

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Цифровые технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Цифровые технологии в электроэнергетике**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шатохин А.А.
	Идентификатор	R0e68e98d-ShatokhinAA-1c3724c4

А.А.

Шатохин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В.

Вишняков

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В.

Вишняков

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df

А.А.

Самокрутов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен осуществлять проектирование защищенных информационных систем
ИД-1 Демонстрирует знание нормативной базы, методов описания, анализа и проектирования в области обеспечения безопасности информационных систем
ИД-2 Демонстрирует знание методов и средств предотвращения утечки информации
ИД-3 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств, необходимых для обеспечения безопасности компьютерных систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Лабораторная работа №4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
2. Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)
- КМ-2 Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №4 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	10	12	14	16

Термины и определения. Основные понятия						
Основные параметры сигналов в электроэнергетике	+					
Основные понятия для параметров электрических сетей	+					
Основные принципы построения измерительных каналов	+					
Первичные измерительные преобразователи тока	+					
Цифровые методы измерения СКЗ						
Цифровые методы измерения СКЗ	+					
Цифровые методы измерения частоты						
Взаимосвязь частоты и основных параметров сигналов электрических сетей		+				
Цифровые методы измерения частоты		+				
Цифровые методы измерения активной мощности						
Связь СКЗ, полной мощности и активной мощности			+			
Цифровые методы измерения активной мощности			+			
Принципы измерения реактивной мощности.						
Принципы измерения реактивной мощности				+		
Применение цифровой обработки сигналов в средствах измерения электрической мощности и энергии						
Типы цифровых фильтров					+	
Влияние характеристик фильтров на методические погрешности измерения СКЗ, частоты и параметров мощности					+	
Спектральный анализ						+
Вес КМ:	15	15	15	15	20	20

БРС курсовой работы/проекта

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Выполнение разделов 1, 2
- КМ-2 Выполнение разделов 3, 4
- КМ-3 Выполнение разделов 5, 6
- КМ-4 Выполнение разделов 7, 8

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Анализ технического задания		+			
Выбор метода измерения требуемого параметра		+			
Разработка структурной схемы			+		
Выбор элементной базы			+		
Разработка принципиальной схемы				+	
Разработка программного обеспечения					+
Метрологический расчет				+	
Оформление работы и подготовка презентации					+
Вес КМ:		20	30	35	15

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание нормативной базы, методов описания, анализа и проектирования в области обеспечения безопасности информационных систем	Знать: методы измерения частоты силовых электрических сетей методы измерения среднего квадратического значения силовых электрических сетей методы измерения параметров электрической мощности и энергии силовых электрических сетей Уметь: ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к их параметрам	КМ-1 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа) КМ-2 Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа) КМ-3 Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Демонстрирует знание методов и средств предотвращения утечки информации	Знать: принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем	КМ-1 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)

		аналоговых измерительных устройств классификацию и назначение функциональных аналоговых узлов и устройств информационно-измерительной техники	
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Осуществляет разработку аппаратных и программных средств, необходимых для обеспечения безопасности компьютерных систем	Знать: понятия основных параметров электроэнергетики источники возникновения инструментальных и методических погрешностей Уметь: проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем проводить анализ частотных характеристик цифровых систем выполнять разработку цифровых систем измерения параметров электроэнергии выполнять моделирование цифровых средств измерения параметров электроэнергии с	КМ-1 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа) КМ-4 Лабораторная работа №4 (Лабораторная работа) КМ-5 Контрольная работа №1 (Контрольная работа) КМ-6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

		применением современных программ имитационного моделирования	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Лабораторная работа №1

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в компьютерном классе кафедры ДИТ. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студентов бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности. По результатам проводится защита на знание основных понятий и терминов и решение типовых задач.

Краткое содержание задания:

