **(2)** | $Э_{чет} = \frac{E^2 T}{2}$ |
| **(3)** | $Э_{чет} = 0$ | **(4)** | $Э_{чет} = \frac{E^2 T}{4}$ |
| **(5)** | $Э_{чет} = 2E^2 T$ | | |

**Вопрос 5**: На рисунке 5 показан сигнал *s(t)*. Определить вид симметрии относительно нуля (1) и относительно $T/4$ (2) периодического сигнала *s(t)*.

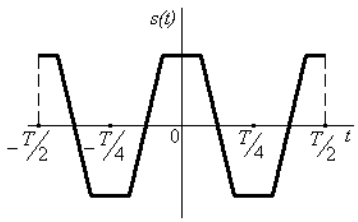



Рисунок 5

| Варианты ответов | | | |
|---|---|---|---|
| **(1)** | 1. нечетная<br>2. нечетная | **(2)** | 1. нечетная<br>2. четная |
| **(3)** | 1. четная<br>2. нечетная | **(4)** | 1. четная<br>2. четная |
| **(5)** | 1. четная<br>2. общего вида | | |

**Вопрос 6**: На рисунке 6 показан сигнал *s(t)*. Определить величину мощности *P* периодического сигнала *s(t)*, если *E = 2В, R = 10 Ом*.

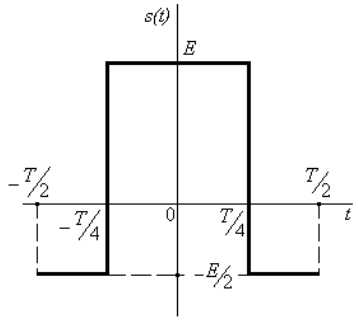



Рисунок 6

| Варианты ответов | | | |
|---|---|---|---|
| **(1)** | $P = 0$ | **(2)** | $P = 0{,}25\ Вт$ |
| **(3)** | $P = 25\ Вт$ | **(4)** | $P = 0{,}05\ Вт$ |
| **(5)** | $P = 5\ Вт$ | | |

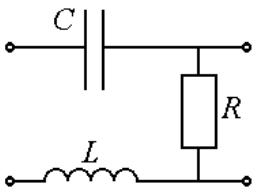
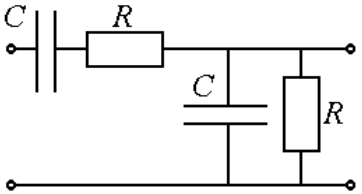
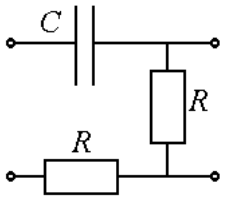
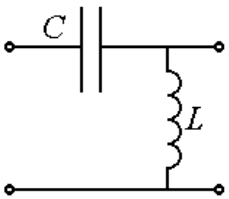
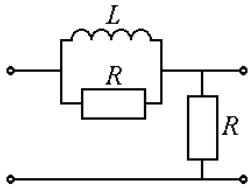


Согласована на портале № 10383

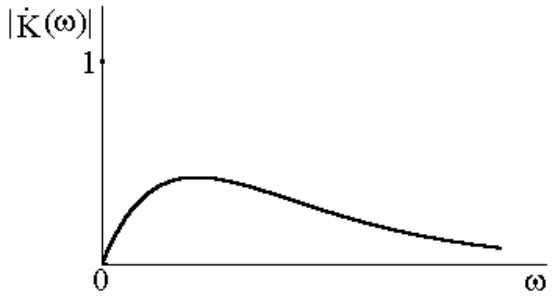
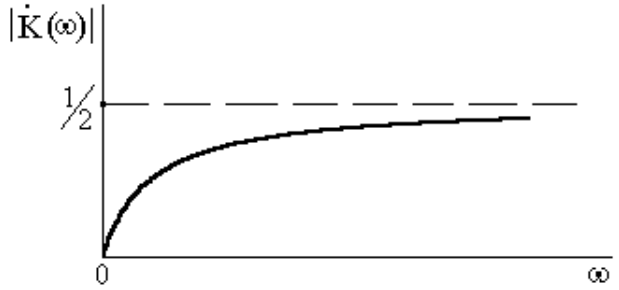
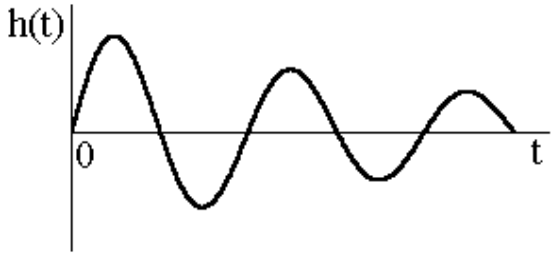
Согласована на портале № 10383

