

«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

«Компьютерные измерения»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

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 компьютерных средств измерения и формирование углубленных теоретических знаний в области их расчета и проектирования.

**Задачами** дисциплины компьютерные измерения являются:

- сформировать общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с исследованиями, расчетом и проектированием компьютерных средств измерения в целом и отдельных компонентов их программно-технических средств;
- научить на практике применять базовые методы расчета и проектирования компьютерных средств измерения;
- 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);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- способность предлагать пути решения, выбирать методику и средства

- проведения научных исследований (ОПК-2);
- способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
- способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ОПК-5);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-7);
- 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 использовать современные технологии обработки результатов эксперимента, современную вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании средств измерения и систем технической диагностики (ПК-8);
- способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач технических измерений и неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-10);
- способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы функционирования средств измерения, оценивать погрешности и неопределённость результатов измерения (ПК-11);

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **знать:**

- современные методы и инструментарий проведения научных исследований (ОПК-2);
- методы планирования и проведения экспериментов (ОПК-4);
- основные образовательные программы высшего образования по направлению исследований (ОПК-7);
- современные технологии обработки результатов эксперимента, современную вычислительную технику (ПК-8);
- методы и алгоритмы функционирования средств измерения (ПК-11);

### **уметь:**

- генерированию новых идей при решении исследова- (УК-1);

- тельских и практических задач
- проектировать и осуществлять комплексные исследования по направлению (УК-2);
- участвовать в работе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей (ПК-2);
- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения (ПК-3);

**владеть:**

- современными методами и технологиями научной коммуникации (УК-4);
- методами оценки научной значимости прикладного использования; (ОПК-5).
- методами решения задач технических измерений и неразрушающего контроля (ПК-10);

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *Сигналы измерительной информации*

Области применения компьютерных информационно-измерительных средств измерений (СИ). Задачи и возможности компьютерных измерений. Аппаратурные и программные средства компьютерных измерений. Сигналы измерительной информации (классификация). Математическое описание аналоговых и дискретных сигналов во временной и частотной областях. Взаимосвязь характеристик аналоговых и дискретизированных сигналов. Особенности цифровых сигналов. Математические модели аналоговых и дискретных систем и связь между ними: дифференциальные и разностные уравнения, передаточные функции, импульсные и частотные характеристики. Особенности цифровых систем. Анализ погрешностей.

### *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.

### *Компьютерные информационно-измерительные системы*

Структурные схемы компьютерных информационно-измерительных систем (КИИС). Стандартные интерфейсы: назначение, особенности, области применения. Факторы, определяющие выбор структуры и интерфейса КИИС, технических характеристик и программного обеспечения компьютера для решения конкретных задач компьютерных измерений. Цифровые процессоры сигналов и их применение в КИИС. Возможности и сравнительная характеристика современных программ компьютерных измерений, ориентированных на использование персональных компьютеров (ПК). Погрешности компьютерных измерений: источники погрешностей; анализ погрешностей путем моделирования на ПК.

### *Средства компьютерных измерений*

Средства компьютерных измерений (классификация). Интеллектуальные датчики, цифровые измерительные приборы, СИ на базе ПК со встроенными измерительными платами. Виртуальные СИ: назначение, технические возможности, области применения, примеры современных средств компьютерных измерений.

#### *Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений*

Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений: анализ постановки задачи, выбор первичных преобразователей и компьютерных средств измерений. Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК: выявление и устранения промахов и дрейфа, линеаризация, фильтрация, нормализация данных. Компьютерные измерения с целью изучения свойств процессов: цифровой статистический и спектральный анализ сигналов измерительной информации на основе современного программного обеспечения. Анализ погрешностей компьютерных измерений.

Примеры построения, программного обеспечения и применения КИИС: система контроля качества электроэнергии, система сбора и обработки хроматографической информации. Влияние требований по точности и помехозащищенности на выбор структуры, интерфейса и отдельных узлов КИИС.

### *Программная Среда LabVIEW*

Программная Среда LabVIEW компании National Instruments. Понятие виртуального прибора; лицевая панель, блок-диаграмм и пиктограмм соединитель виртуального прибора. Элементы визуального языка LabVIEW. Основные структуры программирования: итерационные и условные циклы, операторы последовательного и повторного выбора, операции перехода. Анализаторы сигналов. Основные процедуры анализа сигнала во временной и в частотной области. Синтез измерительных сигналов.

#### *Первичный анализ экспериментальных данных*

Основные этапы анализа экспериментальных данных в задаче математического моделирования. Изучение объекта исследования, постановка задачи исследо-

вания, выбор режима получения экспериментальных данных. Характеристика типов экспериментальных данных. Алгоритмы первичного анализа данных: анализ структуры данных. Формирование массива информативных признаков объекта. Выявление и анализ аномальных измерений, преобразование данных, непараметрические критерии значимости и согласия.

## **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**

- 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).
- Интеллектуальные датчики, цифровые измерительные приборы, СИ на базе ПК со встроенными измерительными платами.
- 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.
- Виртуальные СИ: назначение, технические возможности, области применения, примеры современных средств компьютерных измерений.
- Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК.
- Примеры построения, программного обеспечения и применения КИИС.
- Основные процедуры анализа сигнала во временной и в частотной области. Синтез измерительных сигналов.
- Алгоритмы первичного анализа данных: анализ структуры данных.

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

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная литература:**

1. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех. // - М.: Додека-XXI, 2011. (электронная версия [www.iit.my1.ru](http://www.iit.my1.ru)).

2. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - СПб.: Политехника-Сервис, 2014. - 189 с.
3. Гартаковский 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](http://www.iit.my1.ru))
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. 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.
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.
8. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 - 992с.( электронная версия [www.iit.my1.ru](http://www.iit.my1.ru))

#### **Дополнительная литература:**

9. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. – М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 336 с.
10. Быков А.П., Солодов Ю.С. Компьютерные измерения. – М.: МЭИ, 1998.
11. Круг П.Г. Применение компьютерных измерительных устройств на основе приборного интерфейса. – М.: МЭИ, 1997.
12. Диденко В.И. Моделирование аналоговых интегральных схем. - М.: МЭИ, 1984.
13. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии: Учебное пособие. // К. К. Ким . – СПб.: Питер, 2010 . – 368 с. - ISBN 978-5-469-01090-6.
14. Программа схемотехнического моделирования MicroCap 8. // Амелина М. А., Амелин С. А. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007 (электронная версия [www.iit.my1.ru](http://www.iit.my1.ru)).
15. 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](http://www.iit.my1.ru)).