

# ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ

Е.Д.Баран<sup>1</sup>, А.В.Кухто<sup>1</sup>, И.О.Марченко<sup>1</sup>, В.Б.Хархота<sup>2</sup>, С.В.Черкашин<sup>1</sup>

1. Новосибирский государственный технический университет, 630092, Новосибирск-92, пр. К.Маркса, 20, тел. 383-3460855, [baran@tiger.cs.nstu.ru](mailto:baran@tiger.cs.nstu.ru), [andy@tiger.cs.nstu.ru](mailto:andy@tiger.cs.nstu.ru)
2. Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, 630058, Новосибирск-58, ул Русская, 41а, [khvb@tdisie.nsc.ru](mailto:khvb@tdisie.nsc.ru)

## 1. Постановка задачи

Реализация приоритетного национального проекта "Образование" позволило ведущим университетам России начать переоснащение учебных лабораторий с использованием современных технических средств и программного обеспечения. При этом многие вузы выбирают в качестве основы лабораторных стендов продукцию корпорации National Instruments (NI), позволяющую эффективно обучать решению задач, актуальных для различных областей науки, промышленности и образования. Среди факторов, обуславливающих подобный выбор, прежде всего, необходимо отметить простоту освоения систем проектирования, простоту интеграции программных и технических средств, возможность реализации сложных современных алгоритмов обработки данных, управления и испытания, наличие большого количества готовых для применения разработок и многое другое. Важно отметить, что корпорация NI уделяет особое внимание образованию, тесно сотрудничает со многими университетами, в том числе – Российскими, выпускает ряд устройств и систем, ориентированных на решение задач обучения.

Эффектными примерами результатов деятельности NI в этой области могут служить университетские комплекты Academic Bundle NI, универсальная учебная лабораторная станция ELVIS и конструктор LEGO Mindstorms NXT, разрабатываемые компаниями Quanser Consulting, Vernier Software & Technology, PASCO и поддерживаемые технологиями NI лабораторные стенды и практикумы для самых различных дисциплин. Однако спектр необходимых для учебных лабораторий специальных устройств и программ столь широк, что далеко не все потребности в оснащении университетов могут быть удовлетворены имеющейся на рынке продукцией. Кроме того, промышленные компоненты лабораторных стендов и комплектные лаборатории, подчас оказываются недоступными из-за сравнительно высокой стоимости, сопоставимой или даже превышающей стоимость стандартных, выпускаемых серийно универсальных технических средств – модулей ввода-вывода, систем измерения и автоматизации и т.п.

Многие зарубежные и Российские университеты вынуждены сами создавать лабораторное оборудование, программное и методическое обеспечение, адаптируя к своим дисциплинам, учебным планам и программам. К сожалению, многие из этих наработок по ряду причин не могут быть растиражированы для использования другими вузами. Предпринимаемые Российским филиалом корпорации NI меры по координации работ университетов в этом направлении, не дают должного результата – эффективность обмена опытом и результатами работ в образовательной среде оставляет желать лучшего. По-видимому, без участия соответствующих департаментов Министерства науки и образования, специализированных проектно-конструкторских и производственных учреждений скорость и эффективность модернизации учебно-лабораторной базы останутся невысокими, а перевод учебного процесса на современный, качественно новый уровень растянется на многие годы.

## **2. Описание решения**

Целью настоящей работы является краткий обзор учебных лабораторных стендов, комплектов программных и технических средств, учебных лабораторных практикумов и лабораторий, разработанных в учебном центре "Центр технологий National Instruments" Новосибирского государственного технического университета.

**Основные предпосылки, из которых мы исходили, и принципы, которыми мы руководствовались:**

- Техническая основа лабораторного стенда должна быть реализована на стандартных промышленных устройствах и системах, как правило, производства корпорации NI, удовлетворяющих по номенклатуре, совокупности функциональных возможностей и технических характеристик самым взыскательным требованиям современного уровня науки и техники. Такая основа создает предпосылки для унификации технических средств лабораторных стендов многих учебных дисциплин, сокращения сроков получения конечных результатов, упрощения обслуживания и развития.

