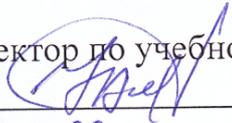


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра информационно-измерительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Зарипов Н.Г.
« 02 » 09 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень подготовки: высшее образование – магистратура

Направление подготовки магистров

12.04.01 Приборостроение
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Измерительные информационные технологии
(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Уфа 2015

Содержание

стр.

1.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
2.	Перечень результатов обучения.....	4
3.	Содержание и структура дисциплины	5
4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....	10
5.	Фонд оценочных средств.....	11
6.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	22
7.	Образовательные технологии.....	23
8.	Методические указания по освоению дисциплины.....	24
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	25
10.	Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ.....	25
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	26

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина *Цифровая обработка сигналов* является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 (блока дисциплин и модулей).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки магистров 12.04.01 – Приборостроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" октября 2014 г. № 1408. Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

Целью освоения дисциплины является изучение современных цифровых технологий обработки информации, принципов построения основных устройств цифровой обработки сигналов (ЦОС), соответствующей элементной базы, а также развитие навыков их использования.

Задачи:

- изучение терминологии ЦОС;
- изучение теоретических основ устройств ЦОС;
- овладение практических навыков работы с типовыми устройствами ЦОС;
- изучение навыков оценки погрешностей устройств ЦОС;
- ознакомление с современной элементной базой ЦОС.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию
1	готовность к разработке функциональных и структурных схем приборов и систем с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы	ПК-5	базовый	Проектирование ИИУС и их элементов.

2	способность к проектированию и конструированию узлов, блоков, приборов и систем с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием	ПК-6	базовый	Проектирование ИИУС и их элементов
---	--	------	---------	------------------------------------

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, НИР для которых данная компетенция является входной
1	способность эффективно использовать в своей деятельности методы цифровой обработки сигналов	ПКП-2	базовый	Научно-исследовательская работа

2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способность эффективно использовать в своей деятельности методы цифровой обработки сигналов	ПКП-2	Теоретические основы устройств ЦОС Элементную базу ЦОС	Использовать типовые устройства ЦОС в своих проектах Оценивать погрешности устройств ЦОС	Методы расчета основных параметров систем ЦОС и их основных элементов

3 Содержание и структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Общие вопросы ЦОС	<p>Определение ЦОС. Виды измерительных преобразований, характерные для ЦОС. Назначению частоты дискретизации при различных видах спектра входных сигналов. Теорема В. А. Котельникова. Построение необходимых шкал преобразования. Организация систем синхронизации. Особенности работы АЦП различного типа и их методические погрешности преобразования. Аналоговая и цифровая земли, их разделение (объединение). ЦСП.</p>	РК
2	Основные элементы систем и устройств ЦОС	<p>Параметры цифровых сигналов. Логические уровни «0» и «1» микросхем ТТЛ, ЭСЛ и КМОП. Типовая длительность фронтов импульсов цифровых микросхем. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ и их комбинации. Таблицы истинности. Триггером в электронных схемах. RS-триггер, D-триггер, T-триггер, JK-триггер. Тактируемые триггеры. Тактирование как способ повышения помехозащищенности и дополнительной синхронизации.</p> <p>Прецизионные генераторы опорных частот и методы их построения. Основные достигнутые параметры. Метод «цифрового колеса» при построении и синхронизации автогенераторов.</p> <p>Прецизионные источники опорного напряжения. Типовые структуры и достигнутые параметры.</p> <p>Счетчики цифровых логических сигналов. Двоичные и двоично-десятичные универсальные счетчики. Принципы построения,</p> <p>Дешифраторы. Основные структуры дешифраторов, общие свойства и принципы построения. Обозначения на схемах и в технической документации.</p> <p>Системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Принципы построения, основные структуры, основные достигнутые параметры. Примеры приложений в ЦОС.</p>	РК

		<p>Параллельные АЦП. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые параметры. АЦП двухтактного интегрирования. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики. АЦП двоично-взвешенного преобразования. Структура, принцип действия, алгоритм работы, достигнутые технические характеристики. Сигма-дельта АЦП. Типовая структура, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.</p> <p>Прецизионные усилители. Типовая структура на 3-х ОУ. Усилители с гальванической развязкой по входу, по выходу и по цепям питания. Достигнутые параметры.</p> <p>Прецизионные генераторы тока. Типовые структуры, особенности реализации, достигнутые параметры.</p> <p>Многофункциональные элементы электроники для ЦОС. Серия 512. Функциональные узлы м/сх 512ПС8. Типовые параметры.</p> <p>Ключи серий К590 и К591. Общая характеристика КМОП-ключей и достигнутые параметры.</p> <p>Аналоговые компараторы серий К521 и К597. Общая характеристика, достигнутые параметры. Способы введения гистерезиса. Компараторы цифровых сигналов К555СП1 и 1533СП1. Структуры, общая характеристика, достигнутые параметры.</p> <p>Перемножители сигналов серии 525. Организация, принцип действия, достигнутые технические характеристик</p> <p>Пакет прикладных программ LabVIEW и его применение в ЦОС.</p> <p>Цифровая фильтрация сигналов по сравнению с аналоговой частотной фильтрацией. Ограничения в цифровой фильтрации, порядок цифрового фильтра. Тактовая частота цифрового частотного фильтра.</p> <p>Цифровым сигнальным процессором (ЦСП). Основные виды специализированных ЦСП и их технические возможности. Типовой состав основных функциональных узлов ЦСП. Типовые значения тактовой частоты (на примере семейства TMS320 фирмы Texas Instruments, США).</p> <p>ЦАП как множительное устройство. Перемножение аналоговых и цифровых сигналов.</p>	
3	<p>Основные методы преобразования сигналов в ЦОС</p>	<p>Интегрирование сигналов как один из основных методов ЦОС. Достоинства и недостатки интегрирующих методов. Приведите известные вам примеры.</p> <p>Метод переноса спектра частот входного сигнала в другую частотную область. Типовые значения КОСС помехи общего вида в сигма-дельта</p>	<p>РК, ЛР</p>

