**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Сигналы электросвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 16 | 34 | часов |
| 2 | Практические занятия | 12 | 12 | 24 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 12 | 12 | 24 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 0 | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 42 | 50 | 92 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 48 | 40 | 88 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 90 | 90 | 180 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 0 | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 90 | 126 | 216 | часов |
| | | 2.5 | 3.5 | 6.0 | З.Е. |

Зачет: 3 семестр
Экзамен: 4 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 24471

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 10 » 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. ТОР _____ В. Л. Каминский

Ассистиент каф. ТОР _____ Л. А. Семкина

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ А. А. Гельцер

Согласована на портале № 24471

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Сигналы в электросвязи(СЭ)" 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.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины "Сигналы в электросвязи(СЭ)" способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ООП.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сигналы электросвязи» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Сигналы электросвязи, Информатика, Математика, Теория электрических цепей, Физика, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Сигналы электросвязи, Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Цифровая обработка сигналов.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-9 умением 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;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** -основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных систе-мах; -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

Согласована на портале № 24471

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.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 3 семестр | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 92 | 42 | 50 |
| Лекции | 34 | 18 | 16 |
| Практические занятия | 24 | 12 | 12 |
| Лабораторные работы | 24 | 12 | 12 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 88 | 48 | 40 |
| Выполнение курсового проекта / курсовой работы | 10 | 0 | 10 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 36 | 24 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 15 | 8 | 7 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 27 | 16 | 11 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 90 | 90 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 0 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 90 | 126 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 2.5 | 3.5 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., час. | Пр. зан., час. | Лаб. раб., час. | КП/КР, час. | Сам. раб., час. | Всего (без экзамена), час. | Учебные компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | | |
| 1 Раздел 1. Введение | 2 | 2 | 0 | 0 | 5 | 9 | ПК-7, ПК-9 |
| 2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | 7 | 6 | 8 | 0 | 25 | 46 | ПК-7, ПК-9 |
| 3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | 4 | 2 | 4 | 0 | 14 | 24 | ПК-7, ПК-9 |
| 4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с | 5 | 2 | 0 | 0 | 4 | 11 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 24471

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| различными видами модуляции | | | | | | | |
| Итого за семестр | 18 | 12 | 12 | 0 | 48 | 90 | |
| 4 семестр | | | | | | | |
| 5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | 14 | 8 | 8 | 10 | 30 | 60 | ПК-7, ПК-9 |
| 6 Раздел 6. Заключение | 2 | 4 | 4 | | 10 | 20 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 16 | 12 | 12 | 10 | 40 | 90 | |
| Итого | 34 | 24 | 24 | 10 | 88 | 180 | |

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

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | ое мкос ые ко | |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Раздел 1. Введение | 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 СЭ. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | Гармонический анализ периодических сигналов с помощью тригонометрических и комплексных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представле-ния. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | 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 | |
| | 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. | 3 | |
| | Итого | 7 | |
| 3 Раздел 3. Прохождение | Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Спектральный метод анализа. | 2 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 24471

| | | | |
|---|---|---|---|
| аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | Операторный метод анализа. | | |
| | Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаи-мосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной пере-дачи сигналов. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции | 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. | 3 | ПК-7, ПК-9 |
| | 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 | |
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 4 семестр | | | |
| 5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | 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 |
| | Нелинейные резонансные усилители, умно-жители 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 | |
| | 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 модуляции. Векторные диаграммы. | 3 | |
| | Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование | 2 | |

Согласована на портале № 24471

| | | | |
|---|---|---|---|
| | сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями. | | |
| | 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. | 2 | |
| | Итого | 14 | |
| 6 Раздел 6. Заключение | Заключение: Перспективы развития средств и методов формирования и обработки сигналов. | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 34 | |

