

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

Направленность (специальность) 05.11.01 Приборы и методы измерения (электрические и магнитные измерения)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Аналоговые измерительные преобразователи»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,

84 часа – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 877, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.11.01 Приборы и методы измерения (электрические и магнитные измерения), утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение современных принципов построения аналоговых измерительных преобразователей и формирование углубленных теоретических знаний в области их расчета и проектирования.

Задачами дисциплины аналоговые измерительные преобразователи являются:

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

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

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере профессиональной деятельности с использованием анализа данных мировых информационных ресурсов, формулировать цели и задачи научных исследований (ОПК-1);
- способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
- способность подготавливать научно-технические отчеты и публикации по результатам выполненных исследований (ОПК-6);
- способность формулировать цели, задачи научных исследований в области методов измерения, выбирать методы и средства решения задач электрических и магнитных измерений и технической диагностики (ПК-1);
- способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых методов и средств измерения, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки (ПК-2);

- способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения при создании методов и средств измерения, систем неразрушающего контроля и технической диагностики (ПК-3);
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов (ПК-4);
- способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач технических измерений и неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-10);
- способность разрабатывать и применять современные технологии создания программно-аппаратных измерительных комплексов и средств неразрушающего контроля (ПК-12).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- методы планирования и проведения экспериментов (ОПК-4);
- современные методы компьютерного моделирования (ПК-4);
- современные технологии создания программно-аппаратных измерительных комплексов (ПК-12);

уметь:

- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (УК-1);
- искать новые области исследований и формулировать цели и задачи научных исследований (ОПК-1);
- оформлять результаты выполненных исследований в виде публикаций (ОПК-6);
- применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей (ПК-2);
- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения (ПК-3);
- формулировать цели и задачи научных исследований в своей предметной области (ПК-1);
- проводить патентный поиск и оформлять его результаты (ПК-5);

владеть:

- методами решения задач технических измерений и неразрушающего контроля (ПК-10).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Общие сведения об аналоговых интегральных схемах (АИС)

Идеальная (номинальная) характеристика. Погрешности по входу и по выходу. Система К-параметров. Особенности моделирования АИС. Приближенные методы расчета АИС. Точные и приближенные версии теоремы об эквивалентных генераторах; погрешности расчетов и пути их снижения. Теоремы деления и их применение при расчетах АИС. Точные и приближенные версии теорем деления; погрешности расчетов и пути их снижения.

Элементы схемотехники и технологии АИС

Классификация операционных усилителей (ОУ) общего применения. Схемотехнические и технологические решения ОУ различных типов. Пути улучшения параметров ОУ. Особенности схемотехники компараторов и других АИС. Применение АИС с учетом их схемотехнических решений. Общий подход к определению функции преобразования решающего усилителя на базе к-параметров.

Общие сведения о моделировании измерительных узлов

Классификация моделей измерительных узлов. Понятие о точности моделей и моделирования. Выбор моделей на основании компромисса между точностью и простотой. Моделирование элементов электронных схем. Примеры. Сравнение результатов моделирования различными методами.

Модуляция и демодуляция

Назначение модуляции сигнала. Виды модуляции.

Амплитудная, частотно-импульсная, фазоимпульсная и широтно-импульсная модуляция. Принцип формирования модулированного сигнала. Достоинства и недостатки. Команды математического пакета Matlab для моделирования сигналов. Аналоговые модуляторы и демодуляторы: функциональные схемы, принципы работы, временные диаграммы.

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.

Специализированные микросхемы измерения мощности и энергии

Назначение микросхем измерения мощности и энергии. Классификация микросхем. Микросхемы для измерения однофазовых и трехфазовых напряжений. Принципы расчета входных фильтров каналов измерения тока и напряжения. Организация взаимодействия с микроконтроллером. Интерфейс HVDC: основные особенности, схема подключения, протокол обмена.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

- Погрешности по входу и по выходу измерительных преобразователей.
- Выбор моделей на основании компромисса между точностью и простотой.
- Принцип построения активных фильтров на основе элементарных звеньев.
- Микросхемы для измерения однофазовых и трехфазовых напряжений.
- Методы измерения электрических и магнитных величин.
- Идеальная (номинальная) характеристика. Погрешности по входу и по выходу.
- Особенности схемотехники компараторов и других АИС.
- Моделирование элементов электронных схем.
- Принцип формирования модулированного сигнала.
- Классификация аналоговых фильтров. Определение, передаточная характеристика, принципы проектирования.
- Специализированные микросхемы для построения активных фильтров.
- Принципы расчета входных фильтров каналов измерения тока и напряжения.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. 2014. - 122 с.
2. Датчики: Справочное пособие. // Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
3. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.
4. 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)
5. Искусство схемотехники. / [П. Хоровиц](#), [У. Хилл](#) . Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: БИНОМ, 2014 . – 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1.
6. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии. / [К. К. Ким](#), [\[и др.\]](#). – СПб.: Питер, 2010. – 368 с. -ISBN 978-5-469-01090-6.
7. Аналого-цифровое преобразование. / Ред. [У. Кестер](#) . Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с. - ISBN 978-5-94836-146-8.

Дополнительная литература:

8. Диденко В.И. Расчет параметров аналоговых интегральных схем. - М.: МЭИ, 1988.
9. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. - М.: Машиностроение, 1991.
10. Авдеев в. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование, ДМК Пресс, 2009.
11. Сигнальные процессоры и нейрокомпьютеры / [П. Г. Круг](#) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 256 с. - ISBN 5-7046-0865-5.
12. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. // - СПб: «БХВ-Петербург», 2005 - 768 с.
13. Датчики измерительных систем: В 2 кн. Кн.1.: пер. с фр. / [Ж. Аш](#) . – М.: Мир, 1992 . – 480 с. - ISBN 5-03-001641-4. (электронная версия www.iit.my1.ru).
14. Датчики измерительных систем: В 2 кн. Кн.2.: пер. с фр. / [Ж. Аш](#) . – М.: Мир, 1992 . – 424 с. (электронная версия www.iit.my1.ru).
15. LabVIEW для всех : пер. с англ. / [Д. Тревис](#) . – М.: ДМК Пресс, 2005 . – 544 с. + CD-ROM. - ISBN 5-940742-57-2.
16. Кеон Дж. OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей. – СПб.: Питер ДМК, 2008. - 640с.
17. Пронкин Н.С. Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям. Учебное пособие для вузов. – М.: Логос; Университетская книга. 2007.
18. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. - М.: Додэка. 2005.

19. Павлов А. Н. Методы анализа сложных сигналов. Учебное пособие для студ. физ. фак. — Саратов: Научная книга. 2008.
20. Калашников В.И., Раннев Г.Г., Суругина В.А. Информационно-измерительная техника и технологии. Учебник. Серия: Высшее профессиональное образование. - М.: Академия. 2007. 512 с.
21. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. – М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 336 с.