		<p>АЦП.</p> <p>Метод заряда/разряда прецизионного конденсатора от генератора заданного тока. Генераторы заданного тока в ЦОС. Прецизионные конденсаторы. Основные нормируемые характеристики.</p> <p>Метод измерения временных интервалов с помощью цифрового счетчика, достоинства и недостатки. Диапазон измерения частоты и погрешность измерения.</p> <p>Нониусный метод измерения временных интервалов, достоинства и недостатки. Диапазон измерения и типовая погрешность.</p> <p>Итерационный метод измерения временных интервалов, достоинства и недостатки.</p> <p>Формирование опорных частот методом фазовой автоподстройки частоты. Достоинства и недостатки метода. Формирование опорных частот методом «цифрового колеса». Достоинства и недостатки метода.</p> <p>Методы цифрового суммирования частот.</p> <p>Методы цифрового вычитания частот.</p> <p>Методы цифрового умножения частот.</p> <p>Методы цифрового деления частот.</p> <p>Методы масштабирования сигналов в ЦОС.</p> <p>Задание реперных точек.</p> <p>Методы цифрового интегрирования сигналов в ЦОС.</p> <p>Методы цифрового дифференцирования сигналов в ЦОС.</p> <p>Цифровая фильтрация сигналов. Понятие окна фильтрации в ЦОС.</p>	
4	Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета	<p>Расчет влияния нестабильности опорной (тактовой) частоты на погрешность преобразования из-за нарушения синхронизации внутри цифровой системы.</p> <p>Погрешности, вызванные фазовыми сдвигами в цифровой измерительной системе и их расчет. Методы борьбы с неконтролируемыми фазовыми сдвигами фронтов импульсов при проведении ЦОС.</p> <p>Расщепление фронтов импульсов и вносимая этим погрешность. Методы борьбы с расщеплением импульсов в цифровых измерительных системах ЦОС.</p> <p>Джиттер фронтов сигналов опорной частоты и методы борьбы с ним в системах ЦОС.</p> <p>«Звон» на фронтах импульсов и его влияние на погрешность преобразования сигналов в измерительных системах ЦОС.</p> <p>Выбросы на характеристиках преобразования цифровых и аналого-цифровых элементах, вносимая погрешность и борьба с ними.</p> <p>Перевозбуждение компараторов и оценка вносимой этим случайной погрешности в цифровых</p>	РК, ПЗ

	<p>системах обработки информации.</p> <p>Дифференциальная нелинейность характеристики преобразования аналого-цифровых преобразователей в ЦОС, оценка её влияния и способы уменьшения.</p> <p>Типовые помехи по цепям питания в измерительных системах ЦОС и способы уменьшения вносимой погрешности.</p> <p>Температурная погрешность преобразования в измерительных системах ЦОС и методы её уменьшения.</p> <p>Погрешности, вносимые в системы ЦОС нерациональным проектированием функциональных узлов и некорректным использованием элементной базы.</p>	
--	---	--

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графической работы (РГР), домашнего задания (ДЗ), практическое задание (ПЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

3.2 Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	1 сем.
Лекции (Л)	6
Лабораторные работы (ЛР)	12
Практические занятия (ПЗ)	12
КСР	3
Курсовая проект работа (КР)	-
Расчетно - графическая работа (РГР)	-
Самостоятельная работа (проработка лекционного материала и материала учебников, подготовка к практическим занятиям, рубежному контролю и т. д.)	66
Подготовка и сдача экзамена	-
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (<u>зачет</u> , экзамен)	Зачет с оценкой

3.3 Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекоменд. студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа					Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР	СРС			
1	Общие вопросы ЦОС	–	–	–	–	22	22	Р.6.1, № 1	Опережающая самостоятельная работа, Контекстное обучение
2	Основные элементы систем и устройств ЦОС	–	4	4	1	16	25	Р.6.1, № 2, Р.6.2, № 1	Опережающая самостоятельная работа, Контекстное обучение
3	Основные методы преобразования сигналов в ЦОС	4	4	8	1	16	33	Р.6.1, № 2, Р.6.2, № 3	Лекция классическая, Пережающая самостоятельная работа, Контекстное обучение
4	Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета	2	4	–	1	12	19	Р.6.2, № 2, Р.6.2, № 3	Лекция классическая Пережающая самостоятельная работа, Контекстное обучение

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 75% от общего количества часов по дисциплине.

Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
2	Основные элементы систем и устройств ЦОС	Цифроаналоговый преобразователь с токовым выходом К572ПА1 и функциональные устройства на его основе	4
3	Основные методы преобразования сигналов в ЦОС	Времяамплитудный преобразователь с зарядом конденсатора от генератора тока	4
3	Основные методы преобразования сигналов в ЦОС	Цифро–частотный вычитатель разности выходной частоты датчика и опорной частоты	4

Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Расчет значения частоты дискретизации аналого-цифрового преобразования при различных видах спектров входных сигналов.	2
2	2	Расчет генераторов тактовой частоты для систем ЦОС. Принцип «частотного колеса».	2
3	2	Построение прецизионных источников постоянного напряжения для ЦОС.	2
4	3	Расчет требуемых основных параметров ЦАП для систем ЦОС.	2
5	3	Типовые расчеты и проектирование цифровых фильтров низких частот.	2
6	4	Особенности нормирования погрешностей аналого-цифрового преобразования при цифровой обработке сигналов	2

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовки к обсуждению):

Раздел 1. Общие вопросы ЦОС

1. Какие виды преобразования измерительных электрических сигналов относят к цифровой обработке сигналов?
2. Поясните принцип действия сигма-дельта АЦП. Что представляет собой выходной сигнал этих АЦП?
3. Что называют характеристикой преобразования АЦП и какие виды её неидеальностей вы знаете?
4. Дайте определение понятию синхронизация измерительного преобразования.

