

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики
Департамент электронной инженерии

Программа дисциплины МАГОЛЕГО
Компьютерные измерительные технологии

уровень – магистр

Разработчик программы:

Красивская М.И., mkrasivskaya@hse.ru

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии «2» июня 2016 г

Руководитель департамента Б.Г. Львов _____

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.

Москва, 2016



1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Положением об учебных планах образовательных программ бакалавриата, специалитета и магистратуры.

2 Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является приобретение знаний и практических навыков в области современных компьютерных измерительных технологий.

Современные технологические процессы и научные исследования, как правило, сопровождаются интенсивными потоками измерительной информации, содержащими сведения о параметрах контролируемых или изучаемых объектов. В ряде случаев при измерениях и контроле требуется привлечение десятков и сотен средств измерений различных типов, которые должны работать совместно. Измерительная информация, как правило, не может быть воспринята и интерпретирована человеком без дополнительной ее обработки и представления в форме, удобной для анализа.

Сложность алгоритмов обработки измерительной информации различна, и часто время, затрачиваемое на обработку информации без использования вычислительной техники, оказывается существенно большим, чем требуется для обеспечения нормального функционирования управляемого объекта исследований или производственного процесса. Это вызывает необходимость создания компьютеризированных средств измерительной техники, которые позволяют максимально освободить человека от сбора и обработки измерительной информации.

Реализация информационно-измерительных и управляющих систем на основе персональных компьютеров и промышленных ЭВМ позволяет добиться сокращения времени контроля, измерений и обработки результатов, повышения достоверности контроля, представлять измерительную информацию в удобной для восприятия форме, автоматизировать процедуры формирования отчетных документов.

В дисциплине рассматриваются аппаратные и программные компоненты компьютерных измерительных технологий. Курс включает в себя обзорную лекционную и практическую составляющие. В практической части особое внимание уделяется приобретению навыков формирования программных компонентов для управления измерительным оборудованием, а также для решения задач сбора, обработки, отображения, анализа, передачи и хранения измерительной информации.



3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент будет:

- знать методы сбора, обработки, хранения и передачи измерительной информации;
- знать методы и средства построения современных высокопроизводительных измерительных систем;
- знать виды компонентов современных измерительных систем и методы их проектирования;
- уметь осуществлять обоснованный выбор аппаратных и программных решений для построения современных измерительных систем;
- уметь применять современные средства автоматизации при проектировании компонентов измерительных систем;
- уметь использовать типовые и оригинальные технические решения и программные продукты при проведении измерений для осуществления научных исследований и проектирования объектов профессиональной деятельности;
- иметь навыки разработки алгоритмов обработки измерительной информации;
- иметь навыки реализации программных компонентов измерительных систем на основе разработанных алгоритмов.

Знания и навыки, полученные в ходе обучения, являются основой для решения задач:

- разработки и применения аппаратно-программных средств компьютерного моделирования на различных стадиях научных исследований;
- организации автоматизированного сбора и обработки экспериментальных данных в учебных, научных и производственных целях;
- управления аппаратными средствами, как встроенными в компьютер, так и распределенными в компьютерных и промышленных сетях разных типов с разными протоколами обмена данными;
- проектирования автоматизированных аппаратно-программных комплексов управления технологическими процессами и др.

В результате освоения дисциплины студент развивает следующие компетенции:

ПК6 (ИК-М1.1_5.2_5.3 НИД7.1 (ЭН)) - Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты.

ПК7 (ИК-М1.1_5.2_4.1_4.3 НИД7.1 (ЭН)) - Способен, используя современные методы математического и компьютерного моделирования, разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники.

ПК10 (ИК-М1.1_4.1_4.3ПД7.1 (ЭН)) - Способен применять современные компьютерные и информационные технологии при проектировании и конструировании электронных компонентов и средств, приборов, устройств и оборудования различного назначения.

ПК13 (ИК-М1.1ПТД_ЭД7.6 (ЭН)) - Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах.



4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин программы, блоку дисциплин по выбору. Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении междисциплинарной курсовой работы и подготовке выпускной квалификационной работы.

