

УТВЕРЖДАЮ

Директор МЛЦ МГУ

\_\_\_\_\_ В.А. Макаров

(подпись)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

ПРОГРАММА  
повышения квалификации

**«Автоматизация измерений и управления экспериментом»**

Москва – 2014

## 1. Цель реализации программы

Повышение квалификации и овладение современными профессиональными знаниями в области создания современных комплексных систем сбора данных, используемых в науке и промышленности. Отдельные образовательные модули программы могут быть использованы независимо для краткосрочного повышения квалификации и для дополнительного образования студентов вузов.

## 2. Формализованные результаты обучения\*

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать и уметь проектировать и программировать современные системы сбора данных, применяемых в науке и промышленности.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- архитектуру современных систем сбора данных
- как программируются современные системы сбора данных с использованием графического языка LabVIEW
- как программируются системы жёсткого реального времени
- как программируются системы технического зрения
- как создаются трёхмерные чертежи и сборки в среде SolidWorks
- как создаются и конфигурируются системы диспетчерского контроля с использованием Wonderware InTouch

## 3. Содержание программы

### Учебный план

программы повышения квалификации

### «Автоматизация измерений и управления экспериментом»

Категория слушателей (требования к слушателям) – с высшим образованием, студенты вузов.

Срок обучения – 935 час.

Форма обучения – с отрывом от работы (дневная, вечерняя)

№ п/п	Наименование разделов (модулей)	Всего часов	В том числе			
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Форма контроля
			Лекции, часов	Практические (лабораторные) занятия, часов		
1	2	3	4	5	6	7
	Модуль 1. Основы систем сбора данных (обязательный).	17	10	2	5	зачет
	Модуль 2. Сбор данных в LabVIEW: вводный курс	72	13	31	28	
	Модуль 3. Сбор данных и управление в LabVIEW с использованием оборудования National Instruments	72	10	34	28	Зачет
	Модуль 4. Коммуникационные и дополнительные возможности LabVIEW	72	14	30	28	Зачет
	Модуль 5. Системы	72	18	30	24	Зачет

	технического зрения					
	Модуль 6. Графическое программирование логических интегральных схем (FPGA)	72	10	34	28	Зачет
	Модуль 7. Графическое программирование цифровых сигнальных процессоров Texas Instruments	72	10	34	28	Зачет
	Модуль 8. Создание измерительных систем реального времени (обязательный)	72	10	34	28	Зачет
	Модуль 9. Создание систем сбора данных на КПК (PDA)	54	8	26	20	Зачет
	Модуль 10. Модульные приборы на базе промышленной платформы NI PXI	36	5	24	7	Зачет
	Модуль 11. Введение в прототипирование и макетирование с использованием NI ELVIS II	36	3	28	5	Зачет
	Модуль 12. Параллельное программирование для высокопроизводительных систем	72	16	30	26	Зачет
	Модуль 13. Основы разработки приложений в Wonderware InTouch 10 HMI : вводный курс	72	8	37	27	Зачет
	Модуль 14. Основы твердотельного моделирования в SolidWorks	72	5	37	30	Зачет
	Модуль 15. Дополнительные возможности Solidworks. Введение в инженерный анализ	72	8	47	17	Зачет
	Подготовка выпускной квалификационной/аттестационной работы					Защита
	<b>ИТОГО</b>	<b>935</b>	<b>148</b>	<b>458</b>	<b>329</b>	

**Учебно-тематический план**  
**программы повышения квалификации**  
**«Автоматизация измерений и управления экспериментом»**

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе			
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Форма контроля
			Лекции, часов	Практические (лабораторные) занятия, часов		
1	2	3	4	5	6	7
	<b>Модуль 1. Основы систем сбора данных. обязательный</b>					
	Измерение физических величин	1	1	0	0	
	Характеристики аналогового и цифрового сигнала	2	1	0	1	
	Системы сбора данных	3	1	1	1	зачет
	Системы согласования сигналов	2	1	0	1	