Раздел 2. Основные элементы систем и устройств ЦОС

1. Прецизионные генераторы опорных частот и методы их построения. Основные достигнутые параметры современных прецизионных автогенераторов и их производители. Метод «цифрового колеса» при построении и синхронизации автогенераторов.
2. Прецизионные источники опорного напряжения. Типовые структуры и достигнутые параметры.

3. Сигма-дельта АЦП. Типовая структура, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.
4. Прецизионные генераторы постоянного тока. Типовые структуры, особенности реализации, достигнутые параметры.
5. Многофункциональные элементы электроники для ЦОС. Серия 512. Функциональные узлы м/сх 512ПС8. Типовые параметры.
6. Какие типовые задачи ЦОС могут быть решены при использовании пакета прикладных программ LabVIEW?
7. Назовите состав основных функциональных узлов известного вам ЦСП. Какие типовые значения тактовой частоты имеют современные ЦСП (на примере семейства TMS320 фирмы Texas Instruments, США)?

Раздел 3. Основные методы преобразования сигналов в ЦОС

1. В чем заключается метод переноса спектра частот входного сигнала в другую частотную область. Приведите известные вам примеры фильтрации полезного сигнала на фоне помех. Какие типовые значения КОСС помехи общего вида достигнуты, например, в сигма-дельта АЦП?
2. В чем заключается метод заряда/разряда прецизионного конденсатора от генератора заданного тока? Какими преимуществами обладает этот метод при измерении длительности коротких однократных импульсов?
3. В чем заключается итерационный метод измерения временных интервалов? Какие он имеет достоинства и недостатки? Назовите типовые диапазоны измерения и типовые погрешности измерения.
4. Формирование опорных частот методом «цифрового колеса». Достоинства и недостатки метода.
5. Методы цифрового вычитания частот.
6. Методы цифрового деления частот.
7. Методы цифрового интегрирования сигналов в ЦОС.

Раздел 4. Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета

1. Расщепление фронтов импульсов и вносимая этим погрешность. Методы борьбы с расщеплением импульсов в цифровых измерительных системах ЦОС.
2. Расчет влияния нестабильности опорной (тактовой) частоты на погрешность преобразования из-за нарушения синхронизации внутри цифровой системы. Приведите известные вам примеры.
3. Джиттер фронтов сигналов опорной частоты и методы борьбы с ним в системах ЦОС.
4. «Звон» на фронтах импульсов и его влияние на погрешность преобразования сигналов в измерительных системах ЦОС.
5. Дифференциальная нелинейность характеристики преобразования аналого-цифровых преобразователей в ЦОС, оценка её влияния и способы уменьшения.
6. Температурная погрешность преобразования в измерительных системах ЦОС и методы её уменьшения.

5. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных

видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

Таблица 1

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства*
1	Общие вопросы ЦОС	ПКП-2	базовый	О
2	Основные элементы систем и устройств ЦОС	ПКП-2	базовый	О, ЛР
3	Основные методы преобразования сигналов в ЦОС	ПКП-2	базовый	О, ЛР
4	Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета	ПКП-2	базовый	О

* Планируемые формы контроля: контрольный опрос (О), защита лабораторных работ (ЛР), практическое контрольное задание (КЗ).

При реализации дисциплины используется балльно-рейтинговая оценка освоения компетенций.

Таблица 2

Виды учебной деятельности	Балл за одно задание (контрольное задание, вопрос)	Число заданий (вопросов)	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Текущий контроль				
<i>Раздел 1.</i>				

Аудиторная работа	10	1	0	10
Оценка СРС	0,5	30	2	15
<i>Раздел 2.</i>				
Аудиторная работа	10	2	0	20
Оценка СРС	2	5	3	10
<i>Раздел 3</i>				
Аудиторная работа	10	4	0	40
Оценка СРС	2	5	2	10
<i>Раздел 4.</i>				
Аудиторная работа	10	3	0	30
Оценка СРС	0,5	30	3	15
Поощрительные баллы*				
Посещаемость	3	13	5	39
Итоговый контроль**				
Зачет с оценкой			неудовл.	отлично

* Рефераты, научные статьи и тезисы докладов, посещаемость и пр.

** Зачет, экзамен

Критерии оценки уровня освоения дисциплины

При осуществлении текущего контроля успеваемости студентов в соответствии с балльно-рейтинговой шкалой освоения компетенций предлагаются следующие критерии оценки:

- оценке "отлично" соответствует балл из диапазона 140...189;
- оценке "хорошо" соответствует балл из диапазона 100...139;
- оценке "удовлетворительно" соответствует балл из диапазона 50...99;
- оценке "неудовлетворительно" соответствует балл из диапазона 0...49.

Текущий контроль дает предварительную оценку, на которую может претендовать студент.

В конце семестра, если студент согласен с предварительной оценкой, она проставляется в зачетную ведомость и зачетную книжку. Итоговая оценка может быть улучшена в результате сдачи студентом зачета. При этом студент получает следующие дополнительные баллы по результатам своих ответов на зачете:

- 61..80 баллов студент получает при ответе на все три вопроса в зачетном билете и ответе на три небольших дополнительных вопроса;
- 41..60 баллов студент получает при ответе на все три вопроса в зачетном билете и ответе на один-два небольших дополнительных вопроса;
- 21..40 баллов студент получает при ответе на все три вопроса в билете без ответов на дополнительные вопросы;
- в остальных случаях студент не получает дополнительных баллов.