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Сигналы электросвязи | + | + | + | + | + | + |
| 2 Информатика | | + | + | + | + | + |
| 3 Математика | + | + | + | + | + | + |
| 4 Теория электрических цепей | | + | | + | + | |
| 5 Физика | + | + | + | + | + | + |
| 6 Электромагнитные поля и волны | + | + | + | + | | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Сигналы электросвязи | + | + | + | + | + | + |
| 2 Общая теория связи | + | + | + | + | + | + |
| 3 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей | + | + | + | + | + | + |
| 4 Схемотехника телекоммуникационных устройств | + | + | + | + | + | + |
| 5 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи | + | + | + | + | + | + |
| 6 Цифровая обработка сигналов | + | + | + | + | + | + |

Согласована на портале № 24471

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

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

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Практ. зан. | Лаб. раб. | СР (КП/К | Сам. раб. | |
| ПК-7 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе |
| ПК-9 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | ое мкость | ые ко |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Исследование спектров управляющих сигналов | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| 4 семестр | | | |

Согласована на портале № 24471

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Амплитудный модулятор | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 6 Раздел 6. Заключение | Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 24 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (часы) | Формы текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Раздел 1. Введение | Расчет физических характеристик сигналов | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | Определение временных и спектральных характери-стик периодических сигналов | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах | 2 | |
| | Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | Практика применения временных методов для расчета прохождения сигналов через ЛЭЦ | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции | Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| 4 семестр | | | |
| 5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки | 4 | |
| | Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента | 2 | |

Согласована на портале № 24471

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 8 | |
| 6 Раздел 6. Заключение | Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 24 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Раздел 1. Введение | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7, ПК-9 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 25 | | |
| 3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ) | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7, ПК-9 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного | 1 | | |

Согласована на портале № 24471

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | материала | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| 4 семестр | | | | |
| 5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-7, ПК-9 | Защита курсовых проектов / курсовых работ, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Выполнение курсового проекта / курсовой работы | 10 | | |
| | Итого | 30 | | |
| 6 Раздел 6. Заключение | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7, ПК-9 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного | 2 | | |

Согласована на портале № 24471

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | материала | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 40 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 124 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 4 семестр | | |
| Подготовка и защита курсовой работы | 10 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 10 | |

### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 6 | 4 | 2 | 12 |
| Контрольная работа | | 8 | 8 | 16 |
| Опрос на занятиях | | 8 | 10 | 18 |
| Отчет по курсовому проекту / курсовой работе | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Отчет по лабораторной работе | 6 | 12 | | 18 |
| Тест | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Итого максимум за период | 24 | 44 | 32 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 68 | 100 | 100 |
| 4 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 3 | 3 | 3 | 9 |

Согласована на портале № 24471

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Отчет по курсовому проекту / курсовой работе | 4 | 6 | 6 | 16 |
| Отчет по лабораторной работе | | 12 | 24 | 36 |
| Тест | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Итого максимум за период | 10 | 24 | 36 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 10 | 34 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798 (дата обращения: 27.06.2018).

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799 (дата обращения: 27.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)

2. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч 1 -

Согласована на портале № 24471

1988, 336с (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-ч 2 - 1988, 360с (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790 (дата обращения: 27.06.2018).

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника: Учебное методическое пособие / Каминский В. Л., Тельпуховская Л. И. - 2012. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791 (дата обращения: 27.06.2018).

3. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Методические указания по выполнению курсовой работы / Каратаева Н. А. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2792 (дата обращения: 27.06.2018).

4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417 (дата обращения: 27.06.2018).

5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / Богомолов С. И., Каминский В. Л. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418 (дата обращения: 27.06.2018).

6. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания по организации самостоятельной работы / Богомолов С. И. - 2012. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638 (дата обращения: 27.06.2018).

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством

Согласована на портале № 24471

посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 310 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– PTC Mathcad13, 14
– Velleman PcLab2000LT

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

**13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Согласована на портале № 24471

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Какой вид имеет спектральная диаграмма периодического сигнала?
а) Непрерывный
б) Экспоненциальный
в) Дискретный
г) Гармонический

2. При прохождении периодического сигнала через линейную цепь НЕ изменяются?
а) Амплитуды гармоник
б) Фазы гармоник
в) Частоты гармоник
г) Форма сигнала

3. При амплитудной модуляции изменяется? а) Частота несущего колебания
б) Фаза несущего колебания
в) Амплитуда несущего колебания
г) Форма сигнала

4. Ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала равна?
а) Частоте несущего колебания
б) Частоте модулирующего колебания
в) Удвоенному значению частоты несущего колебания
г) Удвоенному значению частоты модулирующего колебания
5. Спектр дискретезированного сигнала можно рассчитать?