Пользуясь математическими пакетами Matlab и Simulink, разработать программы генерации двух полигармонических сигналов - напряжения и тока. Указываются СКЗ основной гармоники входного сигнала, коэффициенты гармоник, форма и параметры фликера и параметры шума. В генераторах реализовать блоки определения параметров выходных сигналов: СКЗ, частота, начальная фаза, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность. По результатам выполнения задания составляется отчет. Для проверки достоверности необходимо сравнить результаты исполнения обеих программ.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы измерения среднего квадратического значения силовых электрических сетей	1.Определение СКЗ для синусоидальных и полигармонических сигналов.Связь СКЗ и полной мощности 2.Классификация методов измерения СКЗ. Указать достоинства и недостатки, возможность измерения СКЗ полигармонического сигнала для каждого из рассмотренных методов. 3.Методы, основанный на аппроксимации квадрата отсчетов входного сигнала. Сравнительный анализ, достоинства и недостатки, особенности реализации.
Знать: классификацию и назначение функциональных аналоговых узлов и устройств информационно-измерительной техники	1.Основные элементы измерительных каналов напряжения и тока. Назначение элементов, порядок подключения, влияние на погрешность измерения параметров мощности, частоты и СКЗ. 2.Назначение аналогового фильтра в измерительных каналах напряжения и тока. Принципы подбора параметров фильтров, ограничения на ширину полос пропускания и заграждения, минимальное затухание в полосе заграждения и неравномерность в полосе пропускания.Влияние параметров фильтров на погрешность измерения параметров мощности, частоты и СКЗ. 3.Назначение масштабирующего устройства в измерительных каналах напряжения и тока.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Принципы подбора параметров масштабирующего устройства, виды масштабирующих устройств. Влияние параметров масштабирующих устройств на погрешность измерения параметров мощности, частоты и СКЗ. 4. Назначение аналого-цифровых преобразователей (АЦП) измерительных каналов напряжения и тока. Влияние параметров АЦП на погрешность измерения параметров мощности, частоты и СКЗ.
Знать: принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем аналоговых измерительных устройств	1. Назовите основные элементы структурных схем измерительных каналов. 2. Основные функции цифрового вычислительного устройства (ЦВУ). Требования, предъявляемые к ЦВУ при разработке измерительных каналов. 3. Параметры аналого-цифровых преобразователей, влияющие на быстродействие и точность измерительных каналов напряжения, тока и параметров мощности.
Знать: понятия основных параметров электроэнергетики	1. Понятие комплексной мощности. Связь комплексной мощности со спектрами напряжения и тока. 2. Понятие фликера, математическое описание фликера. Параметры кратковременная доза фликера и долговременная доза фликера. 3. Понятие интегармоник, субгармоник. Связь параметров интегрармоник и фликера. Понятие супрагармоник и их параметры. 4. Понятие комплексной мощности. Связь комплексной мощности, активной мощности, реактивной мощности и полной мощности для случая синусоидального и полигармонического напряжения и тока.
Уметь: ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к их параметрам	1. С помощью программы Simulink разработать генератор синусоидального сигнала и белого шума. 2. С помощью программы Simulink разработать генератор синусоидального сигнала, искаженного фликером синусоидальной формы. 3. С помощью программы Simulink разработать генератор полигармонического сигнала (первая и третья гармоники) и постоянного смещения нуля. 4. С помощью программы Matlab разработать генератор полигармонического сигнала (первая и пятая гармоники) и постоянного смещения нуля. 5. С помощью программы Simulink разработать программу расчета номинального значения активной мощности (известны амплитудные и фазовые значения напряжения и тока). 6. С помощью программы Matlab разработать программу расчета номинального значения реактивной мощности (известны амплитудные и

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	фазовые значения напряжения и тока).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Лабораторная работа №2

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в компьютерном классе кафедры ДИТ. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студентов бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности. По результатам проводится защита на знание основных понятий и терминов и решение типовых задач.

Краткое содержание задания:

Пользуясь математическими пакетами Matlab и Simulink, разработать программы измерения среднеквадратического значения (СКЗ) указанным методом.

Программу моделирования метода измерения частоты для Matlab оформить в виде подпрограммы-функции, для Simulink в виде маскируемой подсистемы.

Получить зависимость погрешности исследуемого метода от:

- относительного отклонения частоты входного сигнала;
- начальной фазы входного сигнала;
- время измерения входного сигнала.

Проанализировать влияние входного шума, фликера и гармоник входного напряжения на погрешность измерения СКЗ исследуемым методом.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы измерения частоты силовых электрических	1.Метод по второй производной входного сигнала (модификация с дополнительным измерением частоты). Основная идея метода измерения, особенности реализации в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
сетей	цифровых системах. Погрешность измерения частоты для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 2.Метод по трем мгновенным значениям входного сигнала. Основная идея метода измерения, особенности реализации в цифровых системах. Погрешность измерения частоты для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 3.Метод по переходам сигнала через нуль. Основная идея метода измерения, особенности реализации в цифровых системах. Погрешность измерения частоты для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 4.Метод по переходам сигнала через нуль с предварительным интегрированием. Основная идея метода измерения, особенности реализации в цифровых системах. Погрешность измерения частоты для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 5.Метод по переходам сигнала через нуль с предварительным скользящим преобразованием Фурье. Основная идея метода измерения, особенности реализации в цифровых системах. Погрешность измерения частоты для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние инструментальных составляющих погрешности.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Лабораторная работа №3

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в компьютерном классе кафедры ДИТ. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студентов бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности. По результатам проводится защита на знание основных понятий и терминов и решение типовых задач.