Итоговая оценка получается после суммирования дополнительных баллов с баллами текущего контроля.

Оценочные средства для промежуточного контроля (зачета)

Вопросы к дифференцированному зачету

Раздел 1. Общие вопросы ЦОС

1. Какие виды преобразования измерительных электрических сигналов относят к цифровой обработке сигналов?
2. Что называют АЦП?
3. Что называют ЦАП?
3. Что называют частотой дискретизации измерительного преобразования?
4. Какие типовые виды спектров входных сигналов вы зна

5. Что вы понимаете под дискретизацией сигналов?
6. Сформулируйте теорему В. А. Котельникова применительно к инженерным приложениям в ЦОС.
7. Поясните принцип работы АЦП развертывающего типа. Какими достоинствами и недостатками он обладает?
8. Поясните принцип работы АЦП двухтактного интегрирования.
9. Поясните принцип работы быстрых параллельных АЦП. Чему равно время преобразования таких АЦП?
10. Поясните принцип действия сигма-дельта АЦП. Что представляет собой выходной сигнал этих АЦП?
11. Какая максимальная разрядность преобразования достигнута в сигма-дельта АЦП и при какой частоте дискретизации?
12. Что называют характеристикой преобразования АЦП и какие виды её неидеальностей вы знаете?
13. Что такое дифференциальная погрешность характеристики преобразования АЦП?
14. В каких типовых пределах назначают коэффициент запаса при определении необходимого значения частоты дискретизации?
15. Дайте определение понятия шаг квантования цифровой измерительной системы.
16. Что понимают под шкалой преобразования цифрового измерительного устройства?
17. Дайте определение понятию синхронизация измерительного преобразования.
18. Что называют микроконтроллером?
19. Что вы понимаете под цифровым сигнальным процессором?
20. Аналоговая и цифровая земли. Принципы объединения (разделения) земель.

Раздел 2. Основные элементы систем и устройств ЦОС

1. Что вы понимаете под цифровым сигналом? Какими параметрами обычно характеризуются цифровые импульсы?
2. В каких пределах напряжений находятся логические уровни «0» и «1» микросхем ТТЛ, ЭСЛ и КМОП?
3. Какая типовая длительность фронтов импульсов характерна для цифровых микросхем?
4. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ и их комбинации. Таблицы истинности логических элементов.
5. Что называют триггером в электронных схемах?
6. RS-триггер. Таблица истинности, обозначения на схемах и в техдокументации, типовые приложения.
7. D-триггер. Таблица истинности, обозначения на схемах и в техдокументации, типовые приложения.
8. T-триггер. Таблица истинности, обозначения на схемах и в техдокументации, типовые приложения.
9. JK-триггер. Таблица истинности, обозначения на схемах и в техдокументации, типовые приложения.
10. Тактируемые триггеры. Тактирование как способ повышения помехозащищенности и дополнительной синхронизации.
11. Прецизионные генераторы опорных частот и методы их построения. Основные достигнутые параметры современных прецизионных автогенераторов и их производители. Метод «цифрового колеса» при построении и синхронизации автогенераторов.
12. Прецизионные источники опорного напряжения. Типовые структуры и достигнутые параметры.
13. Счетчики цифровых логических сигналов. Двоичные и двоично-десятичные счетчики. Принципы построения, Универсальные счетчики, обозначения на схемах и в техдокументации.
14. Дешифраторы. Основные структуры дешифраторов, общие свойства и принципы построения. Обозначения на схемах и в техдокументации.

15. Системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Принципы построения, основные структуры, основные достигнутые параметры. Обозначения на схемах и в техдокументации. Примеры приложений в ЦОС.
16. Параллельные АЦП. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые параметры.
17. АЦП двухтактного интегрирования. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.
18. АЦП двоично-взвешенного преобразования. Структура, принцип действия, алгоритм работы, достигнутые технические характеристики.
19. Сигма-дельта АЦП. Типовая структура, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.
20. Прецизионные усилители. Типовая структура на 3-х ОУ. Усилители с гальванической развязкой по входу, по выходу и по цепям питания. Достигнутые параметры.
21. Прецизионные генераторы постоянного тока. Типовые структуры, особенности реализации, достигнутые параметры.
22. Многофункциональные элементы электроники для ЦОС. Серия 512. Функциональные узлы м/сх 512ПС8. Типовые параметры.
23. Ключи серий К590 и К591. Общая характеристика КМОП-ключей и достигнутые параметры.
24. Аналоговые компараторы серий К521 и К597. Общая характеристика, достигнутые параметры. Способы введения гистерезиса.
25. Компараторы цифровых сигналов К555СП1 и 1533СП1. Структуры, общая характеристика, достигнутые параметры.
26. Перемножители сигналов серии 525. Организация, принцип действия, достигнутые технические характеристик
27. Пиковый детектор. Назначение, принцип работы, типовые достигнутые параметры.
28. Преобразователь средневыпрямленных значений напряжения. Типовые структуры, достигнутые характеристики.
29. Какие типовые задачи ЦОС могут быть решены при использовании пакета прикладных программ LabVIEW?
30. Какие преимущества и недостатки имеет цифровая фильтрация сигналов по сравнению с аналоговой частотной фильтрацией?
31. Какие ограничения на порядок фильтра имеет цифровая фильтрация? Цифровые фильтры какого порядка и в какой области ЦОС вам известны?
32. Что определяет значение тактовой частоты цифрового частотного фильтра?
33. Что называют цифровым сигнальным процессором? ЦСП каких основных типов вы знаете? Каковы их технические возможности?
34. Назовите состав основных функциональных узлов известного вам ЦСП. Какие типовые значения тактовой частоты имеют современные ЦСП (на примере семейства TMS320 фирмы Texas Instruments, США)?
35. Почему ЦАП часто называют множительным устройством? Какое перемножение можно выполнить с помощью ЦАП? Имеет ли при этом значение разрядность ЦАП?