а) С помощью коэффициентов ряда Фурье
б) С помощью интеграла Фурье
в) С помощью дискретного преобразования Фурье

6. Как изменяется спектральная плотность непереодического сигнала при уменьшении его длительности
а) Не изменяется
б) Увеличивается модуль спектральной плотности
в) Уменьшается модуль спектральной плотности и увеличивается ширина спектра

Согласована на портале № 24471

7. Какой вид аппроксимации необходимо использовать для расчета спектра тока НЭ при больших амплитудах воздействующего сигнала?

а) Полиноминальную

б) Экспоненциальную

в) Кусочно-линейную

8. Какую форму имеет ток НЭ при больших амплитудах воздействия и кусочно-линейной апроксимации?

а) Прямоугольные импульсы

б) Синусоидальные колебания

в) Экспонента

г) Косинусоидальные импульсы

9. На НЭ с квадратичной вольтамперной характеристикой i=a0+a1+a2U2 воздействует сигнал

U(t)=UM1cosω1t+ UM2cosω2t. Спектр тока будет иметь частоты

а) ω1 и ω2

б) 2ω1 и 2ω2

в) ω1; ω2; 2ω1;2ω2; ω1+ ω2; ω1- ω2

10 Какие гармоники при угле отсечки тока НЭ равном 900 обращаются в ноль.

а) Четные

б) Постоянная составляющая

в) Нечетные (кроме первой)

11. Модуляционная характеристика это зависимость

а) IM1=f(U0)

б) IM1=f(UM)

в) IM1=f(ω)

12. Детекторная характеристика это зависимость

а) I0=f(ω)

б) I0=f(UM)

в) I0=f(U0)

13. Спектральная характеристика сигнала рассчитывается с помощью

а) Интеграл свертки

б) Преобразования Лапласа

в) Прямого преобразования Фурье

г) Закона Киргофа

14. Импульсная характеристика цепи это отклик на воздействие

а) Гармонического сигнала

б) Прямоугольного импульса

в) Экспоненты

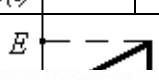
г) Дельта функции

15. Переходная характеристика цепи это отклик на воздействие

а) Треугольного импульса

б) Единичного скачка

в) Косинусоидального сигнала

| **Вопрос 16**: На рисунке 1 показан сигнал *s(t).* Определить аналитическое временное представление сигнала *s(t).* | |
|---|---|
| *s(t)*  | Варианты ответов |



Согласована на портале № 24471

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Рисунок 1 | **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 17**: На рисунке 2 показан сигнал *s(t)*. Определить нечетную относительно нуля составляющую $s_{неч}(t)$ сигнала *s(t)*.

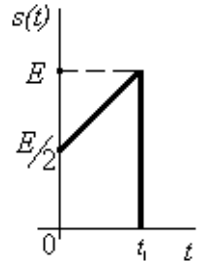
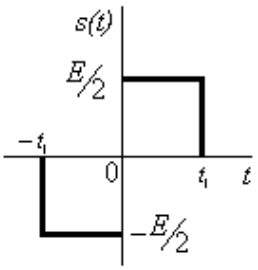
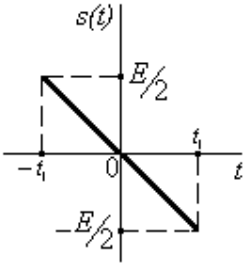
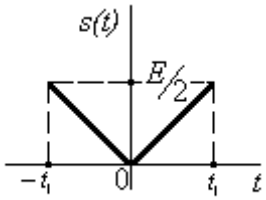
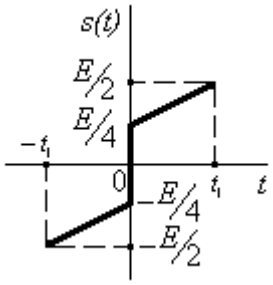
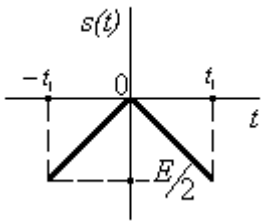
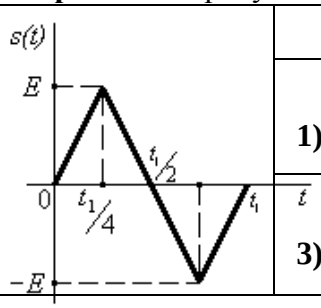