Краткое содержание задания:

Пользуясь математическими пакетами Matlab и Simulink, разработать программы измерения активной мощности указанным методом.

Программу моделирования метода измерения активной мощности для Matlab оформить в виде подпрограммы-функции, для Simulink в виде маскируемой подсистемы.

Получить зависимость погрешности исследуемого метода от:

- относительного отклонения частоты входного сигнала;
- начальной фазы входного сигнала;
- время измерения входного сигнала.

Проанализировать влияние входного шума, фликера и гармоник входного напряжения на погрешность измерения активной мощности исследуемым методом.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы измерения параметров электрической мощности и энергии силовых электрических сетей	1.Метод ступенчатого интегрирования мгновенной мощности. Погрешность измерения активной мощности для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние отклонения частоты входного сигнала на погрешность измерения. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 2.Метод низкочастотной фильтрации мгновенной мощности. Погрешность измерения активной мощности для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние отклонения частоты входного сигнала на погрешность измерения. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 3.Метод измерения активной мощности, основанный на преобразовании Фурье напряжения и тока. Принцип расчета активной мощности по его комплексной мощности, погрешность измерения реактивной мощности для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние эффекта “растекания спектра”. 4.Метод кусочно-линейного интегрирования мгновенной мощности. Погрешность измерения активной мощности для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние отклонения частоты входного сигнала на погрешность измерения. Влияние инструментальных составляющих погрешности. 5.Интегрирования мгновенной мощности на основе аппроксимации полиномом второго порядка. Погрешность измерения активной мощности для случая синусоидального и полигармонического сигналов. Влияние отклонения частоты входного сигнала на погрешность измерения. Влияние инструментальных

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	составляющих погрешности.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Лабораторная работа №4

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в компьютерном классе кафедры ДИТ. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студентов бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности. По результатам проводится защита на знание основных понятий и терминов и решение типовых задач.

Краткое содержание задания:

Пользуясь математическими пакетами Matlab и Simulink, разработать программы измерения реактивной мощности указанным методом.

Программу моделирования метода измерения частоты для Matlab оформить в виде подпрограммы-функции, для Simulink в виде маскируемой подсистемы.

Получить зависимость погрешности исследуемого метода от:

- относительного отклонения частоты входного сигнала;
- начальной фазы входного сигнала;
- время измерения входного сигнала.

Проанализировать влияние входного шума, фликера и гармоник входного напряжения на погрешность измерения реактивной мощности исследуемым методом.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять моделирование цифровых средств измерения параметров электроэнергии с применением	1.С помощью программы Simulink реализовать метод предварительного интегрирования

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
современных программ имитационного моделирования	2.С помощью программы Simulink реализовать метод предварительного временного сдвига 3.С помощью программы Simulink реализовать метод, основанный на дискретном преобразовании Фурье напряжения и тока 4.Реализовать преобразователь Гильберта с помощью программы Matlab. Получить частотных и временные характеристики разработанного преобразователя. 5.С помощью программы Matlab реализовать метод предварительного дифференцирования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Контрольная работа №1

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты бригады реализуют задание путем разработки программ на Matlab и Simulink. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студента бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности.

Краткое содержание задания:

1. Используя заданные параметры, создать фильтр заданного типа. Частоту дискретизации выбрать самостоятельно.
2. Сравнить параметры полученных фильтров (порядок и значения коэффициентов передачи), получить зависимости для АЧХ, ФЧХ и переходной характеристики. Полученные данные представить в виде скриншотов.