Раздел 3. Основные методы преобразования сигналов в ЦОС

1. Интегрирование сигналов как один из основных методов ЦОС. Достоинства и недостатки интегрирующих методов. Приведите известные вам примеры.
2. В чем заключается метод переноса спектра частот входного сигнала в другую частотную область. Приведите известные вам примеры фильтрации полезного сигнала на фоне помех. Какие типовые значения КОСС помехи общего вида достигнуты, например, в сигма-дельта АЦП?
3. В чем заключается метод заряда/разряда прецизионного конденсатора от генератора заданного тока? Какими преимуществами обладает этот метод при измерении длительности коротких однократных импульсов?

4. Почему в ЦОС именно генераторы заданного тока получили преимущественное распространение в системах измерительного преобразования сигналов?

5. Какие типы конденсаторов принято считать прецизионными? Какими они должны обладать особыми характеристиками?

6. В чем заключается метод измерения временных интервалов с помощью цифрового счетчика? Какие ему присущи достоинства и недостатки? Чем определяются диапазон измерения частоты и погрешность измерения?

7. В чем заключается нониусный метод измерения временных интервалов? Какие он имеет достоинства и недостатки? Чем определяется диапазон измерения и типовая погрешность?

8. В чем заключается итерационный метод измерения временных интервалов? Какие он имеет достоинства и недостатки? Назовите типовые диапазоны измерения и типовые погрешности измерения.

9. Формирование опорных частот методом фазовой подстройки частоты. Достоинства и недостатки метода.

10. Формирование опорных частот методом «цифрового колеса». Достоинства и недостатки метода.

11. Методы цифрового суммирования частот.

12. Методы цифрового вычитания частот.

13. Методы цифрового умножения частот.

14. Методы цифрового деления частот.

15. Методы масштабирования сигналов в ЦОС. Задание реперных точек.

16. Методы цифрового интегрирования сигналов в ЦОС.

17. Методы цифрового дифференцирования сигналов в ЦОС.

18. Цифровая фильтрация сигналов. Понятие окна фильтрации в ЦОС.

Раздел 4. Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета

1. Расчет влияния нестабильности опорной (тактовой) частоты на погрешность преобразования из-за нарушения синхронизации внутри цифровой системы. Приведите известные вам примеры.

2. Погрешности, вызванные фазовыми сдвигами в цифровой измерительной системе и их расчет. Методы борьбы с неконтролируемыми фазовыми сдвигами фронтов импульсов при проведении ЦОС.

3. Расщепление фронтов импульсов и вносимая этим погрешность. Методы борьбы с расщеплением импульсов в цифровых измерительных системах ЦОС.

4. Джиттер фронтов сигналов опорной частоты и методы борьбы с ним в системах ЦОС.

5. «Звон» на фронтах импульсов и его влияние на погрешность преобразования сигналов в измерительных системах ЦОС.

6. Выбросы на характеристиках преобразования цифровых и аналого-цифровых элементах, вносимая погрешность и борьба с ними.

7. Перевозбуждение компараторов и оценка вносимой этим случайной погрешности в цифровых системах обработки информации.

8. Дифференциальная нелинейность характеристики преобразования аналого-цифровых преобразователей в ЦОС, оценка её влияния и способы уменьшения.

9. Дифференциальная нелинейность характеристики преобразования аналого-цифровых преобразователей в ЦОС, оценка её влияния и способы уменьшения.

10. Температурная погрешность преобразования в измерительных системах ЦОС и методы её уменьшения.

11. Погрешности, вносимые в системы ЦОС нерациональным проектированием функциональных узлов и некорректным использованием элементной базы.

Типовые оценочные средства для текущего контроля по отдельным разделам

Раздел 1. Общие вопросы ЦОС

Вопросы для письменного опроса

Вопрос	Источник
1. Какие виды преобразования измерительных электрических сигналов относят к цифровой обработке сигналов?	Смит Кестер
2. Что называют частотой дискретизации измерительного преобразования?	Смит Кестер Волович
3. Сформулируйте теорему В. А. Котельникова применительно к инженерным приложениям в ЦОС.	Аверченков Кестер
4. Поясните принцип работы АЦП двухтактного интегрирования	Волович Аверченков
5. Поясните принцип работы быстрых параллельных АЦП. Чему равно время преобразования таких АЦП?	Волович Аверченков Кестер
6. Поясните принцип действия АЦП двоично-взвешенно-го преобразования. Какие он имеет достоинства и недостатки?	Волович Кестер
7. Поясните принцип действия сигма-дельта АЦП. Что представляет собой выходной сигнал этих АЦП?	Волович Аверченков
8. Что понимают под шкалой преобразования цифрового измерительного устройства?	Волович Кестер
9. Что такое дифференциальная погрешность характеристики преобразования АЦП?	Аверченков Кестер
10. Дайте определение понятию синхронизация измерительного преобразования.	Кестер Аверченков Айфичер, Джервис
11. Как определяют необходимое число разрядов измерительного преобразования?	Волович Аверченков Кестер

Раздел 2. Основные элементы систем и устройств ЦОС

Вопросы для письменного опроса

Вопрос	Источник
1. Что вы понимаете под цифровым сигналом? Какими параметрами обычно характеризуют цифровые импульсы?	Волович Бойт Точки, Уидмер
2. В каких пределах напряжений находятся логические уровни «0» и «1» микросхем ТТЛ, ЭСЛ и КМОП?	Точки, Уидмер Бойт