- В качестве основных инструментальных средств проектирования программного обеспечения должна использоваться среда графического программирования LabVIEW с необходимыми программными модулями и библиотеками корпорации NI. Применение этих инструментальных средств позволяет наиболее просто, в кратчайшие сроки и с малыми затратами реализовать практически любые необходимые программно-технические комплексы.

- Важнейшей частью любого лабораторного стенда является объект исследования или проектирования, а также набор вспомогательных устройств, необходимых для согласования стандартных контрольно-измерительных и управляющих устройств с объектом. Никакие самые совершенные измерительные системы и программные инструментальные средства проектирования не обеспечат должного уровня обучения вне связи с реальными физическими объектами или без применения адекватных физических моделей объектов. По сложности и стоимости объекты исследований и проектирования в учебном процессе могут быть сопоставимы со стандартным оборудованием лабораторных стендов.

- Усилия разработчиков – преподавателей и инженеров целесообразно сконцентрировать на создание лабораторных стендов и практикумов для наиболее массовых дисциплин, которым обучают большее количество студентов во многих вузах. Это позволит при одних же тех же затратах достичь более значимого эффекта.

- Методика обучения, а, следовательно, состав аппаратных средств и функции программного обеспечения лабораторий должны быть ориентированы на передовые технологии, применяемые в научных исследованиях и промышленности. Одновременно – практикумы должны использовать современные технологии обучения, предоставляющие возможности усваивать больший объем знаний и приобретать практические навыки за более короткие сроки, позволяющие оперативно совершенствовать и расширять содержание практикумов, экономить время и усилия преподавателей на подготовку к занятиям и их проведение и т.п.

- Адаптация состава и содержания лабораторных практикумов к образовательным программам и стандартам должна быть взаимной. Если создаваемые учебные лабораторные стенды и практикумы позволяют научить новым методам и технологиям, отсутствующим в образовательных стандартах, приоритет должен отдаваться новым решениям, даже если в образовательные стандарты они пока еще не включены.

**Комплект лабораторный "Интеллектуальные датчики с электронными таблицами"** предназначен для ознакомления с интеллектуальными датчиками, выполненными в соответствии со стандартом **IEEE 1451.4 Transducer Electronic Data Sheet**, обучения принципам проектирования каналов измерения в системах автоматизации экспериментальных исследований, испытаний и управления с использованием интеллектуальных датчиков [1].

Этим комплектом могут быть дополнены учебные лабораторные стенды, оснащенные одним из стандартных устройств или системой NI – модулем ввода-вывода с коннекторным блоком, лабораторной станцией ELVIS, компактной модульной системой ввода-вывода типа Compact DAQ или системой реконфигурируемого ввода-вывода Compact RIO и т.п.

В состав лабораторного стенда (рис. 1), комплектуемого на основе этого комплекта, кроме промышленных устройств, входят адаптер интерфейсов "RS-232/1-Wire" с блоком питания, образцы интеллектуальных датчиков Smart TEDS, выполненных в интерфейсе класса 2, программа анализа и редактирования свойств датчиков.