Подключение сигналов	2	1	0	1	
Обработка цифровых сигналов	7	5	1	1	зачет
Итого по модулю	17	10	2	5	зачет
<b>Модуль 2. Сбор данных в LabVIEW: вводный курс</b>					
Введение в LabVIEW	2	1	1	0	
Создание ВП и подпрограмм ВП	4	1	1	2	зачет
Циклы и другие структуры в ВП	4	1	1	2	
Массивы и кластеры	4	1	1	2	
Графический вывод данных	5	2	1	2	
Строки и файловый ввод/вывод	5	2	1	2	
Сбор и отображение данных	6	2	2	2	зачет
Управление приборами	6	2	2	2	зачет
Настройка ВП	4	1	1	2	зачет
Выполнение одной из практических задач	32		20	12	зачет
Итого по модулю	72	13	31	28	зачет
<b>Модуль 3. Сбор данных и управление в LabVIEW с использованием оборудования National Instruments</b>					
Аппаратное обеспечение	7	2	2	3	
Программное обеспечение	9	2	2	5	
Выполнение операций ввода и генерации аналогового сигнала	13	3	5	5	Зачет
Выполнение операций с цифровыми сигналами	13	3	5	5	Зачет
Выполнение одной из практических задач	30		20	10	Зачет
Итого по модулю	72	10	34	28	Зачет
<b>Модуль 4. Коммуникационные и дополнительные возможности LabVIEW</b>					
Увеличение производительности ВП	4	1	1	2	
Управление данными и синхронизация	4	1	1	2	Зачет
TCP/IP	5	2	1	2	
DataSocket	6	2	2	2	Зачет
Web-сервер	4	1	1	2	
Коммуникационная платформа Windows	5	2	1	2	Зачет
Коммуникационные возможности LabVIEW	5	2	1	2	
Модель событий	4	1	1	2	
Вызов и создание динамически подключаемых библиотек DLL	5	2	1	2	Зачет
Выполнение одной из практических задач	30		20	10	Зачет
Итого по модулю	72	14	30	28	Зачет
<b>Модуль 5. Системы технического зрения</b>					
Принципы создания системы	2	2			
Использование NI-IMAQ, IMAQ Vision и IMAQ Vision Builder	5	2	1	2	Зачет
Использование IMAQ-1394	5	2	1	2	
Использование USB камер	4	1	1	2	
Основные функции обработки изображения	4	3	1		
Использование морфологических функций IMAQ Vision	4	1	1	2	Зачет
Анализ частиц и пространственная калибровка	4	1	1	2	

Использование технологий машинного зрения	3	2	1	1	Зачет
Использование шаблонов	3	1	1	1	
Использование функций работы с цветом	4	2	1	1	
Координатные системы	4	1	1	2	Зачет
Выполнение одной из практических задач	30		20	10	Зачет
Итого по модулю	72	18	30	24	Зачет
<b>Модуль 6. Графическое программирование логических интегральных схем (FPGA)</b>					
Основы работы с платформой LabVIEW FPGA	9	2	3	4	
Принципы программирования FPGA	11	2	5	4	Зачет
Ввод-вывод в FPGA	11	3	5	4	Зачет
Детерминированное по времени исполнение и синхронизация циклов в LabVIEW FPGA	11	3	5	3	
Основы интеграции с управляющим приложением на контроллере реального времени или ПК	11	3	4	4	
Обмен данными и синхронизация целевого и управляющего ВП	10	3	4	3	Зачет
Оптимизация приложений FPGA по скорости и ресурсам ПЛИС	9	2	4	3	Зачет
Итого по модулю	72	10	34	28	Зачет
<b>Модуль 7. Графическое программирование цифровых сигнальных процессоров Texas Instruments</b>					
Концепция DSP	16	5	5	6	
Графическое программирование DSP с помощью LabVIEW	16	5	5	6	Зачет
Практическое программирование DSP на примерах	20	4	10	6	Зачет
Создание модульных приборов на базе DSP	20	4	10	6	Зачет
Итого по модулю	72	10	34	28	Зачет
<b>Модуль 8. Создание измерительных систем реального времени</b> <i>Обязательный</i>					
Введение в Реальное Время	6	4	2		
Конфигурирование оборудования	12	4	4	4	Зачет
Архитектура Реального Времени	11	3	4	4	Зачет
Синхронизация приложений и прием данных	11	2	5	4	Зачет
Связь, передача информации	11	2	5	4	
Проверка приложения	11	2	5	4	Зачет
Запуск приложения	10	1	5	4	Зачет
Итого по модулю	72	10	34	28	Зачет
<b>Модуль 9. Создание систем сбора данных на КПК (PDA)</b>					
Основные возможности сбора данных на КПК	4	1	1	2	
Ограничения использования	3	1	0	2	