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия*	
1	Введение в компьютерные измерительные технологии	6	2			4
2	Аппаратная основа КИТ	14	2			12
3	Программное обеспечение КИТ	24	4		8	12
4	Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем	18	4		4	10
5	Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем	16	4			12
6	Сетевые технологии КИТ	16	2		2	12
7	Технологии сбора данных	20	2		8	10
	Всего по РУП	114	20		22	72

* Практические занятия реализуются в форме лабораторного практикума

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год			Параметры
				4	
Текущий	Реферат			+	Реферат объемом 10-12 страниц. Срок сдачи: 9-я неделя модуля.
Итоговый	Экзамен			+	Устный экзамен.

Критерии оценки знаний, навыков

Предметная область реферата выбирается студентом исходя из его профессиональных интересов, тема реферата согласовывается с преподавателем. При подготовке реферата студент прорабатывает вопросы эволюции и современных тенденций развития одного из направлений компьютерных измерительных технологий, а также аспекты прикладного применения рассмотренных технологий. Выполненный реферат сдаётся в электронном виде через LMS. В оценке за реферат учитываются: соответствие содержания реферата выбранной тематике, степень раскрытия темы, наличие примеров прикладных решений, обоснованность заключений, логика изложения, качество подготовленного текста реферата,

Оценка за реферат выставляются по 10-ти балльной шкале.



Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на практических (лабораторных) занятиях: правильность и полнота выполнения заданий. Оценки за работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед итоговым контролем - $O_{аудиторная}$.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов: полнота освещения темы, по которой студент выполняет обзор. Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за самостоятельную работу определяется перед промежуточным или итоговым контролем - $O_{сам. работа}$.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{накопленная\ 4\ мод} = 0,3 \cdot O_{текущий\ 4\ мод} + 0,5 \cdot O_{аудиторная\ 4\ мод} + 0,2 \cdot O_{сам. работа\ 4\ мод},$$

где $O_{текущий\ 4\ мод} = O_{реферат}$.

Способ округления накопленной оценки текущего контроля: арифметический.

Накопленная итоговая оценка по дисциплине определяется следующим образом:

$$O_{накопл. итоговая} = O_{накопленная\ 4\ мод}$$

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (или дополнительную практическую задачу), ответ на который оценивается в 1 балл.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине, которая формируется по следующей формуле:

$$O_{результ} = 0,5 \cdot O_{накопл. итоговая} + 0,5 \cdot O_{итоговый\ экзамен}$$

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине: арифметический.

7 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в компьютерные измерительные технологии. Измерения - трактовки понятия. Понятие измерительных технологий. Основные тренды современных измерительных технологий. Предпосылки появления компьютерных измерительных технологий. Назначение и преимущества КИТ. Области применения КИТ. Основа КИТ. Виртуальные средства измерений. Технология виртуальных приборов.

Раздел 2. Программное обеспечение КИТ. Задачи программного обеспечения КИТ. Требования к ПО КИТ. Критерии выбора ПО КИТ. Лидеры рынка ПО КИТ и их продукты. Инструменты для управления тестированием. Среды разработки ПО для решения измерительных задач. Средства разработки прикладного ПО КИТ. Универсальные средства. Специализированные средства, ориентированные на разработку ПО КИТ. Технологии NI LabVIEW. Базовое ПО КИТ. Драйверы приборов. Стандартная архитектура виртуального прибора VISA.

Раздел 3. Аппаратная основа КИТ. Измерительная система и её компоненты. Измерительный канал. Требования к модулям измерительных систем. Совместимость в измерительных системах. Виды совместимости. Подходы к реализации измерительных систем. Приборно-



модульные, функционально-модульные и гибридные системы. Стандартные интерфейсы измерительных систем: классификация и обзор.

Раздел 4. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс IEEE-488 (КОП, GPIB). Основные характеристики. Конструктивные особенности. Конфигурация системы. Структура шины. Порядок работы системы. Последовательные интерфейсы типа RS-XXX. Интерфейсы RS-232, RS-422, RS-423, RS-485. Основные характеристики. Достоинства и недостатки.

Раздел 5. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейсы VME и VXI. Назначение, основные характеристики, конструктивные особенности. Основные компоненты программно-аппаратной модели VXI-системы. Интерфейсы CompactPCI и PXI. Назначение, основные характеристики, конструктивные особенности, достоинства.

Раздел 6. Сетевые технологии КИТ. Проблемы разработки измерительных систем. Возможные пути решения. Интерфейс LXI. Назначение. Архитектура. Физическое исполнение. Основные возможности. Достоинства.