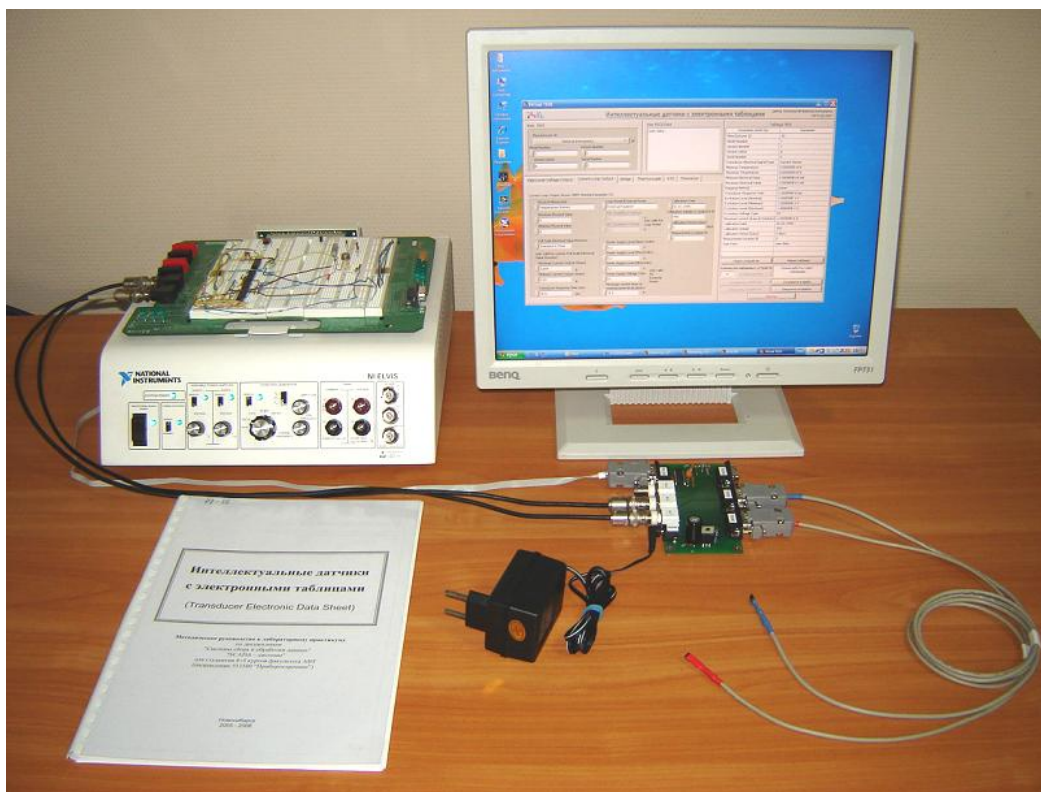


Рис. 1. Лабораторный стенд "Интеллектуальные датчики с электронными таблицами"

Разработанный практикум состоит из 3-х лабораторных работ:

- Основные свойства интеллектуальных датчиков. Структура электронных таблиц
- Устройство и разновидности интеллектуальных датчиков. Инструментальные средства проектирования датчиков. Создание и редактирование электронных таблиц
- Проектирование измерительных систем с интеллектуальными датчиками

Лабораторные работы могут быть включены в рабочие программы ряда дисциплин, например, "Системы сбора и обработки данных", "Первичные измерительные преобразователи", "Измерение электрических и неэлектрических величин", "SCADA-системы" и др.

**Комплект интеллектуальных виртуальных измерительных приборов КИВИП-2** развертывается на базе многофункционального модуля ввода-вывода серии М типа NI 6259. При этом в распоряжении пользователя доступны следующие измерительные приборы широкого назначения:

Таблица 1

№	Наименование прибора	Каналов	Характеристики
1	Генератор аналоговых сигналов	4	Сигналы типовые, по формуле
2	Осциллограф	4	
3	Мультиметр	4	Измерения U, I; DC или AC
4	<u>Частотомер</u>	1DI + 1AI	Один из 4-х AI
5	Анализатор спектра	1	Один из 4-х AI
6	Характериограф	1	Один из 4-х AI
7	Анализатор АЧХ/ФЧХ	1	Один из 4-х AI
8	<u>Генератор цифровых воздействий</u>	16	Типовые последовательности
9	<u>Анализатор логических состояний</u>	16	Задержка до $2^{16}$ тактов

Для приборов, работающих с аналоговыми сигналами, обеспечивается разрешающая способность 16 бит и интервал дискретизации во времени 4 мкс в диапазоне  $\pm 10В$ .