	Волович
3. Логические элементы И, ИЛИ, НЕ и их комбинации. Таблицы истинности логических элементов.	Точки, Уидмер Бойт
4. Прецизионные генераторы опорных частот и методы их построения. Основные достигнутые параметры современных прецизионных автогенераторов и их производители. Метод «цифрового колеса» при построении и синхронизации автогенераторов.	Волович Кестер Белов
5. Системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Принципы построения, основные структуры, основные достигнутые параметры. Обозначения на схемах и в технической документации. Примеры приложений в ЦОС.	Волвоч Кестер Аверченков
6. Многоконтурные системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Принципы построения,	Волович Кестер
7. Параллельные АЦП. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые параметры. 8.	Волович Кестер Аверченков
8. АЦП двухтактного интегрирования. Структура, принцип действия, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.	Волович Кестер
9. АЦП двоично-взвешенного преобразования. Структура, принцип действия, алгоритм работы, достигнутые технические характеристики.	Волович Кестер
10. . Сигма-дельта АЦП. Типовая структура, временные диаграммы работы, достигнутые технические характеристики.	Волович Аверченков
11. Прецизионные источники опорного напряжения. Типовые структуры и достигнутые параметры.	Волович Кестер
12. Прецизионные генераторы постоянного тока. Типовые структуры, особенности реализации, достигнутые параметры.	Волович Аверченков
13. Аналоговые компараторы серий К521 и К597. Общая характеристика, достигнутые параметры. Способы введения гистерезиса.	Волович Аверченков
14. Перемножители сигналов серии 525. Организация, принцип действия, достигнутые технические характеристик.	Волович
15. Какие типовые задачи ЦОС могут быть решены при использовании пакета прикладных программ LabVIEW?	Федосов, Нестеренко
16. Многофункциональные элементы электроники для ЦОС. Серия 512. Функциональные узлы м/сх 512ПС8. Типовые параметры.	Шахмейстер
17. Что определяет значение тактовой частоты цифрового частотного фильтра?	Смит Кестер Опенгейм, Шафер Васильев

18. К чему может привести значительное изменение тактовой частоты цифрового частотного фильтра?	Кестер Смит Айфичер, Джервис
19. Назовите состав основных функциональных узлов известного вам ЦСП. Какие типовые значения тактовой частоты имеют современные ЦСП (на примере семейства TMS320 фирмы Texas Instruments, США)?	Кестер Смит
20. Почему ЦАП часто называют множительным устройством? Какое перемножение можно выполнить с помощью ЦАП? Имеет ли при этом значение разрядность ЦАП?	Волович Аверченков Кестер

Раздел 3. Основные методы преобразования сигналов в ЦОС

Вопросы для письменного опроса

Вопрос	Источник
1. Интегрирование сигналов как один из основных методов ЦОС. Достоинства и недостатки интегрирующих методов. Приведите известные вам примеры.	Смит Шахмайстер Айфичер, Джервис
2. В чем заключается метод переноса спектра частот входного сигнала в другую частотную область. Приведите известные вам примеры фильтрации полезного сигнала на фоне помех. Какие типовые значения КОСС помехи общего вида достигнуты, например, в сигма-дельта АЦП?	Волович Аверченков Айфичер, Джервис
3. В чем заключается метод заряда/разряда прецизионного конденсатора от генератора заданного тока? Какими преимуществами обладает этот метод при измерении длительности коротких однократных импульсов?	Волович Аверченков Кестер
4. Какие типы конденсаторов принято считать прецизионными? Какими они должны обладать особыми характеристиками?	Волович Кестер
5. В чем заключается метод измерения временных интервалов с помощью цифрового счетчика? Какие ему присущи достоинства и недостатки? Чем определяются диапазон измерения частоты и погрешность измерения?	Смит Точчи, Уидмер, Аверченков
6. В чем заключается нониусный метод измерения временных интервалов? Какие он имеет достоинства и недостатки? Чем определяется диапазон измерения и типовая погрешность?	Волович Айфичер, Джервис
7. В чем заключается итерационный метод измерения временных интервалов? Какие он имеет достоинства и недостатки? Назовите типовые диапазоны измерения и типовые погрешности измерения.	Смит Бойт Айфичер, Джервис
8. Формирование опорных частот методом фазовой подстройки частоты. Достоинства и недостатки метода.	Кестер Белов Волович
9. Формирование опорных частот методом «цифрового колеса». Достоинства и недостатки метода.	Белов Кестер

10. Методы цифрового суммирования частот.	Шахмейстер Смит
11. Методы цифрового вычитания частот.	Шахмейстер Смит
12. Методы цифрового умножения частот.	Шахмейстер Смит
13. Методы цифрового деления частот.	Шахмейстер Смит
14. Методы масштабирования сигналов в ЦОС. Задание реперных точек.	Шахмейстер Айфичер, Джервис
15. Методы цифрового интегрирования сигналов в ЦОС.	Смит Шахмейстер Айфичер, Джервис
16. Методы цифрового дифференцирования сигналов в ЦОС.	Шахмейстер
17. Цифровая фильтрация сигналов. Понятие окна фильтрации в ЦОС.	Смит Айфичер, Джервис Опенгейм, Шафер Васильев