Драйверная часть DAQmx base	7	3	2	2	Зачет
Режимы создания приложения	4	1	1	2	
Выполнения приложения в КПК	6	2	2	2	
Выполнение одной из практических задач	30		20	10	Зачет
Итого по модулю	54	8	26	20	Зачет
<b>Модуль 10. Модульные приборы на базе промышленной платформы NI PXI</b>					
Обзор технологии модульных приборов и шины PXI	3	2		1	
Мультиметры	11	1	8	2	Зачет
Генераторы сигналов	11	1	8	2	Зачет
Осциллографы	11	1	8	2	Зачет
Итого по модулю	36	5	24	7	Зачет
<b>Модуль 11. Введение в прототипирование и макетирование с использованием NI ELVIS II</b>					
Необходимое ПО и настройка NI ELVIS II	2	1		1	
Комплект виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II	17	1	14	2	Зачет
Комплект экспресс-VI LabVIEW для NI ELVIS II	17	1	14	2	Зачет
Итого по модулю	36	3	28	5	Зачет
<b>Модуль 12. Параллельное программирование для высокопроизводительных систем</b>					
Обзор технологий параллельных вычислений	2	2	0	0	
Введение в архитектуру высокопроизводительных систем	2	2	0	0	
Операционная система Linux	12	4	4	4	Зачет
Интерфейс передачи сообщений MPI	26	6	12	8	Зачет
Параллельное программирование с использованием MPI	30	2	14	14	Зачет
Итого по модулю	72	16	30	26	Зачет
<b>Модуль 13. Основы разработки приложений в Wonderware InTouch 10 HMI : вводный курс</b>					
Общие сведения об InTouch	4	1	3	0	
Объекты InTouch	6	1	5	0	
Тэги и анимационные связи	14	1	8	5	Зачет
Сценарии InTouch	4	1	2	1	
Алармы и события	8	1	5	2	Зачет
Тренды реального времени	7	1	3	3	
ArchestraA графика	10	1	7	2	Зачет
Связь с ПЛК через протокол OPC сервера ввода/вывода данных	8	1	4	3	Зачет
Выполнение инд. задания	11			11	Зачет
Итого по модулю	72	8	37	27	Зачет
<b>Модуль 14. Основы твердотельного моделирования в SolidWorks</b>					
Основные понятия и возможности. Построение эск	12	1	5	6	
Элементы и детали. Инструменты создания тел	20	1	9	10	Зачет
Трехмерные сборочные	28	1	15	12	Зачет

	единицы (сборки). Работа со сборками					
	Работа с чертежами в SolidWorks	12	2	8	2	Зачет
	Итого по модулю	72	5	37	30	Зачет
<b>Модуль 15. Дополнительные возможности Solidworks. Введение в инженерный анализ</b>						
	Редактирование и изменение моделей в Solidworks	10	1	5	4	Зачет
	Многоотельность, конфигурации	10	1	6	3	
	Поверхности. Листовой материал	13	1	9	3	Зачет
	Дополнительные материалы	14	1	10	3	
	Структурная механика. SolidWorks Simulation	14	2	9	3	Зачет
	Кинематика и динамика. SW Motion. CAM Works	11	2	8	1	Зачет
	Итого по модулю	72	8	47	17	Зачет
	Подготовка выпускной квалификационной/аттестационной работы					Защита
	<b>ИТОГО</b>	<b>935</b>	<b>148</b>	<b>458</b>	<b>329</b>	

#### 4. Материально-технические условия реализации программы

При реализации учебной работы по программе повышения квалификации «Автоматизация измерений и управления экспериментом» используются средства дистанционного сопровождения учебного процесса в форме сайта с материалами для семинарских занятий, а также групповых рассылок и персональных писем по электронной почте. Семинарские занятия проходят с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Лабораторные работы выполняются с использованием современной компьютерной техники и сетевой инфраструктуры. Для реализации обучения по отдельным модулям используется различное высокотехнологичное оборудование: учебный комплект для совершенствования навыков работы с модульными приборами с интерфейсами GPIB и RS-232; платы ввода-вывода цифровых массивов; комплект из многофункциональной платы сбора данных, кабеля и соединительной панели; цифровые видеокамеры и платы захвата видеоизображения; системы согласования сигналов NI SCXI; система виброакустического анализа NI USB-9233; система технического зрения NI CVS-1454; программируемые контроллеры автоматизации NI CompacRIO; промышленный компьютер стандарта PXI и т.д.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение программы