Типовые вопросы теста по теме «ЧАСТОТНЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ»:

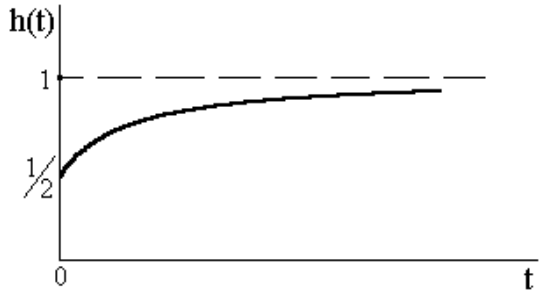
**Дано**: пять вариантов цепей, пять вариантов передаточных функций, пять вариантов переходных характеристик

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |
| $\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$ | $\frac{p+\beta}{2p+\beta}$ | $\frac{p\beta}{p^2+p\beta+\omega_p^2}$ | $\frac{p}{2p+\beta}$ | $\frac{p\beta}{p^2+3p\beta+\beta^2}$ |
| $\frac{1}{2}e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sigma(t)$ | $\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sin(\omega_p t)\cdot\sigma(t)$ | $0.45\cdot\left(e^{-0.38\beta\cdot t}-e^{-2.62\beta\cdot t}\right)\cdot\sigma(t)$ | $1+\frac{1}{2}e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sigma(t)$ | $\cos(\omega_p t)\cdot\sigma(t)$ |

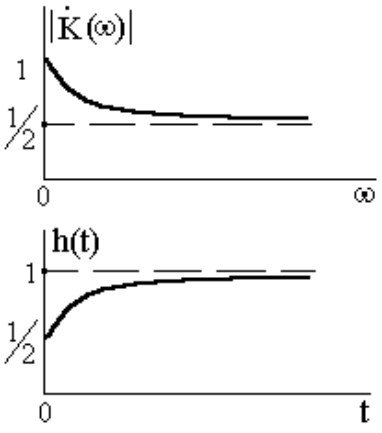
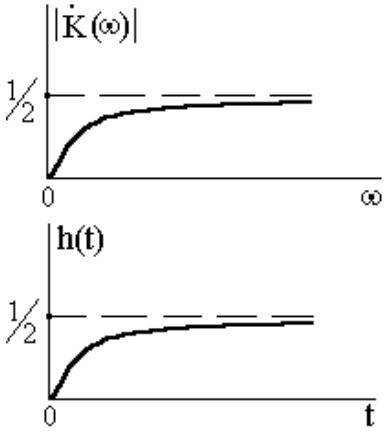
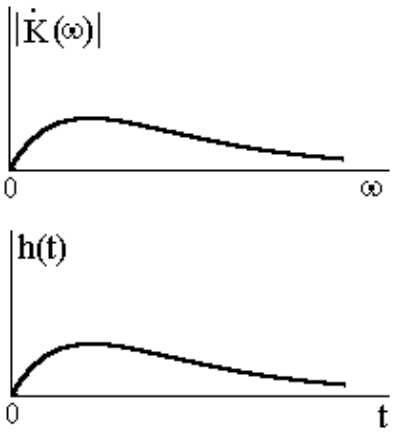
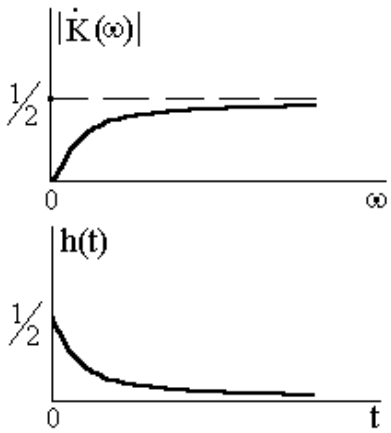
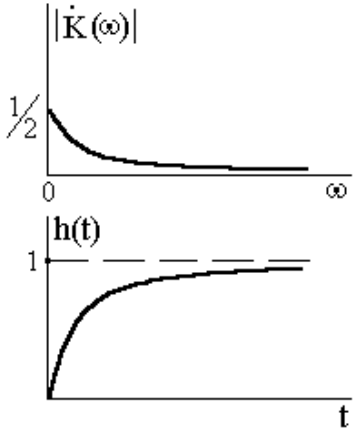
Обозначения: $\beta=\frac{1}{RC}$ , $\omega_p=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ , $\beta=\frac{R}{L}$