Раздел 4. Погрешности систем и устройств ЦОС и методы их расчета

Вопросы для письменного опроса

Вопрос	Источник
1. Расчет влияния нестабильности опорной (тактовой) частоты на погрешность преобразования из-за нарушения синхронизации внутри цифровой системы. Приведите известные вам примеры.	Смит Айфичер, Джервис
2. Погрешности, вызванные фазовыми сдвигами в цифровой измерительной системе и их расчет. Методы борьбы с неконтролируемыми фазовыми сдвигами фронтов импульсов при проведении ЦОС.	Смит Бойт Айфичер, Джервис
3. Расщепление фронтов импульсов и вносимая этим погрешность. Методы борьбы с расщеплением импульсов в цифровых измерительных системах ЦОС..	Шахмейстер Бойт
4. Джиттер фронтов сигналов опорной частоты и методы борьбы с ним в системах ЦОС	Шахмейстер Бойт Точки, Уидмер
5. «Звон» на фронтах импульсов и его влияние на погрешность преобразования сигналов в измерительных системах ЦОС.	Шахмейстер Смит Точки, Уидмер
6. Выбросы на характеристиках преобразования цифровых и аналого-цифровых элементах, вносимая погрешность и борьба с ними.	Смит Аверченков Волович
7. Перевозбуждение компараторов и оценка вносимой этим случайной погрешности в цифровых системах обработки информации.	Волович Точки, Уидмер

8. Дифференциальная нелинейность характеристики преобразования аналого-цифровых преобразователей в ЦОС, оценка её влияния и способы уменьшения.	Аверченков Точки, Уидмер
9. Типовые помехи по цепям питания в измерительных системах ЦОС и способы уменьшения вносимой погрешности.	Волович Шахмейстер
10. Температурная погрешность преобразования в измерительных системах ЦОС и методы её уменьшения.	Смит Волович
11. Погрешности, вносимые в системы ЦОС нерациональным проектированием функциональных узлов и некорректным использованием элементной базы.	Кестер Волович Айфичер, Джервис

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенция, ее этап и уровень формирования	Заявленный образовательный результат	Типовое задание из ФОС, позволяющее проверить сформированность образовательного результата	Процедура оценивания образовательного результата	Критерии оценки
ПКП-2, Уровень базовый	Знать Теоретические основы устройств ЦОС	Вопросы №1-20 по разделу 1 ФОС, с. 13-14.	Опрос проводится в конце освоения раздела в течение 30 мин.	Критерии оценки по разделам указаны в ФОС в табл. 2, с. 12-13
	Знать Элементную базу ЦОС	Вопросы №1-35 по разделу 2 ФОС, с. 14-15.	Опрос проводится в конце освоения раздела в течение 30 мин.	Критерии оценки по разделам указаны в ФОС в табл. 2, с. 12-13
ПКП-2, Уровень базовый	Уметь Использовать типовые устройства ЦОС в своих проектах	Вопросы №1-18 по разделу 3 ФОС, с. 15-16.	Опрос проводится в конце освоения раздела в течение 30 мин.	Критерии оценки по разделам указаны в ФОС в табл. 2, с. 12-13

	Уметь Оценивать погрешности устройств ЦОС	Вопросы №1-11 по разделу 3 ФОС, с. 16.	Опрос проводится в конце освоения раздела в течение 30 мин.	Критерии оценки по разделам указаны в ФОС в табл. 2, с. 12-13
--	---	--	---	---

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников [Электронный ресурс] : / Смит С. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — ISBN 978-5-94120-145-7. —
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=55825>.

2. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – Изд. 3-е, стереотип. – М.: Изд. дом "Додэка-XXI", 2011. – 528 с.: ил.

6.2 Дополнительная литература

1. Аверченков О.Е. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4139

2. Точки Р.Д., Уидмер Н.С. Цифровые системы. Теория и практика. – 8-е изд.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2004. – 1024 с.: ил.

3. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2004. – 902 с.: ил.

4.. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд., перераб. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.: ил.

5. Шахмейстер Л. Е. Цифро-частотные и время-импульсные преобразователи информации. – М.: КДУ, 2011. – 252 с.: ил.

6. Федосов В. П., Нестеренко А. К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учебное пособие/ Под ред.В. П. Федосова. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 470 с.

7. Бойт К. Цифровая электроника/ Пер. с нем. – М.: Техносфера, 2007. – 472 с.: ил.

6.3 Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

6.3.1 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1	2	3	4	5
1.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД - 1217/0208-15 от 03.08.2015
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» http://e-library.ufa-rb.ru	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
3.	Консорциум аэрокосмических вузов России http://elsau.ru/	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

6.3.2 Лицензионное программное обеспечение

1. Лицензионный пакет ПО моделирования и автоматизации измерений LabVIEW 2010 фирмы National Instruments, включая модуль цифровой обработки сигналов Signal Processing (академическая лицензия M74X82031).

6.4 Методические указания

1. Иванов, М. П. Цифровые измерительные устройства (курсовое проектирование). — Уфа : УГАТУ, 2014. — 207 с.

7. Образовательные технологии

Лекции: классические.

Практические занятия:

- опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий;

- контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением, а именно: практические задания выдаются студентам индивидуально, с таким расчетом, чтобы они потенциально могли бы быть применимы к разработке по теме магистерской диссертации:

- работа в команде – совместная деятельность студентов в группе по 3-4 чел. под руководством лидера, направленная на решение общей эвристической задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности

- Лабораторные работы:

- проводятся в специализированной учебной лаборатории цифровых измерительных устройств 4–423. Работы выполняются на специальных учебных макетах методом макетирования изучаемых устройств с помощью перемычек. Минимально необходимый набор лабораторного оборудования: рабочий стол с подведенным рабочим сетевым напряжением 220 В, 50 Гц, источники питания ± 15 В и +5 В с защитой по току, двухканальный осциллограф (например, С1-83 или подобный), генератор сигналов низкочастотный (например, ГЗ-112 или подобный), частотомер микропроцессорный (например, частотомер электронно–счетный ЧЗ-63/1 или подобный), мультиметр цифровой класса не хуже 0,1 % (например, VICTOR VC9808+ или подобный), лабораторные макеты, комплект соединительных проводов и специализированных перемычек, паяльная станция и паяльник с регулируемой температурой жала. Работы проводятся фронтальным методом как минимум на трех лабораторных макетах (рабочих местах) сразу. Максимальное число студентов, выполняющих лабораторную работу, – не более 4-х человек.