##### Учебно-методические пособия

1. «Программные средства автоматизации», Часть 1, 2, Учебно-методическое пособие, Под ред. Ю.В. Пономарева, Физический факультет МГУ, 2000 г.
2. "Основы сбора данных", National Instruments, <http://digital.ni.com/worldwide/russia.nsf/web/all/695E6573406323F286256EFA0057CA6B>

3. "Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров", А.-Й.К. Марцинкявичюс, Э.-А.К. Багданскис, Р.Л. Пошюнас и др.; Под ред. А.К. Марцинкявичюса, Э.-А.К.Багданскиса.- М.: Радио и связь, 1988.
4. Теория автоматического управления. /Под ред. Воронова А.А.-М.; Высшая школа, 1986, 367 стр.
5. Макаров И.М., Менский Б.М. Линейные автоматические системы.-М.: Машиностроение, 1982. 505 стр.
6. Ящугин В.А Теория линейных непрерывных систем автоматического управления в вопросах и ответах.-М.: Высш. шк., 1986.-224 с.
8. Zade L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Part 1, 2, 3 // Information Sciences, n. 8 pp.199-249, pp.301-357; n. 9 pp. 43-80.
9. Прикладные нечеткие системы: Перевод с япон./ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т.Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. - М.: Мир, 1993.

### Интернет-ресурсы

#### Ресурсы по LabVIEW на русском языке:

- <http://www.ni.com/russia> - официальный сайт российского представительства National Instruments
- <http://www.labview.ru> - неофициальный сайт Российского представительства корпорации National Instruments
- <http://www.automationlabs.ru> - адрес сайта нашего центра "Современные системы автоматизации научных исследований" в МГУ
- <http://labview.ilc.edu.ru> - старый адрес сайта нашего центра "Современные системы автоматизации научных исследований" в МГУ
- <http://www.automationlabs.ru/forum/> - наш форум, посвященный вопросам программирования на LabVIEW
- <http://www.nitec.n-sk.ru/> - сайт Центра технологий NI в Новосибирском ГТУ
- <http://www.rad.pfu.edu.ru/aitc> - сайт центра технологий National Instruments в РУДН
- <http://nic.tsure.ru/> - сайт Регионального центра технологий NI в Таганрогском РТУ
- <http://ni.tngnu.tyumen.ru/> - сайт Тюменского регионального центра технологий NI в ТГНГУ
- <http://www.ni.ssu.samara.ru/> - сайт Поволжского регионального центра технологий NI в Самарском ГУ
- [http://www.rf.unn.ru/rus/ni\\_center/](http://www.rf.unn.ru/rus/ni_center/) - Нижегородский региональный центр технологий National Instruments
- <http://www.nf-team.org/drmad/stuff/lv0.htm> - курс по LabVIEW из Самарского государственного аэрокосмического университета
- <http://www.kai.ru/univer/labview/> - сайт Центра дистанционных автоматизированных учебных лабораторий (Казань)
- <http://acs.levsha.ru/> - сайт системного интегратора АСК. Обзоры, примеры программ на LabVIEW, а также [форум](#)
- <http://www.insysltd.ru/> - сайт интегратора Инсис Лтд

- <http://www.vitec.ru/> - сайт интегратора Витек. Много хороших статей
- <http://www.aviaok.com/> - сайт таганрогского интегратора АвиаОК
- <http://labview.narod.ru/> - небольшой ресурс с примерами и ссылками
- <http://www.labviewtutorial.eu/> - тьюториал и форум от нашего коллеги Тотолотто
- <http://www.msclub.ce.cctpu.edu.ru/LABVIEW/index.shtml> - интересный сайт Томска по "микро" компьютерной инженерии
- <http://www.picad.com.ua/lesson.htm> - уроки по LabVIEW (сайт журнала "Промышленные измерения, Контроль, Автоматизация, Диагностика")
- <http://www.nf-team.org/drmad/stuff/lv0.htm> - Климентьев К.Е. Основы графического программирования в среде LabVIEW