3. В частотной области оценить значения коэффициента передачи для всех полос пропускания заграждения и переходных полос.
4. Получить значения нулей и полюсов фильтра. Построить график нулей и полюсов на комплексной плоскости.
5. Выполнить разложение фильтра на элементарные звенья. Получить значения коэффициентов элементарных звеньев (sos-матрица).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																																																						
Знать: источники возникновения инструментальных и методических погрешностей	1.Цифровой фильтр Чебышева первого рода. Основные особенности, сравнение частотных и временных характеристик с другими типами фильтров, особенности реализации. 2.Цифровой фильтр Баттерворта. Основные особенности, сравнение частотных и временных характеристик с другими типами фильтров, особенности реализации. 3.Эллиптический цифровой фильтр. Основные особенности, сравнение частотных и временных характеристик с другими типами фильтров, особенности реализации.																																																						
Уметь: проводить анализ частотных характеристик цифровых систем	1.С помощью программы Matlab/Simulink реализовать цифровой фильтр, параметры которого указаны ниже. Построить графики АЧХ, ФЧХ и переходной характеристики. Таблица 1. Параметры фильтра <table><tr><th>Номер</th><th>Тип фильтра</th><th colspan="4">Параметр</th></tr><tr><th></th><th></th><th>$f_{\text{проп}}$ кГц</th><th>$f_{\text{стоп}}$ кГц</th><th>A, дБл</th><th>R, дБл</th></tr><tr><td>1.</td><td>ФНЧ, БИХ, Чебышева 1го рода</td><td>10</td><td>50</td><td>0.01</td><td>20</td></tr></table> 2.С помощью программы Matlab/Simulink реализовать цифровой фильтр, параметры которого указаны ниже. Построить графики АЧХ, ФЧХ и переходной характеристики. Таблица 1. Параметры фильтра <table><tr><th>Номер</th><th>Тип фильтра</th><th colspan="4">Параметр</th></tr><tr><th></th><th></th><th>$f_{\text{проп}}$ кГц</th><th>$f_{\text{стоп}}$ кГц</th><th>A, дБл</th><th>R, дБл</th></tr><tr><td>2.</td><td>ФВЧ, БИХ, Баттерворта</td><td>0.3</td><td>0.1</td><td>0.5</td><td>40</td></tr></table> 3.С помощью программы Matlab/Simulink реализовать цифровой фильтр, параметры которого указаны ниже. Построить графики АЧХ, ФЧХ и переходной характеристики. Таблица 1. Параметры фильтра <table><tr><th>Номер</th><th>Тип фильтра</th><th colspan="4">Параметр</th></tr><tr><th></th><th></th><th>$f_{\text{проп}}$ кГц</th><th>$f_{\text{стоп}}$ кГц</th><th>A, дБл</th><th>R, дБл</th></tr><tr><td>3.</td><td>ФВЧ, БИХ, эллиптический</td><td>50</td><td>20</td><td>0.5</td><td>30</td></tr></table>	Номер	Тип фильтра	Параметр						$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл	1.	ФНЧ, БИХ, Чебышева 1го рода	10	50	0.01	20	Номер	Тип фильтра	Параметр						$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл	2.	ФВЧ, БИХ, Баттерворта	0.3	0.1	0.5	40	Номер	Тип фильтра	Параметр						$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл	3.	ФВЧ, БИХ, эллиптический	50	20	0.5	30
Номер	Тип фильтра	Параметр																																																					
		$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл																																																		
1.	ФНЧ, БИХ, Чебышева 1го рода	10	50	0.01	20																																																		
Номер	Тип фильтра	Параметр																																																					
		$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл																																																		
2.	ФВЧ, БИХ, Баттерворта	0.3	0.1	0.5	40																																																		
Номер	Тип фильтра	Параметр																																																					
		$f_{\text{проп}}$ кГц	$f_{\text{стоп}}$ кГц	A , дБл	R , дБл																																																		
3.	ФВЧ, БИХ, эллиптический	50	20	0.5	30																																																		
Уметь: проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем	1.Для двух цифровых фильтров, параметры которых указаны ниже в таблице выполнить расчет погрешности измерения активной мощности основной спектральной компоненты частотой 50 Гц. Измеряемый сигнал - синусоидальный, единичные амплитуды, фазовый сдвиг между током и напряжением $\pi/6$. 2.Для цифрового фильтра, параметры которого указаны ниже, выполнить расчет погрешности измерения СКЗ в случае применения метода низкочастотной фильтрации. Рассматриваемый фильтр используется в качестве выходного фильтра измерительного преобразователя СКЗ. Измеряемый сигнал - синусоидальный, частота равна 50 Гц., единичная амплитуд, начальная фаза $\pi/4$. 3.Для цифрового фильтра, параметры которого указаны ниже, выполнить расчет погрешности измерения активной мощности в случае применения метода низкочастотной фильтрации.																																																						

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Рассматриваемый фильтр используется в качестве выходного фильтра измерительного преобразователя активной мощности. Измеряемый сигнал - синусоидальный, частота равна 50 Гц,, единичные амплитуды, фазовый сдвиг между током и напряжением $\pi/6$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Контрольная работа №2

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты бригады реализуют задание путем разработки программ на Matlab и Simulink. Задание выдается общее на бригаду из 2х человек. Один из студента бригады реализует задание на Matlab, другой на Simulink. Полученные результаты сравниваются для проверки достоверности.