8. Методические указания по освоению дисциплины

Лекционные занятия по курсу «Цифровая обработка сигналов» минимизированы по объему и, в основном, носят ознакомительный характер с основными методами цифровой обработки сигналов, с типовыми устройствами реализации этих методов на аппаратном уровне и с анализом погрешностей преобразования, характерных для цифровой обработки электрических сигналов. Основным объемом учебной программы изучается студентами самостоятельно с использованием рекомендованной литературы и глобальной сети Интернет, а также при выполнении лабораторных работ.

Первый раздел посвящен рассмотрению основных вопросов аналого–цифрового и цифроаналогового преобразования сигналов, назначению частоты дискретизации при различных видах спектра входных сигналов, построению необходимых шкал преобразования, построению систем синхронизации, особенностям работы

АЦП различного типа и рассмотрению возникающих при этом методических погрешностей преобразования.

Раздел 2 содержит необходимые сведения об элементной базе и простейших устройствах систем цифровой обработки измерительных сигналов. Рассматриваются логические элементы, триггеры, прецизионные генераторы опорных частот и методы их построения, типовые структуры прецизионных источников опорного напряжения, счетчики, дешифраторы, системы фазовой автоподстройки частоты, микросхемы современных ЦАП и АЦП и заложенные в них методы преобразования, прецизионные усилители, генераторы тока, многофункциональные элементы электроники и т. д. Рассматриваются токовые ключи и ключи напряжения серий К590 и К591, аналоговые компараторы серий К521 и К597, микросхемы цифровых компараторов, микросхемы перемножителей сигналов серии 525, многофункциональные устройства цифровой обработки сигналов серии 512 и т. п. Упор делается на изучение технических характеристик типовых элементов электроники и на демонстрацию их возможностей при построении аппаратуры для обработки цифровых и аналоговых сигналов.

В разделе 3 рассматриваются типовые методы преобразования измерительных сигналов с использованием современных средств электроники, включающие как аналоговые, так и чисто цифровые методы обработки. Анализируются интегрирующие методы, методы переноса спектра частот, методы заряда/разряда прецизионного конденсатора, методы цифро–частотного и время–импульсного преобразования сигналов, методы преобразования (измерения) временных интервалов, цифровые методы суммирования, вычитания, умножения и деления частот, отдельные виды цифровой фильтрации сигналов, принципы построения цифровых частотных фильтров и цифровых устройств выделения отдельных событий (сочетаний сигналов) и т. п. Изучаются принципы построения указанных устройств на современной элементной базе.

В разделе 4 рассматриваются типичные методические погрешности, присущие типовым методам цифровой обработки сигналов. Анализируются отдельные составляющие основной погрешности преобразования (джиттер сигналов, расщепление фронтов импульсов, фазовые сдвиги, нестабильности опорной частоты, «звон» на фронтах импульсов и т. п.), присущие цифровым устройствам. Изучаются методы определения дополнительных погрешностей цифровых устройств обработки сигналов, вызванные изменениями напряжения питания, изменениями температуры преобразовательного устройства, а также влиянием специфических помех, возникающих в самом преобразовательном устройстве. Рассматриваются основные методы уменьшения влияния этих погрешностей и помех.

Самостоятельная работа студентов складывается из двух составляющих: самостоятельное внелекционное изучение отдельных тем по рекомендуемым источникам, а также текущая подготовка к практическим занятиям и контрольным опросам.

Для практических занятий и лабораторных работ рекомендуется заблаговременная подготовка студентов к их выполнению. Желательно предварительное повторение известного учебного материала из изученных курсов бакалаврской подготовки (общие курсы электроники, микропроцессорной техники и цифровых измерительных устройств). Рекомендуется использование сети Интернет. При выполнении

лабораторных работ практикуется технология коллективного взаимодействия (работа в команде). Оценка выполнения лабораторных и практических работ проводится сразу после их завершения. Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории на отдельных рабочих местах с одинаковым лабораторным оборудованием. Работы выполняются после проведения специализированного инструктажа по технике безопасности в соответствии с описаниями лабораторных работ (12 час). Работы выполняются бригадами студентов на более 3-4 человек на одно рабочее место. По выполнении работы студенты должны оформить отчет по лабораторной работе по установленной форме, а затем защитить его в согласованное с преподавателем время (обычно сразу после изучения соответствующего раздела рабочей программы).

9 . Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для практических работ используются компьютеры IBM PC, с объемом ОЗУ не менее 2 Гб и объемом свободной дисковой памяти не менее 10 Гб. Компьютеры должны быть подключены к глобальной сети Интернет.

10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (в соответствии с рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

Профиль подготовки: Измерительные информационные технологии

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов

Учебный год : 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры информационно-измерительной техники
наименование кафедры

протокол № 1 от "28" 08 2015 г.

Заведующий кафедрой Ясов Ясовеев В.Х.
подпись расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы Фетисов В.С.
подпись расшифровка подписи

Исполнитель: Иванов М. П.
доцент каф. ИИТ Иванов М. П.
должность подпись

Председатель НМС по УГСН 12.00.00 Работы по приборостроению, оптике и лазерной технике, а также по смежным и связанным областям
протокол № 1 от "31" 08 2015 г. Иванов М. П.
Ясов Ясовеев В.Х.
личная подпись расшифровка подписи

Библиотека Давыдова Т.В.
личная подпись расшифровка подписи дата

Декан факультета АВИЭТ Уразбахтина Ю.О.
личная подпись расшифровка подписи дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных
Начальник ООПМА Лакман И.А.
личная подпись расшифровка подписи дата