

«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

«Математическое моделирование измерительных и управляющих систем»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, 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 математического моделирования измерительных и управляющих систем и формирование углубленных теоретических знаний в области их расчета и проектирования.

Задачами дисциплины математического моделирования измерительных и управляющих систем являются:

- сформировать общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с математическим моделированием измерительных и управляющих систем;
- научить на практике применять базовые методы математического моделирования измерительных и управляющих систем;
- 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 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);
способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
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);
готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6);
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 разрабатывать и применять современные технологии создания программных комплексов и баз данных для информационно-измерительных и управляющих систем (ПК-7).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать 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:

- генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач (УК-1);
- проектировать и осуществлять комплексные исследования по направлению (УК-2);
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- применять современные методы и средства для организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования (ПК-6);
- применять современные технологии создания программных комплексов (ПК-7);

владеть:

- научно-предметной областью знаний по направлению исследований (ОПК-5);
- основными образовательными программами высшего образования по направлению исследований (ОПК-6).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы анализа сигналов

Классификация сигналов. Понятия энергии и мощности сигнала. Спектральный и корреляционный анализ. Оценивание корреляционной функции. Оценивание спектральной функции. Примеры разложения сигналов в ряд Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.

Дискретные сигналы и системы

Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования. Понятие наложения 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. Формирующий фильтр измерительного процесса.

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.

Моделирование измерительных устройств

Основные принципы моделирования. "Ручное" (немашинное) моделирование. Различие моделей для ручного и машинного моделирования. Адекватность моделирования. Физическое моделирование. Макетирование и компьютерным моделированием. Расчётное (математическое) моделирование: имитационное и аналитическое моделирование. Моделирование по измеренным значениям параметров. Использование паспортных данных элементов моделируемого объекта. Предельные и типовые значения. Моделирование по типовым значениям. Моделирование по предельным значениям. Точность моделирования. Составляющие погрешности моделирования.

Использование программы-симулятора. Принцип работы симулятора. Описание объектов моделирования. Решение проблем разработки ПО и обновление ПО. Генерирование сигналов. Ограничения при генерировании сигналов с помощью процессора. Сигналы прямоугольной формы. Синусоидальные сигналы. Специальные функции. Создание банка моделей готовых измерительных устройств. Импорт данных из экспериментальных установок с использованием стандартных интерфейсов RS-232, RS-485, RS-488 (КОП) на примере программа APLAC. Прогнозирование метрологических характеристик: уровней инструментальной погрешности и предельных дополнительных погрешностей.

Программная среда моделирования

Математические программы общего назначения типа MatLab, MathCAD, Mathematica, SPICE-программы. Обмен данными посредством OLE. Программы физического моделирования типа QuickField или ANSYS. Программы моделирования электронных схем PSpice; CircuitMaker 2000; Electronics Workbench 5. Система DesignLab для статистического испытания по методу Монте-Карло. Использование систем DesignLab и для исследования структурных схемы измерительных систем на уровне функциональных блоков. Программа разработки печатных плат EWB Layout (Multiboard) Multisim 2001. Программы анализа и моделирования аналоговых и цифровых схем Micro-Cap 7/8; OrCAD 9.2/10; OrCAD PSpice; Protel DXP.

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. Непрерывные и дискретные матричные модели процессов.

Приборный интерфейс (ПИ)

Отображение результатов измерения и моделирования на дисплее. Алфавитно-цифровое представление. Графическое представление. Многомерное представление. Организация работы измерительных устройств в системах с ПИ. Структура систем с ПИ. Структура программного обеспечения систем с ПИ: программы-драйверы, программы-функции, пользовательские программы. Средства программирования и отладки программ. Программное обеспечение систем с интерфейсом.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:
7семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

- Основы математического моделирования технических и измерительных систем.
- Интеллектуальные измерительные преобразователи.
- Понятие существенной погрешности ИИП.
- Определение погрешностей ИП по данным эксперимента. Учет погрешностей образцовых приборов.
- Основы математического моделирования технических и измерительных систем.
- Расчёт и моделирование линейных электрических цепей.
- Особенности нормирования метрологических характеристик ИИП.
- Виртуальные измерительные системы. Динамические характеристики ИИП.
- Моделирование электронных схем.
- Идеальная (номинальная) характеристика.
- Нормирование метрологических характеристик измерительной системы, состоящей из нескольких ИП.
- Определение погрешностей ИИП по данным эксперимента. Учет погрешностей образцовых приборов.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

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. Современная прикладная теория управления. Ч. I: Оптимизационный подход в теории управления. / Под ред. А.А. Колесникова. – М.: ФЦ "Интеграция", - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. - 400с.
4. 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.
5. Аналого-цифровое преобразование. / Ред. [У. Кестер](#) . Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с. - ISBN 978-5-94836-146-8.
6. Виноградов Н.Н. Моделирование метрологических характеристик интеллектуальных измерительных приборов и систем. – М.: ФМЛ, 2011. – 326 с.
7. Алиев И.И., Гурина И.А. Моделирование электротехнических устройств: Методические указания. // - Черкесск: БИЦ СевКавГГТА. 2013. - 103 с.
8. Аверченков В.И., Основы математического моделирования технических систем: Учебное пособие. // - Брянск: БГТУ, 2012.
9. Чернышова Т.И. Моделирование электронных схем: Учебное пособие. // - Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 80 с.

Дополнительная литература:

10. Мелентьев В.С., Батищев В.И. Аппроксимационные методы и средства измерения параметров двухполюсных электрических цепей. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. – 200 с.
11. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. - М.: Машиностроение, 1991.
12. Финогенов К.Г. Программирование измерительных систем реального времени. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
13. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем (теория, методология, организация). // Под ред. Е.Т. Удовиченко. - М.: Изд-во стандартов, 1991.
14. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1991.
15. Диденко В.И. Моделирование аналоговых интегральных схем. - М.: МЭИ, 1984.
16. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 - 992с. (электронная версия www.iit.my1.ru).
17. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. – СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.
18. LabVIEW для всех : пер. с англ. / [Д. Тревис](#) . – М.: ДМК Пресс, 2005. – 544 с. + CD-ROM. - ISBN 5-940742-57-2.
19. Кондратюк В.Н., Семенчик В.В., Красовский В.В. Расчет и моделирование электронных схем аналоговых устройств: Методическое пособие. // – Минск: БНТУ, 2014. – 126 с.

20. Диденко В.И., Тепловодский А.В., Иванов А.В. Точность моделирования измерительных устройств. // Датчики и системы, № 7, 2009. – С. 56-62.
21. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Проблема адекватности моделей в измерениях. // Датчики и системы, № 10, 2007. – С. 52-62.