Раздел 7. Технологии сбора данных. Измерительные системы на основе устройств сбора данных. Структура. Аппаратные компоненты. Устройства сбора данных DAQ. Состав, функциональные возможности и особенности применения измерительных приборов на основе DAQ. Программное обеспечение. Источники погрешностей.

8 Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины используются различные образовательные технологии: лекции с использованием проекционного оборудования и презентационных материалов; практические (лабораторные) занятия в лабораториях, оснащённых измерительным оборудованием, сопряженным с компьютерной техникой со специализированным программным обеспечением; работа с рекомендуемой литературой и нормативными документами, работа с Интернет-ресурсами, домашние работы.

В часы самостоятельной работы студентов изучаются отдельные теоретические вопросы, которые не излагались на лекциях, выполняются обзоры по заданным темам, домашние задания, отчёты по лабораторным работам.

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Тематика заданий текущего контроля

Реферат должен быть посвящен применению компьютерных измерительных технологий для решения прикладных задач предметной области. Конкретная тема и предметная область реферата выбираются студентом исходя из его профессиональных интересов и согласовывается с преподавателем в индивидуальном порядке.

Примеры тем рефератов:

- Тема 1. Компьютерные измерительные технологии в машиностроительном производстве
- Тема 2. Компьютерные измерительные технологии в транспортных системах
- Тема 3. Компьютерные измерительные технологии в лаборатории контроля качества
- Тема 4. Компьютерные измерительные технологии в авиации
- Тема 5. Компьютерные измерительные технологии в nanoиндустрии
- Тема 6. Компьютерные измерительные технологии в медицине и биотехнологиях
- Тема 7. Компьютерные измерительные технологии в научных исследованиях
- Тема 8. Компьютерные измерительные технологии в энергетике
- Тема 9. Компьютерные измерительные технологии в нефтегазовой отрасли
- Тема 10. Компьютерные измерительные технологии в пищевой промышленности
- Тема 11. Компьютерные измерительные технологии в химической промышленности
- Тема 12. Компьютерные измерительные технологии в телекоммуникациях



- Тема 13. Компьютерные измерительные технологии в робототехнике
Тема 14. Компьютерные измерительные технологии в охране окружающей среды
Тема 15. Компьютерные измерительные технологии в электронной промышленности

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Понятие компьютерных измерительных технологий. Задачи и компоненты автоматизации измерений и контроля. Требования к современным средствам измерений.
2. Понятие компьютерных измерительных технологий. Технология виртуальных приборов.
3. Аппаратная основа КИТ. Реализация автоматизированных измерительных систем. Понятие АИС. Назначение АИС.
4. Аппаратная основа КИТ. Совместимость применительно к АИС. Виды совместимости.
5. Аппаратная основа КИТ. Стандартные интерфейсы АИС. Классификация интерфейсов.
6. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс КОП (GPIB). Основные характеристики.
7. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс КОП (GPIB). Порядок работы системы.
8. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс RS-232C. Основные характеристики и порядок работы.
9. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейсы RS-422 и RS-485. Основные характеристики, достоинства и недостатки.
10. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Реализация универсальных приборно-модульных АИС. Состав. Назначение.
11. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейс VXI. Назначение, основные характеристики.
12. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейс VXI. Основные компоненты программно-аппаратной модели VXI-системы.
13. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейс PXI. Назначение. Аппаратная часть и программное обеспечение.
14. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейсы VXI и PXI. Назначение, сравнение.
15. Проблемы разработки ИС. Возможные пути решения. Сетевые технологии КИТ.
16. Сетевые технологии КИТ. Интерфейс LXI. Физическое исполнение. Назначение. Достоинства.
17. Технологии сбора данных. Измерительные системы на основе устройств сбора данных. Структура. Требования к устройствам сбора данных.
18. Технологии сбора данных. Измерительные системы на основе устройств сбора данных. Многофункциональные устройства DAQ.
19. Технологии сбора данных. Измерительные системы на основе устройств сбора данных. Программное обеспечение систем сбора данных.
20. Программное обеспечение КИТ. Базовое ПО КИТ. Драйверы приборов. Стандартная архитектура виртуального прибора VISA.
21. Программное обеспечение КИТ. Прикладное ПО КИТ. Средства разработки прикладного программного обеспечения КИТ.
22. Программное обеспечение КИТ. Стандартные подходы и структуры построения. Достоинства и недостатки.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

1. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике. ДМК Пресс, 2012. - 688 с.