| **Вопрос 1**: Какой цепи соответствует АЧХ вида | **Вопрос 2**: Какой цепи соответствует АЧХ вида | **Вопрос 3**: Какой цепи соответствует h(t) вида |
|---|---|---|
|   |   |   |

Согласована на портале №

| **Вопрос 4**: Какой цепи соответствует h(t) вида | **Вопрос 5**: Какой переходной характеристике соответствует g(t) | **Вопрос 6**: Какой цепи соответствует g(t) |
|---|---|---|
|  | $g(t)=\frac{1}{2}\delta(t)+\frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$ | $g(t)=\frac{1}{2}\delta(t)-\frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$ |

**Вопрос 7**: Какие АЧХ и h(t) соответствуют цепи номер **(3)**

| **(1)** | **(2)** | **(3)** | **(4)** | **(5)** |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |

| **Вопрос 8**: Какой передаточной функции соответствует h(t) вида | **Вопрос 9**: Какой переходной характеристике соответствует K(p) вида | **Вопрос 10**: Какой цепи соответствует K(p) вида |
|---|---|---|
| $h(t)=\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sin(\omega_p t)\cdot\sigma(t)$ | $K(p)=\frac{p\beta}{p^2+3p\beta+\beta^2}$ | $K(p)=\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$ |

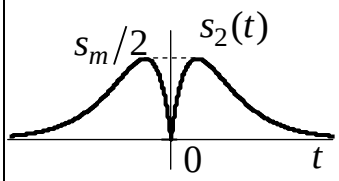
Примечание: отсутствие верного ответа обозначить цифрой 0



Согласована на портале №

Типовые вопросы теста по теме «ТЕОРЕМЫ О СПЕКТРАХ»:

Вопрос 1: Определить спектральную плотность сигнала $s_2(t)$

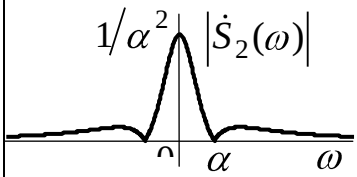


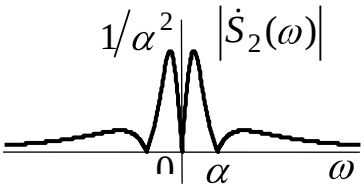

Варианты ответов

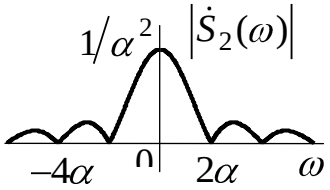
| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | $\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{\alpha^2-\omega^2}{\alpha^2+\omega^2{}^2}$ | 2 | $\dot{S}_2(\omega)=-j\dfrac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2{}^2}$ |
| 3 | $\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2{}^2}$ | 4 | $\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{1}{2}\dfrac{1}{\alpha+j\omega}$ |
| 5 | $\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{\alpha}{\alpha^2+\omega^2}$ | | |

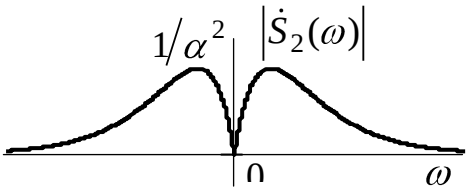
Вопрос 2: Указать амплитудно – частотную характеристику сигнала $s_2(t)$