#### Ресурсы по LabVIEW на других языках:

- <http://www.ni.com> - официальный сайт корпорации National Instruments
- <http://sine.ni.com/manuals/> - документация на сайте National Instruments
- <http://zone.ni.com> - сообщество разработчиков на сайте National Instruments
- <http://forums.ni.com> - форумы на сайте National Instruments
- <http://forums.lavausergroup.org/> - форумы LAVA Community (сообщества профессиональных разработчиков LabVIEW)
- <http://c.webring.com/hub?ring=labview> - объединение сайтов посвященных LabVIEW.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Labview> - общая "рецензия" на LabVIEW
- <http://cnx.rice.edu> - сайт Университета Райса США, популярный ресурс по различным курсам и лабораторкам
- <http://www.egr.msu.edu/eceshop/National/> - сайт сайт мичиганского университета, описаны основные модули LabView .
- <http://labview.brianrenken.com/> - недокументированные возможности LabView 8, полученные в ходе практического опыта
- <http://mywebpages.comcast.net/bhoerman/index.html> - персональный сайт посвящен исследовательской работе в области физики ферросплавов и полупроводников. Представлены, различные презентации, готовые Vis, будет полезен не только профессионалам в этой области но и желающим увидеть возможности LabView на практике.
- <http://www.ece.utexas.edu/~jandrews/molabview.html> - персональный сайт посвященный высокочастотной передачи данных по беспроводной связи, выложены библиотеки разработанные группой ученых.
- <http://www.iit.edu/~labview/> ресурс полезн будет начинающим , тут рассказывается об основных положениях и принципах работы в среде визуального программирования.

- <http://vi-lib.com/> - целая база различных приложений, работа с Microsoft Agent ActiveX в LabView, IMAQ Vision for LabView, море полезных exe-ов библиотек под различные ОС, много полезных обзоров.
- <http://www.engr.sjsu.edu/bjfurman/c...abViewstuff.htm> - ресурсы ссылок в инете , выложено около 300 различных ссылок по LabView, также реализована поисковая система.
- <http://www.mech.uwa.edu.au/mechatro...nu-LabView.html> - онлайн обучение программированию, выложены полезные описания, ссылки.
- <http://members.lycos.co.uk/sgctek/main.html> - интересные элементы управления и отображения для LabVIEW.

## 6. Требования к результатам обучения

Итоговая аттестация проходит в форме зачёта с оценкой и состоит из двух частей: зачёт по теоретической части курса и выполнение индивидуального проекта, как подтверждение освоения практической части. Оценка уровня освоения программы осуществляется аттестационной комиссией по пятибалльной системе.

### Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

- Образцы вопросов зачёта: 1. Типичная схема одноканального аналогового ввода, инструментальные усилители. 2. Параллельный АЦП. 3. Последовательный АЦП. 4. Основные параметры АЦП. 5. Многоканальный аналоговый ввод данных, мультиплексоры, проблемы. 6. Буферизованный и небуферизованный сбор данных. 7. Цифро-аналоговые преобразователи. 8. Характеристики современных АЦП и ЦАП. Выбор типа АЦП.
- Образцы домашних заданий: 1. Создать ВП, вычисляющий корни квадратного уравнения в комплексной форме. Значение коэффициентов вводить с лицевой панели, ограничить диапазон их возможных значений  $\pm 10$ . Если корень действительный (дискриминант больше нуля), то на лицевой панели должен загораться зелёный светодиод. 2. Создать ВП, который «угадывает» загаданное Вами число (от 1 до 100) максимум за 7 шагов, «задавая» Вам вопросы типа: «загаданное Вами число  $> 50$ » и т.п. и получая от Вас утвердительные или отрицательные ответы. 3. Создать ВП, реализующий метод бегущего среднего (параметры обработки – с лицевой панели) над сигналом, генерируемым другим ВП (узкополосный шум + синус). Вывод результата в виде графика исходного и фильтрованного сигналов. Запись в файл в зависимости от положения кнопки. Тип файла – бинарный, либо таблица. Прекращение работы – по кнопке на передней панели. Реализовать обработку ошибок чтения- записи. 4. Создать ВП, который генерирует два массива данных: случайные числа и гармонический сигнал. Отобразить их сумму на графике. На втором графике отобразить спектральную плотность мощности суммарного сигнала, вычислить основную частоту и ширину спектра по половине высоты. Записать результаты измерений в текстовый файл.
- Образцы названий индивидуальных проектов: Задача 1: Создание прецизионных весов с возможностью определения центра масс и системой видеонаблюдения с определением геометрического центра объекта. Задача 2: Разработка автоматизированного сканирующего монохроматора ближнего ИК диапазона. Задача 3: Создание 2-х канальной сканирующей оптической системы на базе гальвано-сканера. Задача 4: Управление осциллографом через VISA (GPIB и Serial). Задача 5: Разработка оптического детектора движения
- полный перечень вопросов к зачету.

## **7. Составители программы**

Потёмкин Фёдор Викторович, к.ф.-м.н., старший преподаватель.