2. Макаров В.В. Информационно - измерительные системы. Ч.1. М. МИЭМ, 2013. - 80 с.
3. Артемьев, Б. Г. Метрология и метрологическое обеспечение. ФГУП "Стандартинформ", 2010. - 568 с.
4. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий: Учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 208 с.
5. Фишер-Криппс А. С.. Интерфейсы измерительных систем. Справочное руководство: Пер. с англ. М: Издат.Дом "Технологии", 2006. – 336 с.
6. Блюм, П. LabVIEW: стиль программирования. ДМК Пресс, 2008.

10.2 Дополнительная литература

1. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Пер. с англ. Клушин Н.А. - М.: ДМК-Пресс; ПриборКомплект, 2005. - 544 с.
2. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / Под ред. Бутырина П.А. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 264 с.
3. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. – М.: СОЛОН-Пресс, 2007. – 544 с.
4. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженеров: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 400 с.
5. Блюм П. Профессиональное программирование в LabVIEW. Пер. с англ. под ред. Михеева П. – М.: ДМК Пресс, 2012 – 400 с.
6. Использование виртуальных инструментов LabVIEW / Ф.П. Жарков, В.В. Каратаев, В.Ф. Никифоров и др. / Под ред. К.С. Демирчана и В.Г. Миронова. - М.: Солон-Р, Радио и связь, Горячая линия - Телеком, 1999. - 268 с.
7. Патон Б. LabVIEW: Основы аналоговой и цифровой электроники. - National Instruments Corp., 2002. - 190 с.
8. Эртугрул Н. LabVIEW: Лабораторное исследование электрических цепей и машин. - National Instruments Corp., 2002. - 102 с.
9. Пейч Д.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П. LabVIEW для новичков и специалистов - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 384 с.
10. Загидуллин Р.Ш. LabVIEW в исследованиях и разработках. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 352 с.
11. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике: Учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 182 с.
12. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW и IMAQ Vision. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 464 с.
13. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 472 с.
14. Ким Н., Кетарнаваз Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW. - М.: Додэка-XXI, 2007. - 304 с.
15. Раннев Г. Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. Г. Раннев. — М. Издательский центр «Академия», 2010. — 336 с.
16. Раннев Г.Г. Информационно-измерительная техника и технологии. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002.
17. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием М.: Горячая линия - Телеком, 2009.



10.3 Справочники, словари, энциклопедии

1. Суранов А.Я. LabVIEW 7: справочник по функциям. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 512 с.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: справочник по функциям. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 536 с.
3. Измерения и Автоматизация. Каталог. - National Instruments Corp.
4. Getting Started With LabVIEW. – NI Corp.
5. LabVIEW Measurements Manual. – NI Corp..
6. LabVIEW User Manual. – NI Corp.
7. NI Education Laboratory Virtual Instrumentation Suite (ELVIS). User Manual. - National Instruments Corp., 2003.
8. Measurement and Automation. Instrumentation Catalogue . – NI Corp.

10.4 Нормативные документы

1. ГОСТ Р 8.596-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения
2. ГОСТ Р 8.818-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений и системы измерительные виртуальные. Общие положения
3. ГОСТ Р 8.654-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения
4. ГОСТ Р 8.734-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы метрологического самоконтроля
5. ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений
6. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.
7. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

10.5 Интернет-ресурсы

1. <http://ni.com>
2. <http://www.rudshel.ru>
3. <http://www.asutp.ru>
4. <http://www.wisegeek.com>
5. <http://www.vxi.ru>
6. <http://www.pxisa.org>
7. <http://industrialauto.ru>
8. <http://www.zao-ntnk.ru>
9. <http://www.interface.ru>

10.6 Программные средства

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

- National Instruments LabVIEW
- Специализированные учебные программные модули

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении лекционных занятий используется презентационное оборудование. При проведении практических (лабораторных) занятий используются АРМ на основе ПК, контрольно-измерительные приборы (вольтметры, частотомеры, генераторы), системы сбора данных (NI DAQ), специализированные учебно-лабораторные стенды (NI GPIB, NI ELVIS).