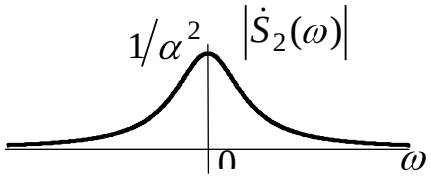
Варианты ответов

1 


2 

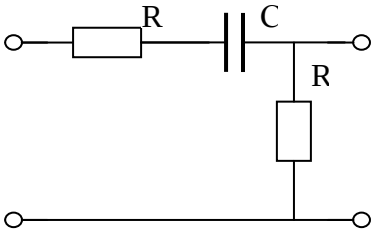

3 


4 


5 


Контрольная работа по теме «РАСЧЕТ ОТКЛИКА НА ВЫХОДЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ»:

Вариант 1

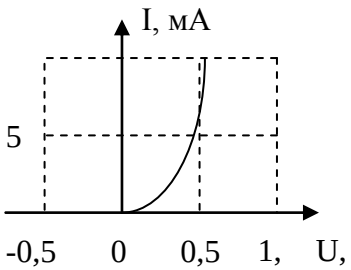



- Получить аналитическое выражение и построить график для АЧХ линейной цепи [масштаб частотной оси оценивать в единицах α, где α = 1/(RC)]. (Обязательные расчетные точки на оси частот: ω = 0, α, ∞.)
- Рассчитать и построить временные характеристики цепи. (Обязательные расчетные точки на оси времени: $t$ = 0, 1/α, ∞.)

Контрольная работа по теме «РАСЧЕТ СПЕКТРА ТОКА НА ВЫХОДЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ»:

Вариант 1

К нелинейному элементу (НЭ) приложены сумма постоянного $U_0$ и переменного с амплитудой $E$ гармонического напряжений. В выходную цепь НЭ включен параллельный колебательный контур, настроенный в резонанс с частотой входного сигнала. Параметры нагрузки нелинейного элемента: добротность контура $Q$ =




Согласована на портале № 10383

65; резонансная частота $f_Р$ = 235 кГц; емкость контура $C_К$ = 3500 пФ.

- Выполнить аппроксимацию вольтамперной характеристики НЭ степенным полиномом и отрезками прямых линий.
- Рассчитать сопротивление нагрузки постоянному току и переменному току на частотах, равных частотам первой и второй гармоник входного сигнала.

Для полиномиальной аппроксимации:

- Рассчитать величину постоянной составляющей, амплитуды первой и второй гармоник тока, протекающего через нелинейный элемент, если постоянное смещение $U_0$ составляет 0,3 В, а амплитуда переменной гармонической составляющей $E$ равна 0,1 В. Определить значения постоянной составляющей и амплитуд первой и второй гармоник напряжения на нагрузке при тех же сигналах.
- (*) Выбрать рабочую точку НЭ на середине линейного участка. Рассчитать коэффициент усиления для резонансного усилителя, работающего в линейном режиме. Определить максимально допустимую для линейного режима амплитуду сигнала на входе.

Темы практических занятий (3 семестр):

Расчет физических характеристик сигналов
Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов
Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах
Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи
Практика применения временных методов для расчета прохождения сигналов через ЛЭЦ
Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов

Темы практических занятий (4 семестр):

Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов
Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки
Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента
Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик

Темы лабораторных работ (3 семестр):

Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
Исследование спектров управляющих сигналов
Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи

Темы лабораторных работ (4 семестр):

Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
Амплитудный модулятор
Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний

Тема курсовой работы (4 семестр):

Спектральный анализ аналоговых сигналов и расчет откликов на выходе линейной цепи

Теоретические вопросы к зачету по дисциплине ММОС:

1. Сформулировать основные идеи представления сигнала обобщенным рядом Фурье (суть среднеквадратического приближения, зачем нужен ортогональный базис, зачем полный базис, универсальная расчетная формула).
2. Прямое и обратное преобразования Фурье (физический смысл, размерность, границы применимости, связь с комплексным рядом Фурье).
3. Простейшие обобщенные функции, их свойства, связь между ними во временной и частотной области.
4. Динамические модели сигналов (геометрическая интерпретация, интегральные представления и связь между ними).
5. Теоремы о спектрах: изменение масштаба и дифференцирование (во временной и частотной области).