Генератор тестовых цифровых последовательностей и анализатор логических состояний позволяют исследовать цифровые устройства в реальном времени на частотах до 10 МГц. Длина генерируемой последовательности составляет до 1024 тактов, регистрируемой последовательности – до 256 тактов. В анализаторе логических состояний реализованы режимы сбора данных с положительным и отрицательным запуском, сравнения с "эталоном", форматы отображения в виде временных диаграмм, таблиц состояний и ошибок.

При использовании модулей ввода-вывода другого типа соответственно изменяются количество каналов и технические характеристики.

О функциональных возможностях некоторых приборов можно получить представление по приведенным ниже рисункам (рис. 2-4).

Реализованный комплект приборов, по нашему мнению, в большей степени удовлетворяет требованиям, предъявляемым к приборному обеспечению лабораторных практикумов для многих общетехнических дисциплин, чем комплект приборов, входящий в состав лабораторной станции ELVIS (в таблице 1 выделены приборы КИВИП-2, которых нет в ELVIS). Кроме того, в КИВИП-2 рациональнее используются ресурсы модуля ввода-вывода различными приборами, это позволило не только увеличить количество каналов, но и ослабить ограничения на возможности организации совместной работы приборов.

На основе КИВИП-2 может быть создана полнофункциональная лаборатория для изучения техники измерений, принципа действия и устройства измерительных приборов различного назначения, наиболее часто применяемых на практике, организованы практические и лабораторные занятия по другим дисциплинам.