Краткое содержание задания:

Создать блок выполнения дискретного преобразования Фурье на основе реализации алгоритмом Герцеля. Параметры входного сигнала, длительность выполнения измерения, частота дискретизации и отклонение частоты входного сигнала задается индивидуально. Определить погрешность измерения СКЗ основной спектральной компоненты программными средствами. Сравнить полученные значения погрешности с погрешностью, получаемой при применении стандартной функции (блока - для Simulink) `fft`. Снизить погрешность, связанную с эффектом «растекания спектра» путем подстройки времени измерения. Получить временные диаграммы выходного сигнала преобразователя до и после подстройки.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять разработку	1.С помощью программы Matlab реализовать ДПФ

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
цифровых систем измерения параметров электроэнергии	используя алгоритма быстрого преобразования Фурье. 2.С помощью программы Matlab реализовать ДПФ используя алгоритма Герцеля. 3.С помощью программы Matlab реализовать ДПФ используя прямую реализацию ДПФ. 4.С помощью программы Simulink продемонстрировать эффект “растекания спектра” и возникающую погрешность выбранной спектральной компоненты. 5.С помощью программы Simulink реализовать блок автоматической подстройки времени измерения для снижения эффекта “растекания спектра”.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

Для курсового проекта/работы

1 семестр

I. Описание КП/КР

Курсовой проект предназначен для развития у студентов навыков разработки и моделирования измерительных преобразователей СРП? частоты, активной, реактивной или полной мощности. Требуется разработки принципиальной схемы устройства, выбора элементной базы, метода измерения заданного параметра и выполнения имитационного моделирования. Имитационное моделирование выполняется в пакете Matlab/Simulink.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ МОДЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СКЗ

1. Устройство предназначено для выполнения преобразования среднего квадратического значения (СКЗ) в однофазной цепи переменного тока сетевого напряжения.

2. Цель разработки – создание модели измерительного преобразователя СКЗ, разработка схемы алгоритма его функционирования и выполнение метрологического расчета. При этом решаются следующие задачи: создание схемы электрической функциональной преобразователя, выбор метода измерения СКЗ, определение источников основной (инструментальной) и дополнительной (методической) погрешности, разработка схемы алгоритма работы преобразователя, разработка имитационной модели преобразователя.

3. Технические требования

3.1. Условия эксплуатации

Специальных требований не предусмотрено

3.2. Основные технические и точностные требования

3.2.1. Входной сигнал – переменное напряжение силовой сети полигармонической формы. Параметры напряжения соответствуют значениям, нормированным в нормативных документах [1]-[3].

3.2.2. Выходной сигнал – результат измерения СКЗ, цифровой код.

3.2.3. Значения времени измерения и частоты дискретизации определяются в процессе проектирования.

3.2.4. Требования ко входному фильтру вырабатываются в процессе проектирования.

3.2.5. Применяемая элементная база выбирается в процессе проектирования.

3.2.6. Имитационная модель измерительного преобразователя должна быть разработана в программном пакете Simulink.

3.2.7. Основные источники инструментальной погрешности должны быть учтены в разрабатываемой модели.

3.2.8. Метод измерения СКЗ выбирается в процессе проектирования. Имитационная модель выбранного метода измерения СКЗ должна быть написана в программе Matlab и интегрирована в общую Simulink-модель измерительного преобразователя.

3.2.9. Оценка погрешности измерительного преобразователя выполняется по результатам имитационного моделирования. При этом должна быть учтена основная и дополнительные составляющие погрешности.

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ Р 54149–2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения – М.: Стандартинформ. – 2012. – 16с.
2. ГОСТ Р 8.655–2009. Средства измерения показателей качества электрической энергии. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ. – 2009. – 23с.
3. ГОСТ Р 51317.4.7–2008. Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств – М.: Стандартинформ. – 2008. – 34с.
4. Andrey N. Serov; Alexander A. Shatokhin; Nikolay A. Serov. “Application of the Signal Samples Approximation for Accurate RMS Measurement,” 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 2021.
5. Andrey N. Serov; Alexander A. Shatokhin; Nikolay A. Serov. “Application of the “Worst Case” Method to Assess the Effect of ADC Nonlinearity on the RMS Measurement Error,” 2022 International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT), 2022.