Согласована на портале № 10383

6. Теоремы о спектрах: сдвиг и перемножение (во временной и частотной области).
7. Теоремы о спектрах: свертка и интегрирование (во временной и частотной области).
8. Прямое и обратное преобразования Лапласа (сформулировать основные идеи: переход от преобразований Фурье, Р-плоскость и смысл комплексной частоты Р, интегральная формула Коши и ее применение).
9. Сравнительный анализ преобразований Фурье и преобразований Лапласа (интегралы Фурье и Лапласа, границы применимости, взаимный переход от одного к другому).
10. Частотные и временные характеристики линейных цепей и связь между ними во временной и частотной области.
11. Воздействие периодических сигналов на линейные цепи. (Метод комплексных амплитуд и его применение для расчета периодических сигналов на выходе узкополосных и широкополосных линейных цепей).
12. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (Операторный метод расчета отклика. Суть метода, достоинства, недостатки ).
13. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (временные методы анализа ,интеграл Дюамеля, интеграл свертки; суть методов, достоинства, недостатки).
14. Сравнительный анализ различных методов расчета отклика на выходе линейных цепей (операторного метода и методов временного интегрирования).
15. Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: М, Рср, Ро, Pmax, Pmin, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления.
16. Амплитудно-импульсно-модулированные сигналы и их спектры.
17. Сравнительный анализ АМ сигналов и АИМ сигналов во временной и частотной области.
18. Сравнительный анализ АМ сигналов и БМ сигналов во временной и частотной области.
19. Тональная частотная модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное, спектральное, векторное представления при $m<<1$.
20. Тональная фазовая модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное ,спектральное и векторное представления при $m<<1$.
21. Смешанная модуляция (амплитудная и угловая). Временное, спектральное и векторное представления.
22. Понятие физической огибающей, мгновенной частоты и полной фазы узкополосного процесса. Представление узкополосного процесса в комплексной плоскости. Понятие комплексной огибающей.
23. Оценка физической огибающей, мгновенной частоты и полной фазы с помощью преобразований Гильберта.
24. Аналитический сигнал и его свойства во временной и частотной области (аналитический сигнал – комплексная модель узкополосного сигнала, определенная с помощью преобразований Гильберта).
25. Анализ избирательных цепей (амплитудно-частотная и импульсная характеристики избирательных цепей).
26. Низкочастотный эквивалент избирательных цепей (погрешность приближения, амплитудно-частотная и импульсная характеристики),
27. Сравнительный анализ избирательной цепи и его низкочастотного эквивалента (сравнить амплитудно-частотные характеристики, импульсные характеристики и передаточные функции).
28. Приближенный временной метод анализа (метод огибающей) прохождения узкополосного сигнала через избирательную цепь.
29. Приближенный операторный метод анализа прохождения узкополосного сигнала через избирательную цепь.

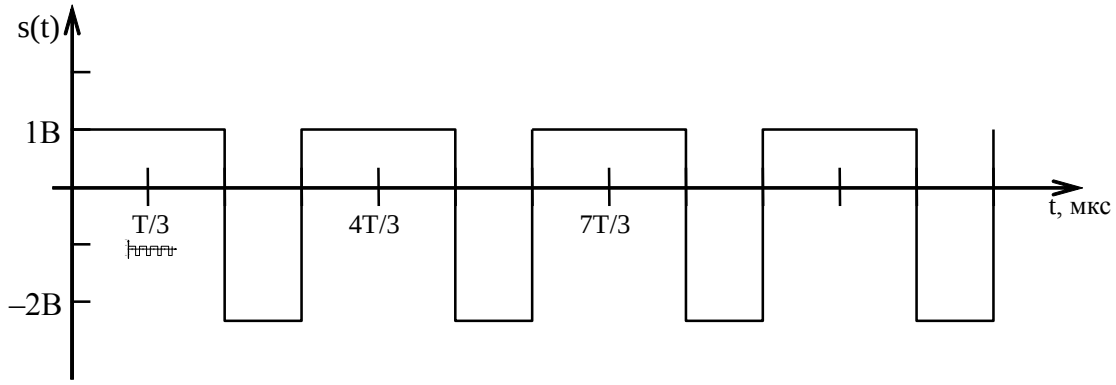

Согласована на портале № 10383

30. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (автокорреляционная функция, энергетический спектр и их свойства).
31. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (взаимная корреляционная функция, ее свойства).