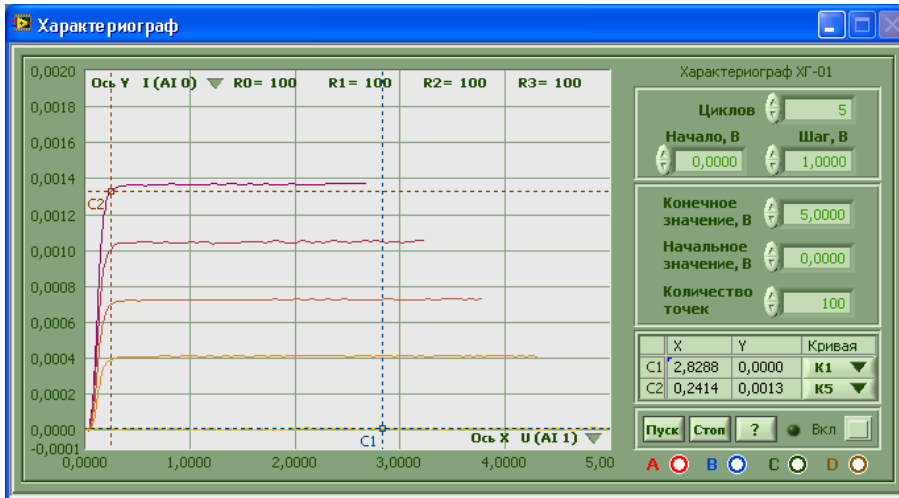


Рис. 2. КИВИП-2. Характериограф

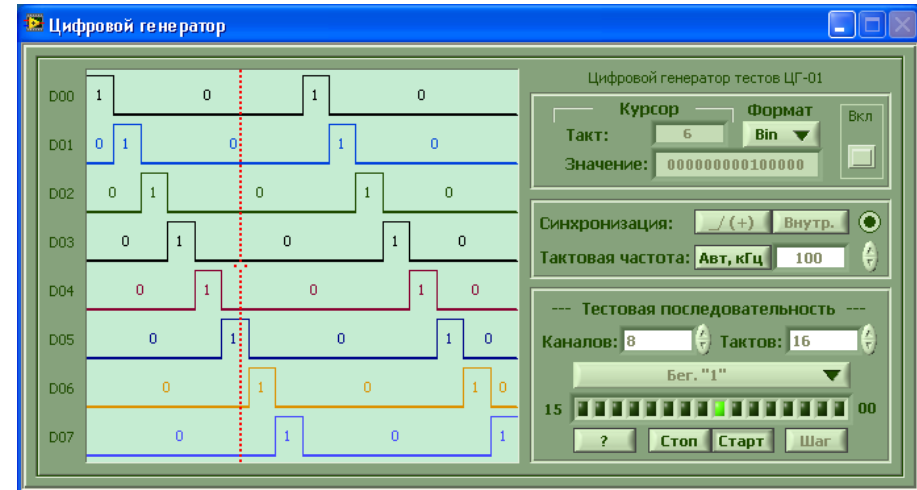
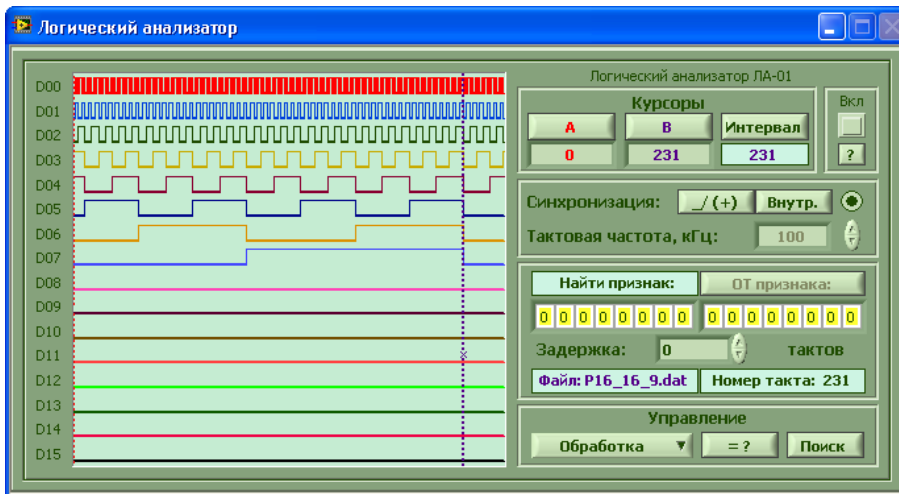
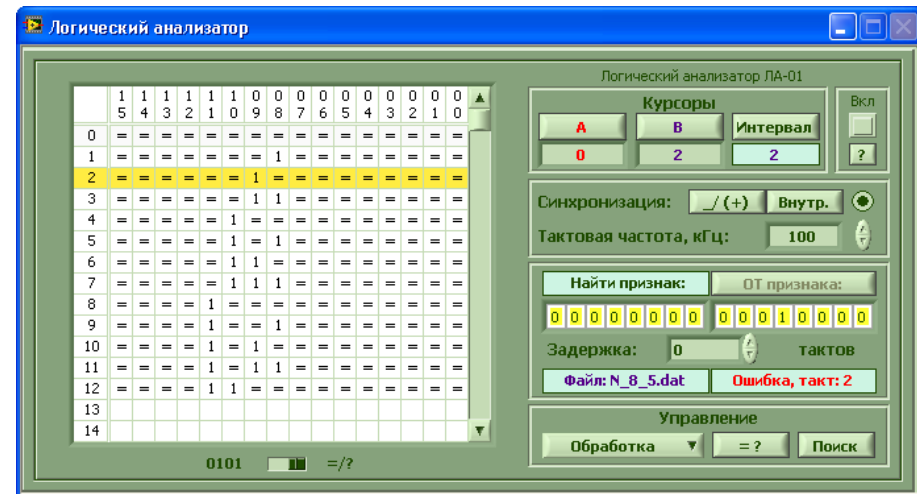


Рис. 3. КИВИП-2. Генератор цифровых последовательностей



а) временные диаграммы



б) таблица ошибок

Рис. 4. КИВИП-2. Анализатор логических состояний

Примером применения комплекта КИВИП-2 и современных технологий NI может служить **лаборатория коллективного пользования**, предназначенная для проведения занятий по дисциплинам **"Электроника"**, **"Аналоговая схемотехника"** и **"Цифровая схемотехника"** [2]. На рис. 5,6 приведены основные экранные панели студенческих рабочих мест.