6. Andrey N. Serov; Nikolay A. Serov; Petr K. Makarychev. "Comparative Analysis of the RMS Measurement Methods Based On the Averaging of the Squares of Samples," 2020 30th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2020.
7. Andrey N. Serov; Nikolay A. Serov; Ekaterina A. Dolgatcheva. "Influence of Nonlinearity of ADC Conversion Function on RMS Measurement Error," 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2018.
8. Andrey N. Serov; Nikolay A. Serov; Petr K. Makarychev. "Evaluation of the Effect of Nonlinearity of the Successive Approximation ADC to the Measurement Error of RMS," 2018 International Symposium on Industrial Electronics (INDEL), 2018.
9. Andrey N. Serov; Dmitry A. Chumachenko; Alexander A. Shatokhin. "Application of Random Functions to Assess the Influence of Quantization Error on the Signal RMS," 2020 Ural Smart Energy Conference (USEC), 2020.
10. Katerina A. Suhanova; Andrey N. Serov. "Application of Simulink for Simulation of the RMS Measurement Method Based on Low-pass Filtration," 2020 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2020.
11. Andrey N. Serov. "An Approach of Reducing the RMS Measurement Error for the Measurement Method Based on Averaging of the Squares of Samples," 2020 IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics (EExPolytech), 2020.
12. Anna A. Kostina; Plamen M. Tzvetkov; Andrey N. Serov, "Investigation of the Method of RMS Measurement Based on Moving Averaging," 2020 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), 2020.
13. Andrey N. Serov; Nikolay A. Serov; Vadim A. Loginov. "Application of the Method based on Averaging of the Squares of Samples for the RMS Measurement of Polyharmonic Signals," 2020 XXX International Scientific Symposium 'Metrology and Metrology Assurance (MMA), 2020.
14. Andrey N. Serov; Nikolay A. Serov; Vadim A. Loginov, "A Technique of Reducing the RMS Measurement Error for the Low-Pass Filtration Method," 2021 31st International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2021.
15. Andrey N. Serov; Alexander A. Shatokhin. "Research of the Error of the RMS Measurement Method Based On Low-Pass Filtration," 2020 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE), 2020.
16. Andrey N. Serov; Petr K. Makarychev; Vadim A. Loginov. "Application of Chebyshev Polynomials to Estimate the RMS Measurement Error Caused by ADC Nonlinearity," 2022 XIV International Symposium on Industrial Electronics and Applications (INDEL), 2022.
17. А.Б. Сергиенко. «Цифровая обработка сигналов», СПб.: «Питер», 2006.
18. У. Кестер. «Аналого-цифровое преобразование», М.: «Техносфера», 2007.

Руководитель проекта
Доцент
А.Н.

Серов

Тематика КП/КР:

КМ-1. Выполнение разделов 1, 2

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Выполнение разделов 3, 4

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-3. Выполнение разделов 5, 6

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Выполнение разделов 7, 8

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Сигналы реальных электрических сетей. Основные параметры. Шумы реальных электрических сетей. Явление фликера реальных электрических сетей.
2. Классификация методов измерения реактивной мощности. Метод временного сдвига.

МЭИ	Экзаменационный билет № 1 Кафедра Диагностических информационных технологий	Утверждаю: Зав. кафедрой XX. XX. XX.
	Дисциплина: <u>СИЭМЭ</u>	
	Институт: ИВТИ	
1. Сигналы реальных электрических сетей. Основные параметры. Шумы реальных электрических сетей. Явление <u>фликера</u> реальных электрических сетей. 2. Классификация методов измерения реактивной мощности. Метод временного сдвига.		

Процедура проведения

Билет включает в себя два теоретических вопроса. Решение задач не предусмотрено. Студент получает билет, письменно отвечает на вопросы в течение 45 минут. Далее короткая дискуссия по результатам ответа на вопросы билета.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание нормативной базы, методов описания, анализа и проектирования в области обеспечения безопасности информационных систем

Вопросы, задания

1. Среднее квадратическое значение. Определение СКЗ во временной и частотной области для синусоидального и полигармонического сигналов. Понятие полной мощности. Определение во временной и частотной области для синусоидального и полигармонического сигналов.
2. Понятие активной мощности. Определение во временной и частотной области для синусоидального и полигармонического сигналов. Понятие реактивной мощности. Определение во временной и частотной области для синусоидального и полигармонического сигналов.
3. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Связь спектров аналогового и дискретного сигналов.
4. Классификация методов измерения реактивной мощности. Методы предварительного интегрирования и метод предварительного дифференцирования.
5. Классификация методов измерения частоты. Метод по переходам входного сигнала через нуль.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите метод, предназначенный для измерения СКЗ только синусоидального сигнала

Ответы:

- а) по трем точкам
- б) низкочастотной фильтрации
- в) квадратурной демодуляции
- г) усреднения квадратов отсчетов

Верный ответ: а)

2. Укажите метод, предназначенный для измерения СКЗ полигармонического сигнала

Ответы:

- а) по трем точкам
- б) низкочастотной фильтрации
- в) по производной входного сигнала
- г) по амплитудному значению входного сигнала

Верный ответ: б)

3. Укажите метод, предназначенный для измерения активной мощности только синусоидального сигнала

Ответы:

- а) по трем точкам
- б) низкочастотной фильтрации
- в) спектрального анализа
- г) усреднения квадратов отсчетов