Варианты зачетной письменной работы по дисциплине ММОС, ч.1:

***Задание № 1.***

Произвести спектральный анализ периодического сигнала вида s(t), график которого показан на рисунке (период T=500 мкс).




- Рассчитать и построить спектр амплитуд и спектр фаз

(число гармоник ≤ 10).

- Записать аналитическое выражение и построить оценку из двух гармоник.
- Рассчитать относительное значение погрешности представления сигнала s(t) оценкой из двух гармоник.

***Задание № 2.***

Рассчитать и построить отклик на выходе линейной цепи. Сигнал на входе описывается выражением $s(t) = E \cdot e^{-\alpha \cdot t} \cdot \sigma(t)$, В. Линейная цепь задана импульсной характеристикой вида $g(t) = \beta \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sigma(t)$, В/с.

***Задание № 3.***

Теоретический вопрос 15.

Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: M, $P_{ср}$, $P_o$, $P_{max}$, $P_{min}$, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления.

Экзаменационные вопросы по дисциплине ММОС:

1. Модели сигналов и их свойства. Динамическое представление сигналов. Энергетические характеристики сигналов
2. Разложение периодического сигнала по гармоникам. Спектральные характеристики периодического сигнала
3. Гармонический анализ непериодических сигналов. Спектральные характеристики непериодических сигналов
4. Теоремы о спектрах (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
5. Свертывание двух сигналов. Корреляционные функции двух сигналов
6. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа
7. Свойства преобразования Лапласа (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
8. Математические модели линейной электрической цепи. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи.
9. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд). Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод)



Согласована на портале № 10383

10. Операторный метод определения установившейся реакции цепи на включение периодического сигнала
11. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля)
12. АМ колебания. Тональная модуляция гармонической несущей
13. Энергетические характеристики АМ колебаний. Балансная амплитудная модуляция
14. Угловая модуляция. Тональная угловая модуляция
15. Спектр сигналов угловой модуляции при малых индексах модуляции
16. Спектр сигналов угловой модуляции при произвольных индексах модуляции
17. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Обобщенная структурная схема системы цифровой обработки сигналов.
18. Спектр дискретного сигнала. Влияние формы дискретизирующих импульсов на характеристики дискретного сигнала
19. Разложение сигналов в ряд Котельникова. Доказательство. Основные выводы
20. Прямое и обратное ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала
21. Свойства ДПФ
22. Прямое и обратное Z-преобразования. Свойства Z-преобразований
23. Цифровые фильтры. Основные структуры. Характеристики цифровых фильтров
24. Системная функция цифрового фильтра. Устойчивость дискретных систем
25. Синтез цифровых фильтров (метод билинейного Z-преобразования, метод инвариантной импульсной характеристики)
26. Методы расчета отклика на выходе цифровых фильтров
27. Воздействие слабого гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
28. Воздействие сильного гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
29. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты гармонических сигналов
30. Автоколебательная система. Общие положения. Стационарный режим работы автогенератора
31. Возникновение колебаний в автогенераторах. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения автогенератора
32. RC-генераторы

## 4. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012.-261 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2798.

2. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012. – 257 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2799.

3. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1. Теория сигналов и линейные цепи. Учебное методическое пособие. Каратаева Н.А, Киселев П. Томск: ТУСУР, 2012.-33с Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2790.

4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2. Нелинейная радиотехника Учебное методическое пособие Каминский В.Л., Тельпуховская Л.И. Томск: ТУСУР, 2012.-26с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2791.



Согласована на портале № 10383

5. Радиотехнические цепи и сигналы. Методические указания по выполнению курсовой работы «Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация» Каратаева Н.А. 2012. -70 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/2792.

6. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум. Ч.1: Теория сигналов/ С.И. Богомолов, Н.А. Каратаева; Томск: ТУСУР, 2013. -36 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/3417.

7. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум. Ч.2: Нелинейные цепи/ С.И. Богомолов, В.Л. Каминский; Томск: ТУСУР, 2013. -29 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/3418.

8. Богомолов С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: методические указания по организации самостоятельной работы. Томск: ТУСУР, 2012. 25 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1638.



Согласована на портале № 10383