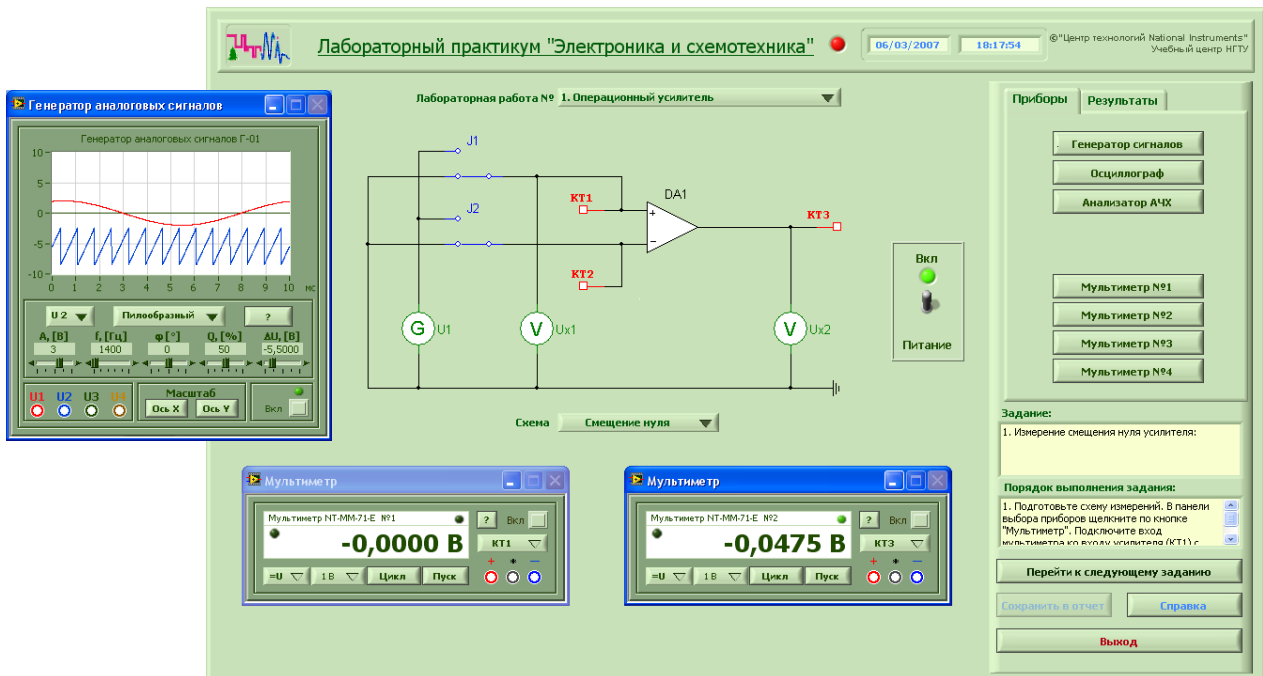


Рис. 5. Экранная панель лабораторного практикума "Аналоговая схемотехника"