Верный ответ: а)

4. Укажите метод, предназначенный для измерения активной мощности полигармонического сигнала

Ответы:

- а) по трем точкам
- б) по полной мощности и фазову сдвигу между сигналами
- в) по амплитудным и фазовым значением напряжения и тока
- г) усреднения квадратов отсчетов

Верный ответ: г)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Демонстрирует знание методов и средств предотвращения утечки информации

Вопросы, задания

1. Сигналы реальных электрических сетей. Основные параметры. Шумы реальных электрических сетей. Явление фликера реальных электрических сетей.
2. Рекурсивные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров.
3. Нерекурсивные фильтры. Методы расчета коэффициентов КИХ-фильтров.
4. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
5. Цифровые фильтры. Принципы цифровой фильтрации. Разновидности цифровых фильтров. Функция передачи. Частотные характеристики.
6. Особенности построения измерительных каналов СИ ЭМиЭ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите метод, предназначенный для измерения частоты полигармонических сигналов.

Ответы:

- а) по трем точкам
- б) по второй производной входного сигнала
- в) по приращению входного сигнала

г) спектрального анализа

Верный ответ: г)

2. Укажите метод, предназначенный для измерения реактивной мощности только синусоидального сигнала

Ответы:

а) временного сдвига

б) преобразователя Гильберта

в) спектрального анализа

г) квадратурной демодуляции

Верный ответ: а)

3. Укажите метод, предназначенный для измерения реактивной мощности полигармонического сигнала

Ответы:

а) интегрирования

б) дифференцирования

в) интегрирования-дифференцирования

г) спектрального анализа

Верный ответ: г)

4. Расположите измерительные преобразователи измерительного канала СИ “Vb” в порядке преобразования входного сигнала

1) датчик

2) аналого-цифровой преобразователь

3) масштабирующее устройство

4) аналоговый фильтр

5) цифровое вычислительное устройство

Ответы:

а) 2, 1, 4, 3, 5

б) 1, 3, 4, 2, 5

в) 1, 4, 3, 2, 5

г) 1, 2, 3, 4, 5

Верный ответ: б) и в)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-2 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств, необходимых для обеспечения безопасности компьютерных систем

Вопросы, задания

1. Классификация методов измерения реактивной мощности. Метод временного сдвига.

2. Измерение активной мощности с помощью ДПФ входных сигналов. Эффект «растекания спектра» и способы снижения его влияния. Способы реализации ДПФ в пакете Simulink.

3. Классификация методов измерения частоты. Метод квадратурной демодуляции. Требования, предъявляемые к выходным фильтрам демодулятора. Частотная характеристика фильтра скользящего среднего и СИС-фильтра.

4. Классификация методов измерения частоты. Метод, основанный на аппроксимации мгновенной фазы входного сигнала.

5. Классификация методов измерения частоты. Комбинированный метод, основанный на скользящем ДПФ и пересечении нуля входным сигналом.

6. ДПФ как дискретная фильтрация. Алгоритм Герцеля.

7. Классификация методов измерения активной мощности. Измерение активной мощности с помощью ДПФ входных сигналов. Влияние аддитивной, мультипликативной погрешностей и погрешности линейности мгновенных отсчетов на спектр сигнала и погрешность измерения активной мощности данным методом.

8. Дискретное преобразование Фурье. Определение. Свойства ДПФ. Матрица ДПФ.
9. Классификация методов измерения СКЗ. Метод, основанный на дискретном преобразовании Фурье. Основные погрешности, связанные в дискретным преобразованием Фурье. Эффект «растекания спектра» и способы его снижения.
10. Классификация методов измерения частоты. Методы интегрирования и интервального интегрирования.
11. Классификация методов измерения частоты. Метод квадратурной демодуляции. Требования, предъявляемые к выходным фильтрам демодулятора. Частотная характеристика СЧ-фильтра.
12. Классификация методов измерения частоты. Метод, основанный на применении ДПФ и уточнении положения максимума спектра.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дайте определение активной мощности синусоидального сигнала (U_m , I_m - амплитудные значения напряжения и тока, ϕ - фазовый сдвиг между напряжением и током)

Ответы:

- а) $P = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \sin(\phi)$
- б) $P = U_m \cdot I_m$
- в) $P = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \cos(\phi)$
- г) $P = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m$

Верный ответ: в)

2. Дайте определение реактивной мощности синусоидального сигнала (U_m , I_m - амплитудные значения напряжения и тока, ϕ - фазовый сдвиг между напряжением и током)

Ответы:

- а) $Q = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \sin(\phi)$
- б) $Q = U_m \cdot I_m$
- в) $Q = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \cos(\phi)$
- г) $Q = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m$