**Рисунок 2**

| | Варианты ответов | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **1)** |  | **2)** |  |
| | **3)** |  | **4)** |  |
| | **5)** |  | | |

**Вопрос 18**: На рисунке 3 показан сигнал *s(t)*. Определить энергию Э сигнала *s(t)*.




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

Согласована на портале № 24471

| | | |
|---|---|---|
| **Рисунок 3** | **5)** | $Э = \frac{E^2 t_1}{4}$ |

**Вопрос 19**: Дано аналитическое временное представление сигнала. Определить энергию $Э_{чет}$ четной относительно нуля составляющей сигнала *s(t).*

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

| 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 20**: На рисунке 5 показан сигнал *s(t).* Определить вид симметрии относительно нуля (1) и относительно $T/4$ (2) периодического сигнала *s(t).*

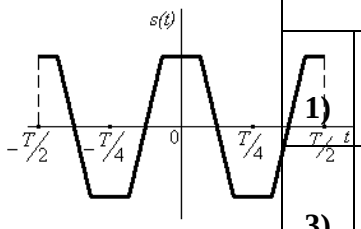



Рисунок 5

| 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 | | |

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

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)
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

Согласована на портале № 24471

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

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

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

Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов

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

### 14.1.4. Темы контрольных работ

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 $\alpha = 1/(RC)$]. (Обязательные расчетные точки на оси частот: $\omega = 0, \alpha, \infty$.)

• Рассчитать и построить временные характеристики цепи. (Обязательные расчетные точки на оси времени: $t = 0, 1/\alpha, \infty$.)

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

Вариант 1

К нелинейному элементу (НЭ) приложены сумма постоянного U0 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 = 65; резонансная частота fP = 235 кГц; емкость контура СК = 3500 пФ.

• Выполнить аппроксимацию вольтамперной характеристики НЭ степенным полиномом и отрез-ками прямых линий.

• Рассчитать сопротивление нагрузки постоянному току и переменному току на частотах, равных частотам первой и второй гармоник входного сигнала.

Согласована на портале № 24471

Для полиномиальной аппроксимации:

• Рассчитать величину постоянной составляющей, амплитуды первой и второй гармоник тока, протекающего через нелинейный элемент, если постоянное смещение U0 составляет 0,3 В, а ам-плитуда переменной гармонической составляющей E равна 0,1 В. Определить значения постоян-ной составляющей и амплитуд первой и второй гармоник напряжения на нагрузке при тех же сигналах.

• (*) Выбрать рабочую точку НЭ на середине линейного участка. Рассчитать коэффициент усиле-ния для резонансного усилителя, работающего в линейном режиме. Определить максимально допустимую для линейного режима амплитуду сигнала на входе.

### 14.1.5. Темы опросов на занятиях

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 СЭ.

Гармонический анализ периодических сигналов с помощью тригонометрических и комплексных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представле-ния. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа.

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.

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.

Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа.

Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаи-мосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной пере-дачи сигналов.

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.

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.

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.

Нелинейные резонансные усилители, умно-жители 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.

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 модуляции. Векторные диаграммы.

Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями.

Автогенераторы гармонических колебаний: Определение автоколебательной системы.

Согласована на портале № 24471

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.

Заключение: Перспективы развития средств и методов формирования и обработки сигналов.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

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

### 14.1.7. Зачёт

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).

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: M, Pcp, Po, 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.

Согласована на портале № 24471

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.

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

31. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (взаимная корреляционная функция, ее свойства).

### 14.1.8. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

Согласована на портале № 24471

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 24471