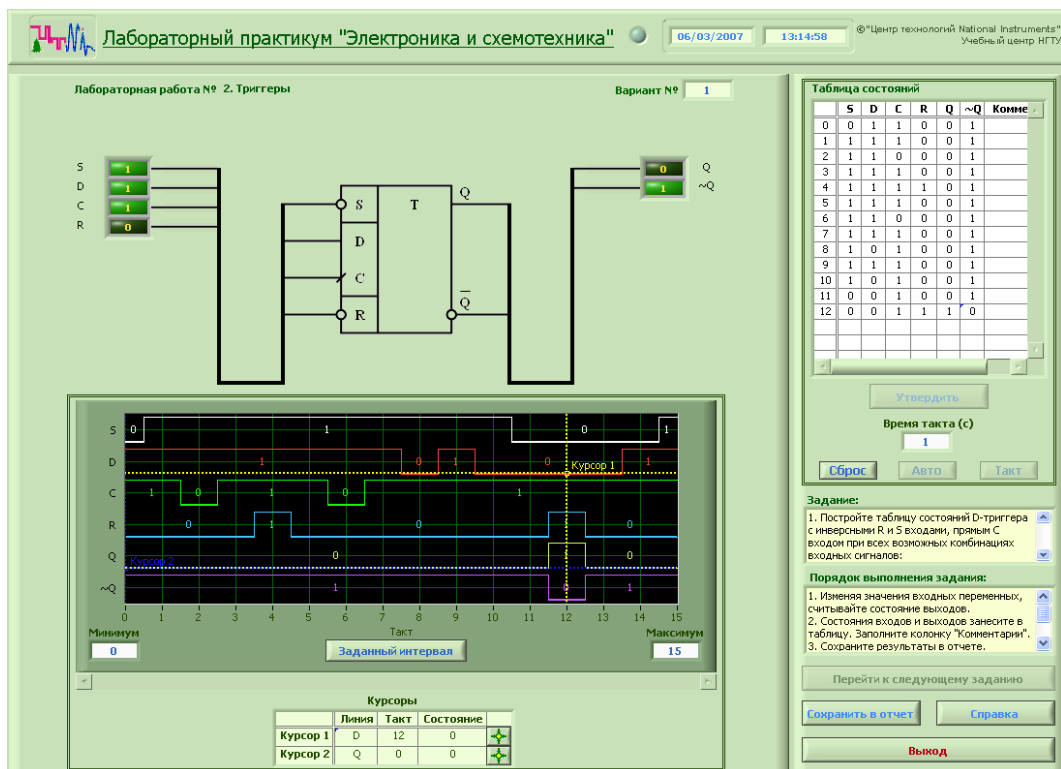


Рис. 6. Экранная панель лабораторного практикума "Цифровая схемотехника"

В настоящее время разработаны следующие лабораторные работы:

Дисциплина	Наименование лабораторной работы	Объекты исследований
Электроника	Диоды и стабилитроны	Компоненты электроники
	Транзисторы	
Аналоговая схемотехника	Операционные усилители	Программируемые аналоговые интегральные схемы
	Фильтры	
	Компараторы и выпрямители	
	Дифференциаторы и интеграторы	
Цифровая схемотехника	Базовые логические элементы	Программируемые цифровые интегральные схемы
	Триггеры	
	Регистры	
	Счетчики	

Наиболее интересными, по нашему мнению, в этом проекте являются:

- использование одного, общего для всех рабочих мест лаборатории, набора технических средств, на основе которого реализован комплект измерительных приборов
- использование одного, общего для всех рабочих мест лаборатории, набора объектов исследования и проектирования
- обеспечение возможности выполнения индивидуальных заданий на каждом рабочем месте
- создание предпосылок для обучения современным методам проектирования и прототипирования электронных устройств в соответствии с технологией "кремниевой мастерской"
- создание предпосылок для автоматизации процесса обучения, непрерывного развития лабораторного практикума с минимизацией необходимых для этого временных и иных ресурсов

Имеющийся задел позволяет модифицировать лабораторию "Электроника и схемотехника для работы через глобальную сеть Интернет. Комплект приборов КИВИП-2 предполагается также использовать при разработке новой версии Web-лаборатории "Микроконтроллеры и сигнальные процессоры".

Обучение методам проектирования систем автоматического управления и регулирования будет более эффективным, если в состав лабораторного стенда, кроме программных моделей, иллюстрирующих различные алгоритмы управления, включить достаточно простой и легко интегрируемый со стандартным лабораторным оборудованием реальный физический объект.

Этим требованиям удовлетворяет лабораторный блок "Термостат". Блок состоит из нагревательного элемента, температура которого измеряется с помощью термопары, и вентилятора, скорость которого можно контролировать с помощью оптоэлектронного датчика. Регулирование температуры нагревательного элемента и скорости вращения вентилятора могут осуществляться сигналами с широтно-импульсной модуляцией.