Верный ответ: а)

3. Дайте определение полной мощности синусоидального сигнала (U_m , I_m - амплитудные значения напряжения и тока, ϕ - фазовый сдвиг между напряжением и током)

Ответы:

- а) $S = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \sin(\phi)$
- б) $S = U_m \cdot I_m$
- в) $S = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \cos(\phi)$
- г) $S = 0.5 \cdot U_m \cdot I_m$

Верный ответ: г)

4. Дайте определение частоты сигнала (ϕ - мгновенное значение фазы)

Ответы:

- а) $f = d(\phi) / (2 \cdot \pi \cdot dt)$
- б) $f = \phi / t$
- в) $f = \phi \cdot t$
- г) $f = 2 \cdot \pi \cdot d(\phi) / (dt)$

Верный ответ: а)

5. Дайте определение СКЗ полигармонического сигнала, состоящего из N спектральных компонент с амплитудными значениями, равными $U_{m,i}$

Ответы:

- а) $U = \sqrt{\sum (U_{m,i}^2)}$
- б) $U = \sqrt{\sum (U_{m,i}^2)} / \sqrt{2}$

- в) $U = \sum(U_{m,i}^2)$
г) $U = \sum(U_{m,i}^{1/2})$
Верный ответ: б)

6. Укажите метод, предназначенный для измерения частоты только синусоидальных сигналов.

Ответы:

- а) по переходам сигнала через нуль
б) по второй производной входного сигнала
в) по приращению фазы
г) квадратурной демодуляции

Верный ответ: б)

7. Расположите методы измерения реактивной мощности по увеличению точности измерения (входной сигнал - синусоидальный)

- 1) интегрирования
2) временного сдвига
3) интегрирования-дифференцирования

Ответы:

- а) 213
б) 312
в) 231
г) 123

Верный ответ: а)

8. Укажите метод измерения реактивной мощности, предназначенный для измерения реактивной мощности отдельных гармоник

Ответы:

- а) интегрирования
б) дифференцирования
в) интегрирования-дифференцирования
г) спектрального анализа

Верный ответ: г)

9. Дайте определение аддитивной составляющей погрешности

Ответы:

- а) на зависит от значения входного измеряемого сигнала
б) пропорциональна значению входного измеряемого сигнала
в) характеризуется нелинейной зависимостью от значения входного измеряемого сигнала
г) характеризуется случайной зависимостью от значения входного измеряемого сигнала

Верный ответ: а)

10. Дайте определение мультипликативной составляющей погрешности

Ответы:

- а) на зависит от значения входного измеряемого сигнала
б) пропорциональна значению входного измеряемого сигнала
в) характеризуется нелинейной зависимостью от значения входного измеряемого сигнала
г) характеризуется случайной зависимостью от значения входного измеряемого сигнала

Верный ответ: б)

11. Дайте определение погрешности линейности

Ответы:

- а) на зависит от значения входного измеряемого сигнала
б) пропорциональна значению входного измеряемого сигнала
в) характеризуется нелинейной зависимостью от значения входного измеряемого

сигнала

г) характеризуется случайной зависимостью от значения входного измеряемого сигнала

Верный ответ: в)

12. Для случая применения метода временного сдвига для измерения реактивной мощности назовите основные составляющие погрешности

Ответы:

а) дискретность блока задержки, выполняющего временной сдвиг

б) отклонение частоты входного сигнала от номинального значения

в) наличие во входном сигнале неосновных гармоник и шумов

г) инструментальные составляющие, связанные с неидеальностью АЦП

Верный ответ: а) и б)

13. Для случая применения метода по переходам сигнала через нуль для измерения частоты назовите основные составляющие погрешности

Ответы:

а) неидеальность аппроксимации сигнала вблизи его перехода через нуль

б) отклонение частоты входного сигнала от номинального значения

в) наличие во входном сигнале неосновных гармоник и шумов

г) инструментальные составляющие, связанные с неидеальностью АЦП

Верный ответ: в)

14. Для случая применения метода низкочастотной фильтрации для измерения активной мощности назовите способы снижения статической погрешности

Ответы:

а) применение фильтра с меньшей неравномерностью полосы пропускания

б) расширение полосы пропускания

в) сужение полосы заграждения

г) подстройка основной частоты режекции под текущее значение частоты входного сигнала

Верный ответ: а) и г)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

1 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита выполняется комиссией, состоящей минимум из двух человек. Процедура защиты предполагает краткое выступление студента по теме проекта и ответа на вопросы комиссии.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка ставится на основании итогов промежуточной аттестации и защиты. Результаты промежуточной аттестации и текущей имеют веса 0,5.