НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

_____ Драгунов В.К.

«16» июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 27.06.01 Управление в технических системах

Направленность (специальность) 05.11.16 Информационно-измерительные и управляющие системы (в приборостроении, энергетике)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Автоматизированное проектирование цифровых фильтров»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.1

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе 6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 892, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в приборостроении, энергетике), утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение современных принципов построения цифровых фильтров и формирование углубленных теоретических знаний в области их автоматизированного проектирования и расчета.

Задачами дисциплины автоматизированного проектирования цифровых фильтров являются:

- сформировать общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с исследованиями, расчетом и проектированием цифровых фильтров в целом и отдельных компонентов их программно-технических средств;
- научить на практике применять базовые методы расчета и автоматизированного проектирования цифровых фильтров;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

Способность формулировать в нормированных документах (программа исследований и разработок, техническое задание, календарный план) нечетко поставленную научно-техническую задачу (ОПК-2);

Способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-4);

Владение научно-предметной областью знаний (ОПК-5);

Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций (ПК-3);

Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки (ПК-4);
Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-6);
Способность формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств ИИ,
управляющих и вычислительных систем (ПК-8);
Способность разрабатывать и реализовывать планы информатизации предприятий и их подразделений на основе Web- и CALS-технологий (ПК-11);
Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах (ПК-12).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов (ПК-4);
- правила представления результатов своих исследований в виде научных публикаций (ОПК-4);

уметь:

- проектировать и осуществлять комплексные исследования по направлению (УК-2);
- формулировать нечетко поставленную научно-техническую задачу (ОПК-2);
- руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций (ПК-3);
- применять современные методы и средства для организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования (ПК-6);
- современными технологиями разработки аппаратных и программных средств информационно-измерительных и управляющих систем (ПК-8);
- применить современные технологии для информатизации предприятий (ПК-11);
- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах (ПК-12);

владеть:

- современными методами и технологиями научной коммуникации (УК-4);
- научно-предметной областью знаний по направлению (ОПК-5).

исследований

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы анализа сигналов

Классификация сигналов. Понятия энергии и мощности сигнала. Примеры разложения сигналов в ряд Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Спектральный и корреляционный анализ. Преобразование Гильберта. Определение, основные свойства. Понятие комплексной огибающей и аналитического сигнала. Спектр аналитического сигнала.

Пассивные и активные фильтры

Классификация аналоговых фильтров. Определение, передаточная характеристика, принципы проектирования. Элементная база. Частотные и временные характеристики. Источники погрешностей. Активные фильтры. Принцип построения активных фильтров на основе элементарных звеньев. Достоинства и недостатки активных фильтров в сравнении с пассивными фильтрами. Применение пакета Matlab для расчета параметров звеньев активных фильтров. Фильтры на переключаемых конденсаторах. Назначение, принцип работы, функциональная схема звена второго порядка. Специализированные микросхемы для построения активных фильтров. Методика расчета.

Дискретные сигналы и системы

Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования. Понятие наложение спектров. Способы борьбы с наложением спектров. Теорема Котельникова. Влияние наложения спектров на точность восстановления дискретного сигнала. Примеры восстановления дискретных сигналов. Дискретные случайные сигналы. Дискретный белый шум. Моделирование дискретных сигналов в Matlab. Формирование случайных сигналов.

Способы описания дискретных систем. Пространство состояний. Функции расчета характеристик дискретных систем в Matlab. Нули и полюса дискретной системы. Критерии устойчивости. Цифровые фильтры и их место среди цифровых дискретных систем. Нахождение дискретной свертки в Matlab.

Современные модели аналого-цифровых преобразователей

Номенклатура метрологических характеристик современных моделей аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Особенности применения АЦП. Оценка погрешностей АЦП. Статистические и спектральные характеристики этих погрешностей. Оптимизация выбора точности и быстродействия АЦП в зависимости от свойств обрабатываемого сигнала, алгоритма и скорости обработки. Дополнительные погрешности, вносимые АЦП.

Эффекты квантования в цифровых системах

Процесс квантования. Неравномерное квантование. Шум квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Квантование коэффициентов цифровых фильтров. Учет эффектов конечной точности вычислений в Matlab. Влияние погрешности квантования на устойчивость цифровой системы. Анализ квантованного фильтра методом шумовой нагрузки.

Методы проектирования цифровых фильтров

Методы проектирования КИХ и БИХ фильтров. Реализация методов синтеза фильтров в Matlab. Сравнительный анализ КИХ и БИХ фильтров. Основные требования к цифровым фильтрам, применяемым для измерения электрической мощности. Методическая погрешность измерения активной мощности.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:
3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

- Области применения компьютерных информационно-измерительных средств измерений (СИ).
- Математические модели аналоговых и дискретных систем и связь между ними.
- Номенклатура метрологических характеристик современных моделей аналого-цифровых преобразователей (АЦП).
- Стандартные интерфейсы: назначение, особенности, области применения.
- Возможности и сравнительная характеристика современных программ компьютерных измерений, ориентированных на использование персональных компьютеров (ПК).
- Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК.
- Особенности цифровых сигналов. Математические модели аналоговых и дискретных систем и связь между ними.
- Оценка погрешностей АЦП.
- Цифровые процессоры сигналов и их применение в КИИС.

- Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК.
- Примеры построения, программного обеспечения и применения КИИС.
- Основные процедуры анализа сигнала во временной и в частотной области.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРТУРА

Основная литература:

1. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.
2. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2008. – 216 с. (электронная версия www.iit.my1.ru)
3. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. – СПб.: БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
4. Искусство схемотехники. / П. Хоровиц, У. Хилл . Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: БИНОМ, 2014 . – 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1.
5. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии: Учебное пособие. / К. К. Ким, [и др.]. – СПб.: Питер, 2010. – 368 с. - ISBN 978-5-469-01090-6.
6. Аналого-цифровое преобразование. / Ред. У. Кестер . Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с. - ISBN 978-5-94836-146-8.

Дополнительная литература:

7. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. - М.: Машиностроение, 1991.
8. Финогенов К.Г. Программирование измерительных систем реального времени. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010, - 832 с.
10. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу "Микропроцессоры" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / П. Г. Круг, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М.: Изд-во МЭИ, 2002 . – 176 с. - ISBN 5-7046-0832-9.
11. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. // - СПб: «БХВ-Петербург», 2005 - 768 с.
12. Цифровые сигнальные процессоры. Кн.1. / С. Марков . – М.: МикроАрт, 1996. – 144 с. - ISBN 5-88579-002-7.
13. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. / – СПб.: «Питер», 758 с., 2011.

14. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. Справочник по активным фильтрам, 1983.
15. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 - 992с.(1 экз, электронная версия www.iit.my1.ru)