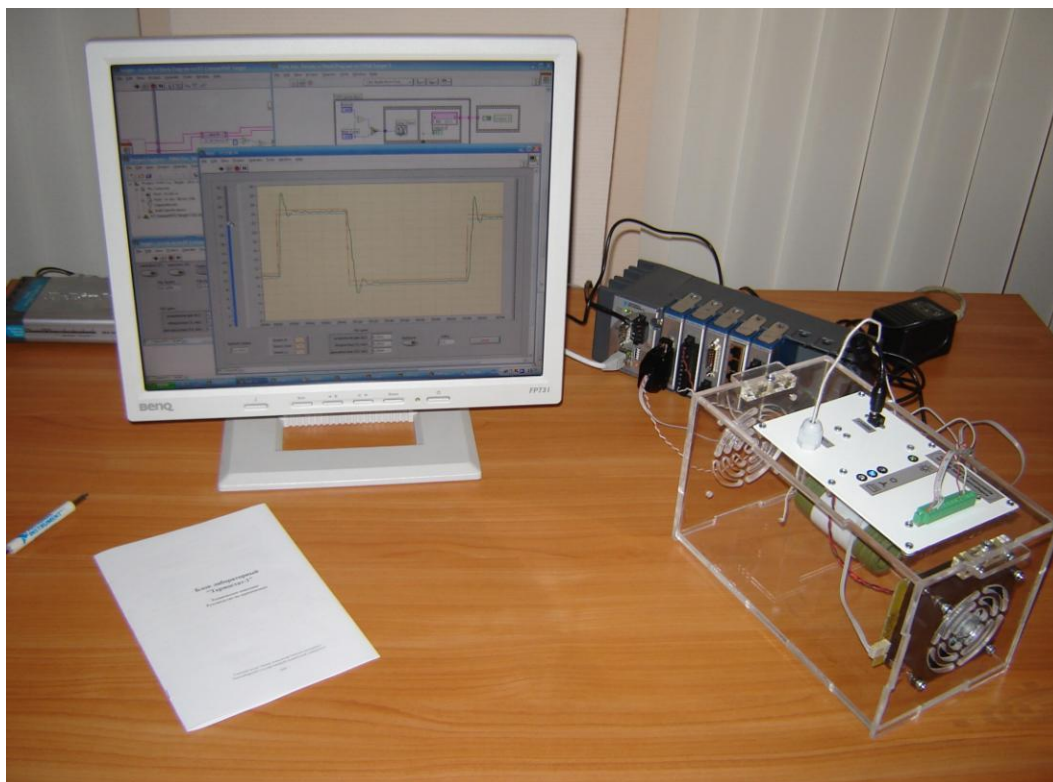


Рис. 7. Лабораторный стенд на основе блока "Термостат"

### **3. Используемое оборудование и ПО**

Рассмотренные выше устройства для лабораторных стендов содержат согласующие компоненты, что позволяет их сопрягать практически с любыми платформами NI – встраиваемыми в персональный компьютер модулями DAQ PCI, с устройствами и системами DAQ USB, Compact DAQ, Compact RIO, Compact Field Point.

Программное обеспечение лабораторных комплектов и практикумов спроектировано в среде LabVIEW с использованием программных модулей LabVIEW DSC и LabVIEW Real Time.

### **4. Внедрение и развитие**

Разработанные программные и технические средства, а также учебно-методические пособия переданы для внедрения в учебный процесс на различные кафедры ряда университетов.

### **Список литературы**

1. А.Банщикова, Е.Д.Баран, Е.Я.Красавцева, А.Ю.Любенко, Лабораторный практикум "Интеллектуальные датчики с электронными таблицами". // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Сборник трудов. междунар. науч.-практ. конф. / Москва. Издательство Российского университета дружбы народов, 2006. с. 57-61.

2. Е.Д.Баран, А.В.Кухто, А.Ю.Любенко, И.О.Марченко, С.В.Черкашин. Автоматизированные учебные практикумы и лаборатории. // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Сборник трудов. междунар. науч.-практ. конф. / Москва. Издательство Российского университета дружбы народов, 2006. с. 18-24.